

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**“AVALIAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DO PROCESSO DE  
RECARGA DO AQUÍFERO LIVRE E RASO NO PARQUE  
ECOLÓGICO DO TIETÊ – SP”**

**MARCOS MONDIN**

**Orientador: Prof. Dr. Ricardo César Aoki Hirata**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia**

**SÃO PAULO  
2005**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

AVALIAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DO PROCESSO DE RECARGA  
DO AQUÍFERO LIVRE E RASO NO PARQUE ECOLÓGICO DO  
TIETÊ, SP

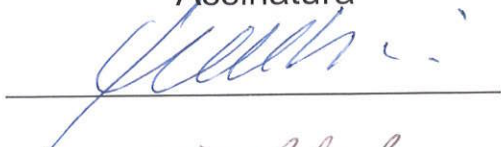
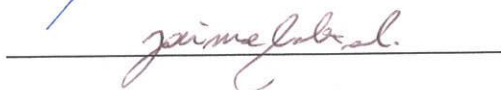
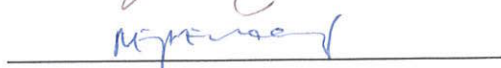
MARCOS MONDIN

Orientador: Dr. Ricardo César Aoki Hirata

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO



COMISSÃO JULGADORA

	Nome	Assinatura
Presidente:	Prof. Dr. Ricardo César Aoki Hirata	
Examinadores:	Prof. Dr. Jaime Joaquim da Silva P. Cabral	
	Prof. Dr. Reginaldo Antonio Bertolo	

SÃO PAULO  
2005

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

DEDALUS - Acervo - IGC



30900017049

**“AVALIAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DO PROCESSO DE  
RECARGA DO AQUÍFERO LIVRE E RASO NO PARQUE  
ECOLÓGICO DO TIETÊ – SP”**

MARCOS MONDIN



Orientador: Prof. Dr. Ricardo César Aoki Hirata

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia

SÃO PAULO  
2005

Aos meus pais  
Sebastiano e Ister Mondin

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>i</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>ii</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>vii</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>x</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>2</b>
<b>3. ÁREA DE ESTUDO</b> .....	<b>3</b>
3.1. Localização.....	3
3.2. Contexto Geológico Regional .....	3
3.3. Contexto Hidrogeológico Regional.....	4
<b>4. RECARGA</b> .....	<b>6</b>
4.1. Processo de recarga.....	6
4.2. Tipos de recarga.....	7
4.3. Fatores que influenciam a recarga .....	8
4.4. Recarga em aquíferos livres e rasos.....	10
4.5. Métodos de estimativa de recarga .....	10
<b>5. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>14</b>
5.1. Perfuração e instalação dos poços. ....	14
5.2. Amostragem de Solo .....	19
5.3. Análises Granulométricas .....	21
5.4. Levantamento Topográfico .....	23
5.5. Dados Meteorológicos .....	23
5.6. Medições dos níveis d'água.....	24
5.7. Ensaios de permeabilidade.....	24
5.8. Aplicação dos traçadores brometo e cloreto .....	25
5.9. Métodos de estimativa da recarga.....	26
<b>6. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>33</b>
6.1. Descrição da área e parâmetros gerais. ....	33
6.2. Variação temporal das cargas hidráulicas .....	37
6.2.1. Relação entre as cargas hidráulicas médias nas profundidades de 3, 6 e 10m. .....	37

6.2.2. Variação das cargas hidráulicas versus as precipitações.....	59
6.2.3. Comportamento das cargas hidráulicas dos poços frente a diferentes episódios de precipitação.....	62
6.3. Mecanismos controladores de recarga e sua relação com a variação dos níveis potenciométricos .....	67
6.3.1. Influência da topografia e da espessura da zona não saturada .....	71
6.3.2. Influência das árvores e das precipitações sobre os poços .....	81
6.3.3. Influência da condutividade hidráulica .....	88
6.4. Aplicação dos traçadores brometo e cloreto na zona não saturada .....	97
6.5. Avaliação e quantificação da recarga .....	98
6.5.1. Aproximações darcinianas .....	98
6.5.2. Variação do nível potenciométrico .....	102
6.5.3. Balanço Hídrico.....	106
6.6. Modelo conceitual de recarga.....	107
6.7. Comparação dos métodos de estimativa de recarga.....	107
<b>7. CONCLUSÕES .....</b>	<b>109</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>111</b>

**ANEXO 1: MAPA TOPOGRÁFICO E DE LOCALIZAÇÃO DAS ÁRVORES E DOS POÇOS.**

**ANEXO 2: TABELA COM OS DADOS METEOROLÓGICOS.**

**ANEXO 3: DADOS DE CARGAS HIDRÁULICAS DE TODAS AS CAMPANHAS PARA OS POÇOS NAS TRÊS PROFUNDIDADES.**

**ANEXO 4: DESCRIÇÕES MACROSCÓPICAS, ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS E PERFIS GEOLÓGICOS.**

**ANEXO 5: ARTIGO SUBMETIDO A REVISTA ABRH EM ABRIL DE 2004.**

## AGRADECIMENTOS

Durante a elaboração deste trabalho muitas pessoas e instituições tiveram importante participação e a elas expressei os meus agradecimentos:

Ao Prof. Dr. Ricardo César Aoki Hirata pela orientação, discussões e apoio fundamentais para a elaboração deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP e a CAPES pelo auxílio financeiro, através da concessão da bolsa de mestrado.

Ao Parque Ecológico do Tietê através do seu diretor Wagner Bemardo por permitir a utilização das dependências do parque e, aos funcionários Osmar Luiz Costa e Rodolfo Ruiz Garcia.

Agradeço ao Luís Ferrari pela ajuda nas etapas de campo e pelo tempo dispensado para discussões e ajuda para análise estatística dos dados.

A Paula Amaral (Pi) pelo apoio e ajuda na confecção das figuras.

A Alexandra Suhogusoff (Ale) pela ajuda nas etapas de campo e na formatação final da dissertação.

A Thalita Fernandes por escrever o abstract e a Jú (Kolla) pelas correções.

Ao Sr. Wilson de Castro Neves pela ajuda no monitoramento dos poços.

A todos os amigos do Laboratório de Modelos Físicos, Alessandro Cesarino (Gummy), Alexandra Suhogusoff (Ale), Angélica Souza Gutierrez, Claudia Varnier, Fabiana Cagnon, Jeane Gláucia Santos (Manah), Luiz Ferrari, Reginaldo Bertolo, Juliana Baitz Viviani (Kolla) e Ingo Wahnfried (Lalas) pela amizade dedicada.

Aos amigos de pós-graduação Roseane Sarges, Márcia Gomes da Silva, Cíntia Gaia, Silvia Cremonez, Paula Amaral (Pi), Gaston (Edir), Lucelene Martins (Val), Claudia Moura, Cristiane Lorena e Aline Silverol.

Aos amigos Douglas (Ridículo), Eneas (GLS) e Rogério (Karla Perez) pela amizade ao longo de todos estes anos.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Localização da área de estudo.....	3
<b>Figura 2:</b> Esquema de evapotranspiração do nível d'água (DAVIS E DE WIEST, 1966).....	6
<b>Figura 3:</b> Escala de espaço adequada para as técnicas de estimativa de recarga (Scanlon et al. 2002).....	13
<b>Figura 4:</b> Escala de tempo adequada para as técnicas de estimativa de recarga (Scanlon et al. 2002).....	13
<b>Figura 5:</b> Perfuratriz rotativa hidráulica montada sobre esteiras.....	15
<b>Figura 6:</b> Trados ocos empregados na perfuração.....	16
<b>Figura 7:</b> Seção filtrante do revestimento de PVC geomecânico de 50mm de diâmetro.....	16
<b>Figura 8:</b> Bentonita em pó acondicionada em sacos de PVC.....	17
<b>Figura 9:</b> Seção filtrante do revestimento de polipropileno de 1" de diâmetro.....	17
<b>Figura 10:</b> Perfil construtivo esquemático dos novos poços instalados na área de estudo.....	18
<b>Figura 11:</b> Conjunto multinível recém-instalado.....	18
<b>Figura 12:</b> <i>Liner</i> no interior do tubo amostrador.....	19
<b>Figura 13:</b> Ponteira externa do tubo amostrador.....	20
<b>Figura 14:</b> Tubo amostrador com ponteiras interna e externa.....	20
<b>Figura 15:</b> Máquina do tipo <i>Geoprobe</i> empregada para cravação do tubo amostrador.....	21
<b>Figura 16:</b> Localização das seções verticais construídos através da descrição dos <i>liners</i> e das análises granulométricas.....	34
<b>Figura 17:</b> Seção vertical segundo o segmento D – D' da figura 16.....	34
<b>Figura 18:</b> Total mensal de precipitação.....	36
<b>Figura 19:</b> Dados de carga hidráulica média dos poços de 3m <i>versus</i> as dos poços de 6m.....	38
<b>Figura 20:</b> Dados de carga hidráulica média dos poços de 3m <i>versus</i> as dos poços de 10m.....	38
<b>Figura 21:</b> Dados de carga hidráulica média dos poços de 6m <i>versus</i> as dos poços de 10m.....	39
<b>Figura 22:</b> Dados de carga hidráulica média dos poços nas profundidades de 3, 6 e 10m.....	40
<b>Figura 23:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de dezembro de 2002.....	41
<b>Figura 24:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de dezembro de 2002.....	42
<b>Figura 25:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de janeiro de 2003.....	42
<b>Figura 26:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de janeiro de 2003.....	43
<b>Figura 27:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de fevereiro de 2003.....	43



<b>Figura 28:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de fevereiro de 2003.....	44
<b>Figura 29:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de março de 2003.....	44
<b>Figura 30:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de março de 2003.....	45
<b>Figura 31:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de abril de 2003.....	46
<b>Figura 32:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de abril de 2003.....	46
<b>Figura 33:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de maio de 2003.....	47
<b>Figura 34:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de maio de 2003.....	47
<b>Figura 35:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de junho de 2003.....	48
<b>Figura 36:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de junho de 2003.....	48
<b>Figura 37:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de julho de 2003.....	49
<b>Figura 38:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de julho de 2003.....	49
<b>Figura 39:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de outubro de 2003.....	50
<b>Figura 40:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de outubro de 2003.....	51
<b>Figura 41:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de novembro de 2003.....	51
<b>Figura 42:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de outubro de 2003.....	52
<b>Figura 43:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de dezembro de 2003.....	52
<b>Figura 44:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de dezembro de 2003.....	53
<b>Figura 45:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de janeiro de 2004.....	53
<b>Figura 46:</b> Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de janeiro de 2004.....	54

<b>Figura 47:</b> Perfil com linhas equipotenciais (azul claro) e linhas de fluxo (azul escuro) ilustrando o comportamento do fluxo da água subterrânea. Dados do dia 19/12/02.....	55
<b>Figura 48:</b> Perfil com linhas equipotenciais (azul claro) e linhas de fluxo (azul escuro) ilustrando o comportamento do fluxo da água subterrânea. Dados do dia 19/12/02.....	56
<b>Figura 49:</b> Perfil com linhas equipotenciais (azul claro) e linhas de fluxo (azul escuro) ilustrando o comportamento do fluxo da água subterrânea. Dados do dia 20/04/03.....	57
<b>Figura 50:</b> Perfil com linhas equipotenciais (azul claro) e linhas de fluxo (azul escuro) ilustrando o comportamento do fluxo da água subterrânea. Dados do dia 20/04/03.....	58
<b>Figura 51:</b> Dados de precipitação diárias e cargas hidráulicas médias dos poços de monitoramento na profundidade de 3m. As barras representam os valores de precipitação e os pontos os de carga hidráulica.....	61
<b>Figura 52:</b> Isolinhas de desvio padrão dos poços de 3m durante a estação chuvosa.....	62
<b>Figura 53:</b> Isolinhas de desvio padrão dos poços de 3m durante a estação seca. Não há formação de isolinhas mostrando comportamento homogêneo dos poços.....	63
<b>Figura 54:</b> Isolinhas de desvio padrão dos poços de 6m durante a estação chuvosa.....	63
<b>Figura 55:</b> Isolinhas de desvio padrão dos poços de 6m durante a estação seca. Não há formação de isolinhas mostrando comportamento homogêneo dos poços.....	64
<b>Figura 56:</b> Isolinhas de desvio padrão dos poços de 10m durante a estação chuvosa.....	64
<b>Figura 57:</b> Isolinhas de desvio padrão dos poços de 10m durante a estação seca. Não há formação de isolinhas mostrando comportamento homogêneo dos poços.....	65
<b>Figura 58:</b> Grupos de poços com comportamentos semelhantes durante evento de precipitação na estação seca.....	66
<b>Figura 59:</b> Grupos de poços com comportamentos semelhantes durante evento de precipitação na estação chuvosa.....	66
<b>Figura 60:</b> Perfis esquemáticos de fatores que influenciam a recarga.....	69
<b>Figura 61:</b> A área dos poços utilizados nos cálculos dos fatores de contraste $F_c$ e $F_k$ .....	70
<b>Figura 62:</b> Mapa topográfico relativo a boca dos poços.....	72
<b>Figura 63:</b> Matriz de relação entre o contraste de topografia (m) e a recarga (mm) frente às precipitações (mm) para todas as estações climáticas.....	73
<b>Figura 64:</b> Matriz de relação entre o contraste de topografia (m) e a recarga (mm) frente às precipitações (mm) para a primeira estação chuvosa (dez/02 a mar/03).....	74
<b>Figura 65:</b> Matriz de relação entre o contraste de topografia (m) e a recarga (mm) frente às precipitações (mm) para a estação seca (abr/03 a set/03).....	74
<b>Figura 66:</b> Matriz de relação entre o contraste de topografia (m) e a recarga (mm) frente às precipitações (mm) para a segunda estação chuvosa (out/03 a jan/04).....	75
<b>Figura 67:</b> Mapa de isoespessura da zona não saturada na estação chuvosa.....	76
<b>Figura 68:</b> Mapa de isoespessura da zona não saturada na estação seca.....	77
<b>Figura 69:</b> Variação dos níveis d'água (P-4).....	78

<b>Figura 70:</b> Variação dos níveis d'água (P-26).....	78
<b>Figura 71:</b> Matriz de relação entre a espessura da zona não saturada (m) e a recarga (mm) frente às precipitações (mm) para todas as estações climáticas.....	79
<b>Figura 72:</b> Matriz de relação entre a espessura da zona não saturada (m) e a recarga (mm) frente às precipitações (mm) para a primeira estação chuvosa (dez/02 a mar/03).....	79
<b>Figura 73:</b> Matriz de relação entre a espessura da zona não saturada (m) e a recarga (mm) frente às precipitações (mm) para a segunda estação chuvosa (out/03 a jan/04).....	80
<b>Figura 74:</b> Matriz de relação entre a espessura da zona não saturada (m) e a recarga (mm) frente às precipitações (mm) para a estação seca (abr/03 a set/03).....	80
<b>Figura 75:</b> Valores (em mm) de precipitação individual dos poços no dia 15/12/03.....	81
<b>Figura 76:</b> Valores (em mm) de precipitação individual dos poços no dia 17/12/03.....	82
<b>Figura 77:</b> Valores (em mm) de precipitação individual dos poços no dia 21/12/03.....	82
<b>Figura 78:</b> Valores (em mm) de precipitação individual dos poços no dia 22/12/03.....	83
<b>Figura 79:</b> Valores (em mm) de precipitação individual dos poços no dia 23/12/03.....	83
<b>Figura 80:</b> Valores (em mm) de precipitação individual dos poços no dia 09/01/03.....	84
<b>Figura 81:</b> Valores (em mm) de precipitação individual dos poços no dia 16/01/03.....	84
<b>Figura 82:</b> Comportamento dos poços frente as precipitações individuais sobre os mesmos.....	85
<b>Figura 83:</b> Matriz de relação entre a influência da cobertura vegetal e a recarga (mm) frente às precipitações (mm) para todas as estações climáticas.....	86
<b>Figura 84:</b> Matriz de relação entre a influência da cobertura vegetal e a recarga (mm) frente às precipitações (mm) para a primeira estação chuvosa (dez/02 a mar/03).....	87
<b>Figura 85:</b> Matriz de relação entre a influência da cobertura vegetal e a recarga (mm) frente às precipitações (mm) para a estação seca (abr/03 a set/03).....	87
<b>Figura 86:</b> Matriz de relação entre a influência da cobertura vegetal e a recarga (mm) frente às precipitações (mm) para a segunda estação chuvosa (out/03 a jan/04).....	88
<b>Figura 87:</b> Mapa com setores de condutividade hidráulica próximos para profundidade de 3m (unidade em m/s).....	90
<b>Figura 88:</b> Mapa com setores de condutividade hidráulica próximos para profundidade de 6m (unidade em m/s).....	90
<b>Figura 89:</b> Mapa com setores de condutividade hidráulica próximos para profundidade de 10m (unidade em m/s).....	91
<b>Figura 90:</b> Mapa potenciométrico do dia 21/07/03 (unidade em m).....	92
<b>Figura 91:</b> Mapa potenciométrico do dia 30/10/03 (unidade em m).....	92
<b>Figura 92:</b> Mapa potenciométrico do dia 18/12/03 (unidade em m).....	93
<b>Figura 93:</b> Mapa potenciométrico do dia 13/01/04 (unidade em m).....	93
<b>Figura 94:</b> Mapa potenciométrico do dia 17/01/04 (unidade em m).....	94
<b>Figura 95:</b> Mapa potenciométrico do dia 21/01/04 (unidade em m).....	94

<b>Figura 96:</b> Matriz de relação entre o contraste de condutividade hidráulica e a recarga (mm) frente às precipitações (mm) para todas as estações climáticas.....	95
<b>Figura 97:</b> Matriz de relação entre o contraste de condutividade hidráulica e a recarga (mm) frente às precipitações (mm) para a primeira estação chuvosa (dez/02 a mar/03).....	96
<b>Figura 98:</b> Matriz de relação entre o contraste de condutividade hidráulica e a recarga (mm) frente às precipitações (mm) para a segunda estação chuvosa (out/03 a jan/04).....	96
<b>Figura 99:</b> Matriz de relação entre o contraste de condutividade hidráulica e a recarga (mm) frente às precipitações (mm) para a estação seca (abr/03 a set/03).....	97
<b>Figura 100:</b> Perfis com as concentrações dos traçadores cloreto e brometo na zona não saturada.....	98
<b>Figura 101:</b> Divisão realizada para o cálculo das vazões (Q) de entrada e saída tanto horizontal quanto vertical do aquífero.....	99
<b>Figura 102:</b> Representação das vazões hipotéticas entre dois poços.....	100
<b>Figura 103:</b> Representação das seções reais utilizadas para o cálculo da vazão entre dois poços.....	101
<b>Figura 104:</b> Ilustração da extrapolação das curvas de rebaixamento do aquífero para o cálculo por meio das variações episódicas e mensais.....	103
<b>Figura 105:</b> Gráfico de correlação entre a soma das precipitações ocorridas durante um episódio de elevação do nível d'água e a recarga (até 14 dias).....	105

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Métodos de quantificação de recarga divididos de acordo com a fonte hidrológica ou zona.....	11
<b>Tabela 2:</b> Fatores de correção da evapotranspiração potencial mensal, dada pelo nomograma de Thornthwaite para ajustá-la ao número de dias do mês e a duração do brilho solar diário, nos vários meses do ano e a latitude entre 15 graus norte e 37 graus sul.....	29
<b>Tabela 3:</b> Água disponível na zona não-saturada em função do tipo de solo (em mm).....	30
<b>Tabela 4:</b> Correlação estatística entre as cargas hidráulicas médias nas profundidades de 3, 6 e 10m. Os coeficientes em negrito representam correlações com significância estatística de 5%.....	37
<b>Tabela 5:</b> Correlação estatística entre as cargas hidráulicas médias nas profundidades de 3, 6 e 10m e a soma das precipitações de até sete dias antes da medida das cargas, para estação chuvosa. Os coeficientes em negrito representam correlações com significância estatística de 5%.....	59
<b>Tabela 6:</b> Correlação estatística entre as cargas hidráulicas médias nas profundidades de 3, 6 e 10m e a soma das precipitações de até sete dias antes da medida das cargas, para estação seca. Os coeficientes em negrito representam correlações com significância estatística de 5%.....	60
<b>Tabela 7:</b> Valores de condutividade hidráulica horizontal para os poços das três profundidades (m/s), através de <i>slug-test</i> com interpretação segundo Hvorslev, (1951).....	89
<b>Tabela 8:</b> Dados de recargas diferenciadas para as estações seca e chuvosa.....	100
<b>Tabela 9:</b> Resultados de recarga mensal.....	102
<b>Tabela 10:</b> Cálculo de correlação entre as precipitações ocorridas até 7 dias antes das medidas de nível d'água.....	103
<b>Tabela 11:</b> Cálculo mensal da recarga.....	104
<b>Tabela 12:</b> Cálculo da recarga por variações episódicas.....	105
<b>Tabela 13:</b> Cálculo da recarga pelo balanço hídrico.....	106
<b>Tabela 14:</b> Recargas mensais calculadas segundo os três métodos, e precipitações, em milímetros, para o período de dezembro 2002 a janeiro de 2004.....	108

## RESUMO

O processo de recarga é muito dinâmico e exerce grande influência nos traçados de tubos de fluxo em aquíferos livres e rasos. O objetivo deste projeto consistiu em avaliar os mecanismos controladores da recarga e em estabelecer o melhor método para a sua estimativa, entre as técnicas de variação do nível potenciométrico, balanço hídrico e aproximações darcinianas. O estudo teve lugar em um campo experimental localizado no Parque Ecológico Tietê, zona leste de São Paulo, em uma planície aluvionar quaternária, associada à sedimentação do rio Tietê. Em uma área de 480m<sup>2</sup>, foram perfurados 81 poços em três profundidades (3, 6 e 10m), com monitoramento dos níveis potenciométricos entre diários e semanais. As chuvas foram medidas diariamente, através de pluviômetro especialmente instalado no local.

Os resultados não mostraram relações claras entre a recarga e o contraste de topografia (zonas mais baixas na superfície do terreno que causam maior infiltração), a espessura da zona não saturada, os efeitos de interceptação em árvores e a heterogeneidade na distribuição espacial das chuvas. A condutividade hidráulica horizontal do aquífero foi o único parâmetro que apresentou uma influência observável. Essa falta de correlação foi explicada pela atuação dependente de cada um desses parâmetros, que agindo em tempos diferentes, controlam de forma particular a recarga.

O comportamento do aquífero é diferenciado dentro de cada uma das estações observadas (chuvosa e seca). Durante o período chuvoso, há uma rápida correlação entre as cargas hidráulicas e as precipitações, predominando o fluxo descendente. No período de seca, é dominante o fluxo ascendente entre as profundidades de 3 e 6m e não há uma correlação entre as cargas hidráulicas e as precipitações.

Dos três métodos de estimativa apresentados, o da **variação do nível potenciométrico** se mostrou mais sensível, permitindo registrar recargas diárias ou por eventos de chuva. Durante o período de estudo (dezembro de 2002 a janeiro de 2004), a recarga na área foi de 215mm/ano, para uma precipitação total de 1353mm/ano. O método de **aproximações darcinianas** registrou os menores valores de recarga (20,5mm/ano), inclusive no segundo período de chuvas, entre os meses de outubro de 2003 a janeiro de 2004 o método não registrou recarga. Tal fato foi atribuído à frequência nas medidas dos níveis de água que deixou de ser diária, passando, neste período, a semanal. O método do **balanço hídrico** apresentou os maiores valores de recarga

(293mm/ano), muito embora a tenha registrado somente nos meses de dezembro (2003 e 2004) e janeiro (2003 e 2004).

Do exposto nota-se que para um aquífero tão dinâmico como o livre e raso, onde as precipitações se convertem em recarga em menos de 24 horas, o método de **variação do nível potenciométrico** foi a que melhor a estimou. Entretanto, há necessidade de uma boa rede de monitoramento, associado a medições de níveis pelo menos diários em épocas com chuva, e semanal, nas estiagens, em ambas as estações.

## ABSTRACT

The recharge is a dynamic process and has a great influence on the lineation of streamtubes in shallow and unconfined aquifers. This project aims at evaluating the recharge controlling mechanisms and establishing the best method for its estimation, among potentiometric level variation techniques, water balance and darcyan approaches. The study was carried out on an experimental field located at the Tietê Ecological Park (Parque Ecológico do Tietê), East zone of the city of São Paulo, on an alluvial quaternary area, associated to Tietê River sedimentation. In a 480m<sup>2</sup> area, 81 wells in three different depths (3, 6 and 10 meters) were drilled, with daily and weekly potentiometric level monitoring. Rainfall events were measured on a daily basis, through a pluviometer specially installed at the place.

The results did not show clear relationships among recharge and topography contrast (lower zones on the surface of the terrain, which cause higher percolation), unsaturated zone thickness, trees interception effects and heterogeneity in rainfall spatial distribution. The aquifer horizontal hydraulic conductivity was the only parameter which presented an observable influence. This lack of correlation was explained by the dependant actuation of each one of these parameters that, acting in different times, control the recharge in a particular way.

Aquifer behaves on a different way in each one of the observed seasons (rainy and dry). During the rainy period, there is a fast correlation between hydraulic head and precipitations, with predominance of descending flow. In the dry period, there is a predominance of ascendant flow between 3 and 6 meters depth.

From the three estimation methods presented, potentiometric level variation was more sensitive, allowing to record daily recharges or rainfall events. During the period of study (December, 2002 to January, 2004), recharge in the areas was 215 mm/year, for a total precipitation of 1.353 mm/year. The darcyan approaches method registered the lowest recharge values (20.5 mm/year), including on the second rainy period - between October, 2003 and January, 2004 - when the method did not register any recharge. This fact was attributed to the frequency on the water level admeasurement: it was no longer a daily but a weekly admeasurement at this period.

The water balance method presented the greatest recharge values (293 mm/year), although it had been registered only during December (2003 and 2004) and January (2003 and 2004).



It can notice that, for a dynamic shallow and unconfined aquifer, in which precipitations are converted into recharge in less than 24 hours, potentiometric level variation was the one which better estimated it. Nevertheless, there is need of a monitoring network, associated to at least daily level measurements in rainy periods and, weekly, during droughts, in both seasons.

## 1. INTRODUÇÃO

O estudo do fluxo de água subterrânea, da recarga e do transporte de poluentes em aquíferos livres e rasos revela sua grande importância quando eles são analisados quanto a duas características: vulnerabilidade a poluentes e localização geográfica.

- Vulnerabilidade a poluentes: Aquíferos livres e rasos são altamente vulneráveis, uma vez que a espessura de sua zona não saturada é bastante reduzida, facilitando o transporte de poluentes que possam vir a atingir a zona saturada (FOSTER & HIRATA, 1988). Em países tropicais, a situação é agravada, já que neles a existência de uma estação chuvosa eleva o grau de saturação da zona não saturada, aumentando assim a eficiência do transporte durante os meses de maior pluviosidade.
- Localização geográfica: Os aquíferos livres e rasos são comumente encontrados em planícies aluvionares geralmente intensamente povoadas. Observa-se que uma parte considerável da população, principalmente na zona rural mas também na periferia e nas favelas da zona urbana, é abastecida, através de poços cacimba, por água proveniente da porção superior daqueles aquíferos rasos. Aquela mesma faixa de população emprega fossas sépticas ou negras como meio de eliminação de esgoto e pode eventualmente contaminar a própria água que consome.

É possível avaliar a dimensão do problema de contaminação de aquíferos livres e rasos no País devido a combinação das duas características citadas acima quando se examinam dados populacionais encontrados na literatura. Acredita-se que no Brasil, 51% da população utilize fossas rudimentares ou não possua qualquer sistema de saneamento. Particularmente em favelas, onde é grande a concentração de fossas negras próximas à poços cacimba, estima-se que vivam mais de 1,3 milhão de pessoas apenas no Estado de São Paulo (IBGE, 1991), muitas delas em regiões de pequena profundidade de nível d'água subterrânea.

A quantificação da recarga de um aquífero é um elemento chave para avaliar a sua exploração sustentável e o estudo dos mecanismos controladores desse processo permite melhor entendimento do modelo conceitual de circulação das águas subterrâneas.

Estudos recentes (VARNIER & HIRATA, 2002; VARNIER & HIRATA, 2004) verificaram que a rápida recarga em aquíferos livres e rasos causa mudanças importantes no fluxo advectivo e nos movimentos de dispersão de plumas contaminantes, levando ao

questionamento da validade e da acurácia dos métodos tradicionais de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas.

Estes estudos foram realizados numa porção de um aquífero livre e raso no Centro de Lazer Engenheiro Goulart, Parque Ecológico do Tietê (PET - EG), na Bacia Sedimentar de São Paulo, município de São Paulo. Em uma área de aproximadamente 2500m<sup>2</sup> foram instalados 68 poços de 3m e três poços de 5m de profundidade com intuito de estudar a hidroquímica da área impactada por uma fossa séptica, principalmente quanto ao comportamento dos elementos da série nitrogenada. Além disso este estudo fez algumas constatações:

- Alta heterogeneidade da condutividade hidráulica;
- Grandes alterações temporal e espacial nos níveis estáticos dos poços de monitoramento; e
- Comportamento errático dos poluentes em função do tempo.

Estas observações motivaram a realização deste projeto, visto que, para a formulação de modelos como o conceitual e o numérico é fundamental o entendimento e a quantificação da recarga.

## **2. OBJETIVOS**

Este projeto estudou com elevado detalhe uma pequena área no Parque Ecológico do Tietê objetivando principalmente:

- Avaliar os mecanismos controladores da recarga em um aquífero livre e raso e verificar a relação entre a variação dos níveis potenciométricos e a precipitação;
- Quantificar a recarga ao longo do tempo, através dos métodos do balanço hídrico, da variação do nível potenciométrico e de aproximações darcynianas, comparando-os e analisando-os criticamente.

### 3. ÁREA DE ESTUDO

#### 3.1. Localização

A área de estudo está situada no Centro de Lazer Engenheiro Goulart-Parque Ecológico do Tietê (PET - EG), município de São Paulo, na divisa com Guarulhos (Figura 1). O PET - EG dista 35km do centro da capital e o acesso é facilitado pela rodovia Ayrton Senna. Foi apresentado em 1976 o projeto de construção do parque, com a finalidade de preservar as várzeas do rio Tietê e combater, juntamente com outras obras (barragens, retificação do rio, desassoreamento), as enchentes na Região Metropolitana da Grande São Paulo.

Com uma área total de 12,5 milhões de metros quadrados, o PET-EG é administrado pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) da Secretária Estadual de Recursos Hídricos, desde a sua fundação em 1982.

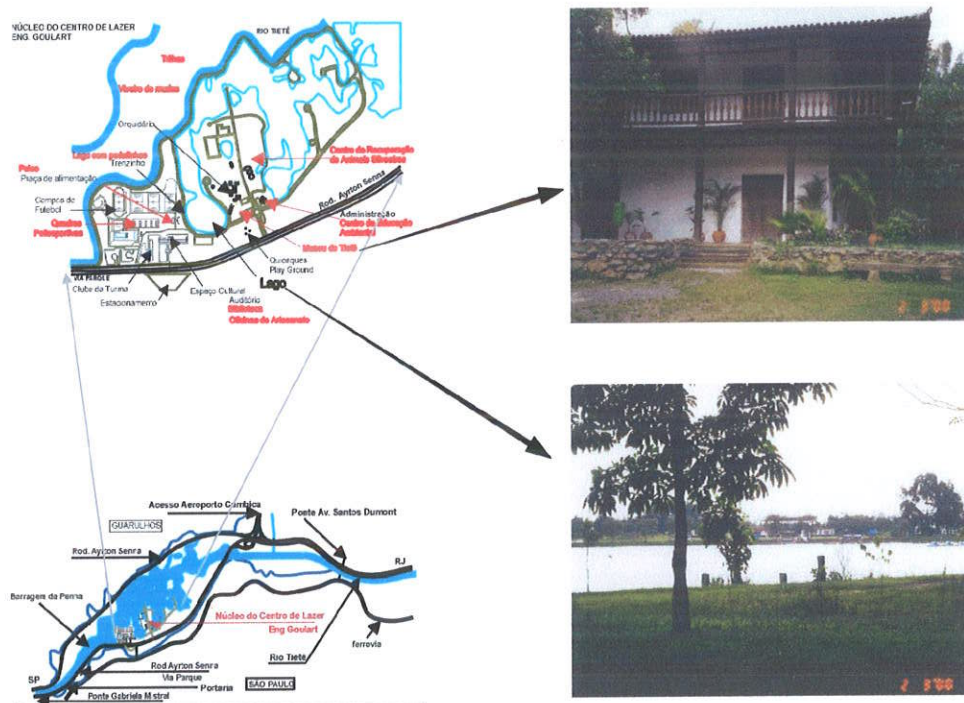


Figura 1: Localização da área de estudo.

#### 3.2. Contexto Geológico Regional

A área de estudo está situada na Bacia Sedimentar de São Paulo, a qual integra o Rift Continental do Sudeste do Brasil, em conjunto com outras bacias tafrogênicas continentais, como a de Curitiba, Taubaté, Resende e Volta Redonda (RICCOMINI, 1989).

O embasamento de idade proterozóica superior é formado essencialmente por rochas metamórficas (migmatitos, gnaisses graníticos, milonitos, xistos e quartzitos) e granitos sin e pós-tectônicos do denominado Cinturão Ribeira (ALMEIDA *et al.*, 1973). A região também foi conhecida como de Região de Dobramentos Sudeste por HASUI *et al.* (1978a) e SCHOBENHAUS *et al.* (1984) e Província da Mantiqueira por ALMEIDA & HASUI (1984). Tal embasamento é coberto pelos sedimentos do Grupo Taubaté, de idade terciária, composto pelas formações Resende, Tremembé, São Paulo superposto pela Formação Itaquaquetuba (RICCOMINI & COIMBRA, 1992).

A Formação Resende apresenta depósitos de leques aluviais que gradam para depósitos relacionados a rios entrelaçados. Já a Formação Tremembé corresponde a depósitos lacustres (sedimentos argilosos), enquanto a Formação São Paulo apresenta sedimentos de depósitos de sistema fluvial meandrante. RICCOMINI (1989) reconheceu duas litofácies principais nesta Formação: a primeira composta por arenitos grossos, conglomeráticos e a segunda por arenitos de granulometria média a grossa com granodecrescência até sedimentos mais pelíticos. Na Formação Itaquaquetuba os tipos de depósitos observados são associados a um sistema fluvial entrelaçado. As coberturas quaternárias presentes na bacia são representadas por coluviões e aluviões em várzeas e terraços baixos.

### **3.3. Contexto Hidrogeológico Regional**

A área encontra-se na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (BAT), constituída de dois grandes sistemas aquíferos distintos: o Sistema Aquífero Cristalino (SAC), formado pelas rochas Pré cambrianas fraturadas ou alteradas e o Sistema Aquífero Sedimentar (SAS), formado pelos sedimentos presentes na bacia.

O SAC associa-se ao embasamento proterozóico da Bacia de São Paulo. Este sistema é de caráter livre a semi-livre e fortemente heterogêneo e anisotrópico em relação às características hidráulicas. O fluxo da água subterrânea se dá pela percolação da água por meio dos interstícios gerados na rocha pela da ação intempérica, e pelas fraturas existentes na rocha.

É possível distinguir duas unidades aquíferas neste sistema, avaliando-se o comportamento hidráulico, uma associada as rochas graníticas e filíticas (Aquífero de Rochas Graníticas) e outra as rochas metamórficas (Aquífero de Rochas Metamórficas) (HIRATA & FERREIRA, 2001). Nas porções intemperizadas a condutividade hidráulica é função do nível do perfil de alteração da rocha. O terço superior do perfil de alteração

apresenta condutividades hidráulicas muito baixas ( $1 \times 10^{-7}$  a  $1 \times 10^{-6}$  m/s) enquanto na zona de transição, entre a rocha relativamente alterada e a rocha sã, são observadas condutividades muito altas ( $1 \times 10^{-4}$  a  $1 \times 10^{-3}$  m/s) (REBOUÇAS, 1992).

Do ponto de vista econômico, este sistema aquífero apresenta baixa produtividade com uma capacidade específica média da ordem de  $0,34 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ , mas com condições de exploração (DAEE, 1975).

O SAS da Bacia de São Paulo é formado pelos sedimentos Terciários, das Formações São Paulo e Resende Membro Inferior e Superior (RICCOMINI & COIMBRA, 1992), e quaternários depositados pelos rios principais e tributários menores.

Este sistema aquífero é de caráter livre a semi-confinado, de porosidade primária e bastante heterogêneo. O SAS pode ser dividido em duas unidades aquíferas: uma associada à Formação São Paulo, com uma capacidade específica média de  $0,48 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ , e outra associada à Formação Resende, com capacidade específica média de  $0,91 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$  (HIRATA & FERREIRA, 2001). A Formação Itaquaquetuba, que apresenta condições aquíferas para exploração (IRITANI, 1993), possui ligações hidráulicas com a Formação São Paulo que não permitem diferenciá-las como aquíferos distintos e também devido a sua pequena expressão em área superficial.

Dentro de uma mesma unidade pode ser observada uma grande variação de produtividade, conforme demonstrado por HIRATA *et al* (2002). As maiores produtividades do SAS estão associadas às áreas de maior espessura saturada e predominância da Formação Resende em relação à Formação São Paulo.

O modelo de fluxo regional mais aceito mostra que as águas das chuvas recarregam o aquífero em toda a sua extensão não impermeabilizada. Além da recarga provinda da chuva, o aquífero é recarregado pelas águas provindas da fuga da rede pública de abastecimento de água (19,7% do total distribuído), de coleta de esgoto (5% do total recolhido) (HIRATA *et al.*, 2002) de sistemas de saneamento *in situ* (fossas sépticas e negras) e das galerias pluviais (volume não determinado) (LIMA *et al.*, 2004). Ao ingressarem no aquífero, as águas fluem em direção as áreas de descarga (drenagens superficiais). O rio Tietê representa, junto a soleira de Barueri (710msnm), o ponto de menor potencial hidráulico do aquífero e para onde todas as águas drenadas dos dois sistemas aquíferos finalmente fluem. No entanto o regime de bombeamento encontrado hoje na BAT tem rebaixado os níveis aquíferos abaixo de 710msnm modificando o traçado original das linhas de fluxo.

## 4. RECARGA

### 4.1. Processo de recarga

A recarga é definida, de modo geral, como sendo o fluxo de água descendente que atinge o nível d'água, tornando-se uma adição ao reservatório de água subterrânea (LERNER *et al.*, 1990; CUSTÓDIO & LLAMAS, 1983; DE VRIES & SIMMERS, 2002). Um dos mecanismos que controla este fluxo é a percolação descendente de água gerada pelo excesso de umidade no solo, ou seja, pela água que não sofre evapotranspiração (excesso de infiltração).

A infiltração refere-se ao movimento da água da superfície para a subsuperfície (CUSTÓDIO, 1998). Em alguns estudos de zona não saturada, os termos infiltração efetiva, drenagem ou percolação também são utilizados para descrever o movimento abaixo da zona de raízes (SCANLON *et al.*, 2002). Esta definição de recarga apesar de amplamente aceita apresenta problemas conceituais (BALEK, 1988; DE VRIES & SIMMERS, 2002). Normalmente a recarga de uma certa área é considerada como sendo o excesso de infiltração sobre ela. No entanto nem toda água que infiltra no solo atinge o nível d'água, pois o fluxo descendente pode ser obstruído por horizontes de baixa condutividade hidráulica e desaparecer como interfluxo próximo a depressões locais.

Um problema similar em áreas com níveis d'água próximos à superfície (muito rasos) está associado com a escala de tempo: a água pode estar inicialmente ligada ao reservatório de água subterrânea, mas pode ser subsequentemente extraída por evapotranspiração através de árvores denominadas freatófitas (GUYMON, 1994) (Figura 2).

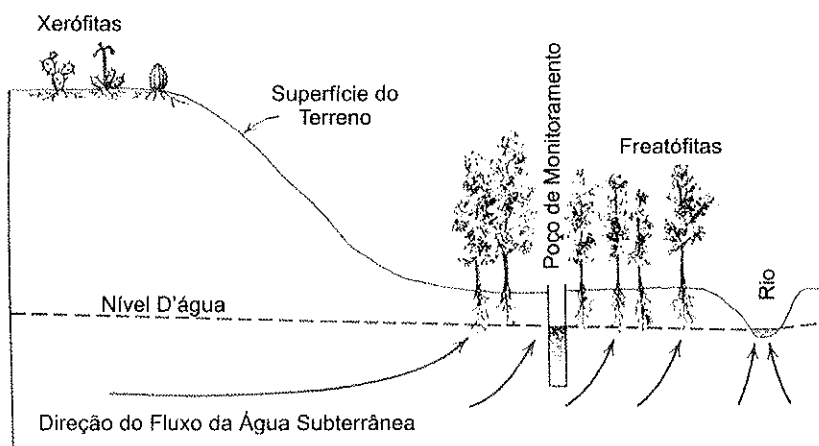


Figura 2: Esquema de evapotranspiração do nível d'água (DAVIS & DE WIEST, 1966).

Há portanto uma clara distinção entre potencial total de água para a recarga e a água que atinge o nível d'água. RUSHTON (1988 e 1997, *apud* SCANLON *et al.*, 2002) distingue a recarga real (estimativa da água que atinge o nível d'água), da recarga potencial (estimativa da água de superfície e da zona não saturada que pode ser infiltrada até o nível d'água).

Segundo LERNER (1997, *apud* SCANLON *et al.*, 2002) muitas vezes a recarga equivale ao fluxo descendente que atravessa a zona de raízes. No entanto define a recarga como sendo a água que atinge o aquífero de diferentes posições (por cima, por baixo ou lateralmente).

#### 4.2. Tipos de recarga

Os principais mecanismos de recarga foram conceitualmente definidos por LERNER. (1990) como:

- Recarga direta (ou difusa): água adicionada ao reservatório de água subterrânea pelo excesso de umidade do solo e evapotranspiração através da percolação vertical direta pela zona vadosa;
- Recarga Indireta (ou preferencial): percolação para o nível d'água do aquífero por meio do leito dos cursos de águas superficiais;
- Recarga Intermediária: é uma forma intermediária de recarga resultante da concentração de água em superfícies horizontais, na ausência de canais bem definidos.

A recarga também pode ser classificada em função do tempo, conforme definido abaixo:

- Recarga de curta duração: ocorre após grandes eventos de chuva em regiões onde não há períodos de seca e umidade bem definidos. Este tipo de recarga foi descrito por SOPHOCLEOUS & PERRY (1985), que demonstraram a influência das condições de umidade antes das precipitações, da espessura do aquífero e a natureza da zona não saturada, e por SHARMA & HUGHES (1985), que observaram a influência dos fluxos preferenciais no solo;
- Recarga sazonal: ocorre regularmente em regiões com períodos chuvosos e secos, durante o período de chuvas, e em regiões de clima temperado durante o degelo;
- Recarga perene: pode ocorrer em partes de trópicos úmidos onde existe fluxo de água descendente permanente devido ao regime de chuvas;



- Recarga histórica: aquelas que ocorreram em tempos remotos e contribuíram para a formação das reservas de águas subterrâneas presentes. Este tipo de recarga está relacionado com o tempo de residência das águas subterrâneas, que pode ser de milhares de anos.

#### **4.3. Fatores que influenciam a recarga**

RUSHTON (1988) listou diversos fatores que afetam a recarga:

- Superfície do terreno: topografia, escoamento superficial, cobertura vegetal e evapotranspiração real;
- Irrigação: frequência e intensidade da irrigação, perda de canais e cursos d'água, aplicações nos campos, preparação da terra, perda nos campos e parques e jardins nas áreas urbanas;
- Rios: podem ser influentes, efluentes ou suspensos com relação ao aquífero;
- Zona de solo: natureza do solo, profundidade, propriedades hidráulicas, variabilidade do solo, distribuição espacial e profundidade das raízes no solo e fraturamento do solo no secamento ou ondulações criadas por molhamento, conteúdo de umidade do solo;
- Zona não saturada: mecanismos de fluxo na zona não saturada e zonas com diferentes condutividades hidráulicas;
- Aquífero: capacidade do aquífero em receber água e variação da condição do aquífero com o tempo (fluxo de escoamento da água).

A interação do clima, geologia, geomorfologia, condições do solo e vegetação determinam os processos de recarga.

Em geral, a recarga em áreas (semi) áridas são mais susceptíveis às condições próximas à superfície do que às regiões úmidas. A percolação profunda em áreas úmidas é preferencialmente controlada pelo excesso da precipitação potencial (chuva menos evapotranspiração potencial) e a capacidade de infiltração do solo, de transporte e de armazenamento em subsuperfície. Em áreas (semi) áridas, entretanto, a evapotranspiração potencial excede as chuvas. Desta maneira, a recarga depende particularmente de um evento de chuva intenso e de curta duração, acumulação de água em depressões e canais que facilitam a percolação da água por meio da rápida percolação por fendas, fissuras ou canais de solução, evitando assim o efeito da evapotranspiração. Um exemplo é o que ocorre nas areias do Kalahari onde a alta capacidade de infiltração combinada com a alta retenção de armazenamento durante a estação chuvosa de verão e subsequente alta evapotranspiração pela vegetação durante

a estação seca impõe que uma pequena parte d'água passe pela zona de raízes para contribuir com a recarga do aquífero.

Já as variações na geomorfologia refletem diferenças na topografia, vegetação e tipo de solo, o que pode influenciar na recarga. A influência da topografia no fluxo da água subterrânea local e regional foi demonstrado por TÓTH (1963, *apud* SCANLON *et al.*, 2002). A recarga é geralmente considerada como ocorrendo em topografias mais altas e a descarga em topografias mais baixas nas regiões úmidas, enquanto nas regiões de vales aluvionares áridos, a recarga normalmente ocorre em pontos localizados de topografias mais baixas, como em canais de rios temporários. A recarga induzida por variações topográficas mais baixas é também importante para escala local (GIESKE, 1990 *apud* DE VRIES & SIMMERS, 2002; KAFRI & BEN ASHER, 1978). Ou seja, elevações ou depressões (centimétricas a métricas) têm importante influência na recarga. As elevações podem gerar escoamento superficial diminuindo a taxa de infiltração local e as depressões, acumular água aumentando a taxa de infiltração.

A cobertura vegetal é importante no estabelecimento do potencial da recarga de uma área (GEORGE *et al.*, 1999), A recarga é geralmente muito maior em áreas não vegetadas do que vegetadas (GEE *et al.*, 1994) e maiores em áreas de plantio e pastagens do que em áreas de árvores e arbustos (PRYCH, 1998 *apud* SCANLON *et al.*, 2002).

Apesar da complexidade da recarga em função de todos estes mecanismos descritos, alguns autores definem porcentagens das precipitações que tornam-se recargas efetivas, de acordo com o clima da região. BOUWER (1989) e TYLER *et al.*, (1996) definem que a recarga direta é cerca de 30-50% das precipitações em climas de temperaturas úmidas, 10-20% em climas do tipo mediterrâneo e de 0-2% em climas secos. No entanto EDMUNDS *et al.* (2002) mostram que a recarga na região norte da Nigéria, de clima semi-árido, é de 8% das precipitações ocorridas, ou seja, quatro vezes maior do que o valor proposto.

Estas diferenças de valores se devem a particularidades de cada área estudada, pois a recarga não é só altamente dependente das condições climáticas, mas também das condições superficiais e sub-superficiais, as quais são determinados pela história geológica como paleoclima e evolução paleohidrológica, sendo geralmente únicas para uma dada região.

#### **4.4. Recarga em aquíferos livres e rasos**

As características de recarga e descarga de aquíferos rasos é de crucial importância para o desenvolvimento e a gestão de aquíferos, bem como a minimização dos riscos de poluição dos aquíferos (ARNOLD *et al.*, 2000). Com isso houve uma intensificação de estudos sobre este tipo de aquífero nos últimos anos.

Os estudos têm mostrado que a recarga de aquíferos livres e rasos é complexa e depende muito da ocorrência, intensidade e duração da precipitação, temperatura do ar, umidade do solo, velocidade do vento, bem como características e espessura do solo e/ou rocha sobre o nível d'água, superfície topográfica, vegetação e uso da terra.

Segundo SOPHOCLEOUS & PERRY (1985), a recarga de aquíferos rasos ocorre geralmente através do fluxo vertical pela zona não saturada aproximadamente normal ao nível d'água. No entanto, trabalhos recentes têm mostrado que a recarga de aquíferos rasos é muito específica de cada área não podendo ser generalizada. SANTIAGO *et al.* (2001), estudando aquífero raso localizado no nordeste do Brasil constatou, através de análises de  $\delta^{18}O$ , que a recarga na área estudada ocorre preferencialmente através do rio, durante eventos de inundação com as chuvas sendo um processo secundário de recarga, a infiltração vertical provinda das chuvas que não causam inundações. GOES (1999) constatou que a recarga ocorre através dos fluxos preferenciais por meio de macroporos durante os grandes eventos de chuva em aquífero semi-árido na Nigéria.

MACPHERSON & SOPHOCLEOUS (2004) monitoraram um aquífero livre e raso no nordeste de Kansas (EUA), quinzenalmente durante dois anos, através de poços em três profundidades (3, 5 e 10m). O estudo analisou a química da água, os níveis d'água dos poços, os dados pluviométricos, as medidas de condutividade hidráulica da zona saturada e não saturada e o acompanhamento das frentes de molhamento por meio de sonda de nêutron. De acordo com os resultados observados estabeleceu-se um modelo conceitual da recarga para aquífero. Neste modelo a recarga através do fluxo de base é que causa a rápida ascensão dos níveis d'água, sendo o fluxo vertical através da zona não saturada o mecanismo secundário da recarga.

#### **4.5 Métodos de estimativa de recarga**

Os métodos de estimativa de recarga podem ser divididos com base nas três fontes hidrológicas ou zonas, conforme a tabela abaixo:

**Tabela 1:** Métodos de quantificação de recarga divididos de acordo com a fonte hidrológica ou zona.

<b>Fontes hidrológicas ou zonas</b>	<b>Métodos</b>
Águas Superficiais	Balanço hídrico – canal
	Permeâmetro
	Fluxo de base
	Traçador de calor
	Traçadores isotópicos
	Modelos numéricos
Zona Não Saturada	Lisímetros
	Plano de fluxo nulo
	Lei de Darcy
	Traçadores aplicados
	Traçadores históricos
	Traçadores ambientais
	Modelos numéricos
Zona Saturada	Variação do nível d'água
	Lei de Darcy
	Datação da água subterrânea
	Traçador ambiental
	Modelo numérico

Cada uma das fontes hidrológicas ou zonas apresentam relações distintas com a recarga. A recarga relacionada com os corpos d'água superficiais depende da classe de conexão entre o corpo de água superficial e o sistema de fluxo da água subterrânea. Regiões úmidas são geralmente caracterizadas pelo ganho de água dos corpos superficiais por causa da descarga da água subterrânea nos canais e lagos. Em contraste, regiões áridas, pela perda de água dos canais para o aquífero. Então os corpos superficiais formam freqüentemente nestas regiões áreas de recarga localizada. As técnicas de estimativa de recarga usando dados de água superficial avaliam em ganho ou perda de água pelos corpos superficiais.

Os métodos de zona não saturada para estimativa de recarga são mais aplicados em regiões áridas e semi-áridas, onde a zona não saturada é normalmente mais espessa. Estes métodos geram estimativas do potencial de recarga baseado nas taxas de

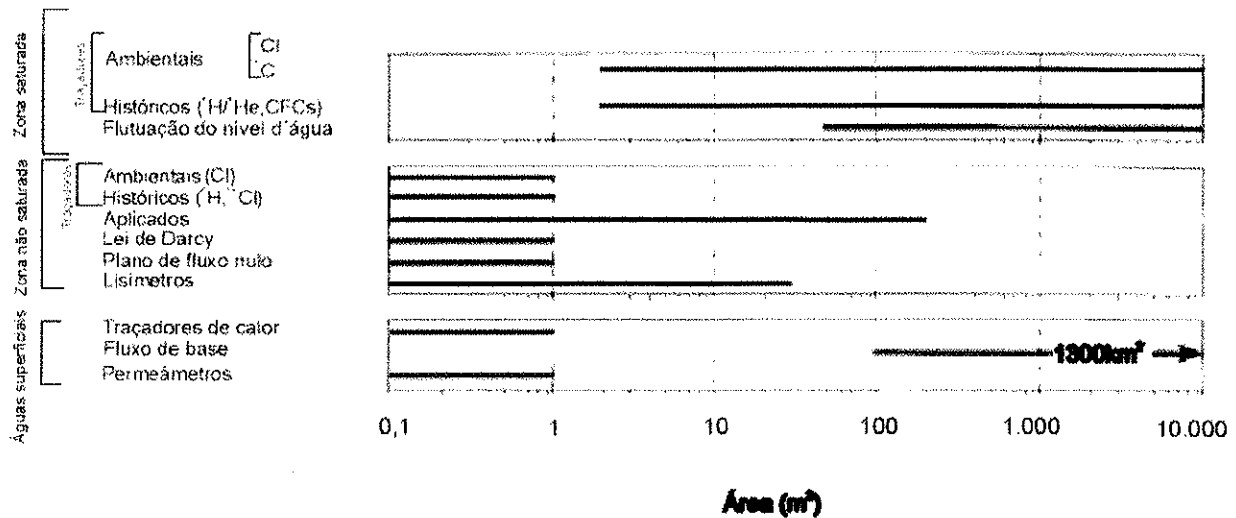
drenagem abaixo da zona de raízes, entretanto, em alguns casos, a drenagem é desviada lateralmente e não atinge o nível d'água. Em adição, taxas de drenagem em zona não saturada espessa nem sempre refletem em taxas de recarga pois muitas vezes não atingem o nível d'água.

Enquanto os métodos da zona não saturada geram estimativas pontuais de recarga, as da zona saturada promovem estimativas de áreas maiores. As técnicas da zona saturada mostram evidências da recarga real (atingem o nível d'água), enquanto as de água superficial e de zona não saturada provêem estimativas de drenagem ou recarga potencial.

Além das diferenças apresentadas pelas técnicas quanto a fonte hidrológica ou zona, elas podem diferir também na variação da taxa de recarga que estimam e nas escalas espacial e temporal que representam (SCANLON *et al.*, 2002).

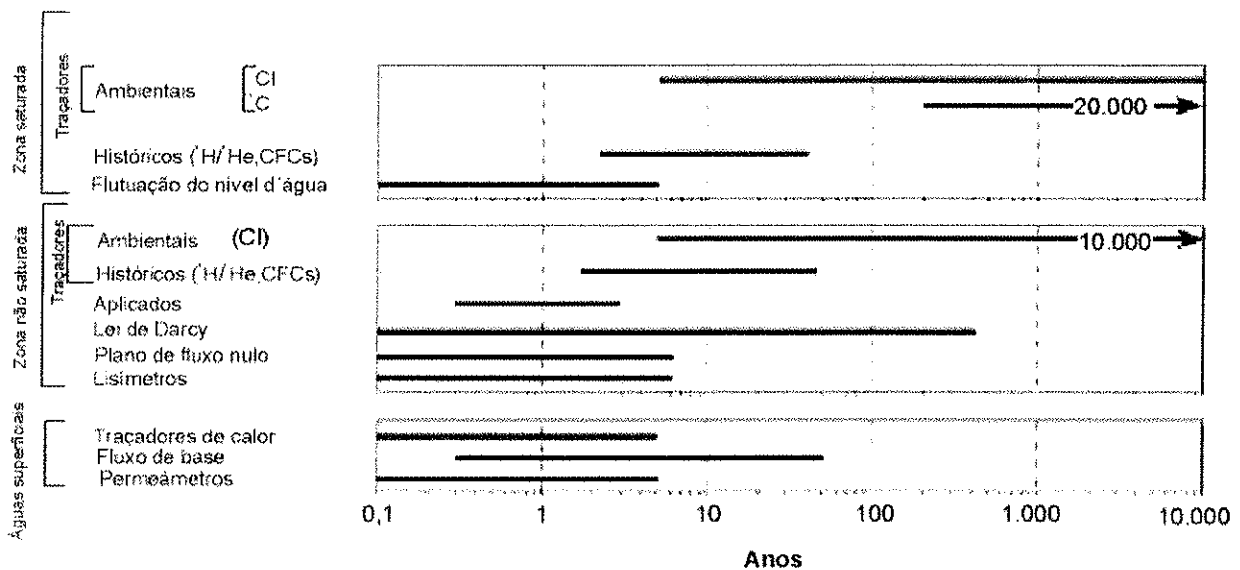
Algumas técnicas têm definido restrições às taxas de recarga que elas podem estimar. Por exemplo, a aplicação de traçadores em superfície e utilização de traçadores históricos na zona não saturada requer uma taxa mínima de recarga para transportar os traçadores através da zona de raízes. Em adição, traçadores históricos na zona saturada, como  $^3\text{H}/^3\text{He}$ , necessitam de uma taxa de recarga de aproximadamente 30mm/ano para confinar o  $^3\text{He}$  (SCANLON *et al.*, 2002).

As áreas superficiais (escala espacial) representadas pela estimativa da recarga variam de acordo com a técnica utilizada (Figura 3). Em geral, os métodos baseados em dados de zona não saturada geram estimativas pontuais ou representam áreas pequenas, enquanto técnicas de águas superficiais e algumas de zona saturada representam áreas maiores.



**Figura 3:** Escala de espaço adequada para as técnicas de estimativa de recarga (SCANLON *et al.*, 2002).

Quanto a escala temporal, as taxas de recarga apresentadas são variáveis (Figura 4). Algumas técnicas de água superficial resultam em estimativas de recarga de curto período de tempo (escala de evento) e estimativas em escala de tempo maiores são obtidas pela soma dos eventos individuais. Métodos de zona não saturada, como lisímetros, plano de fluxo nulo e traçadores aplicados; e de zona saturada, variação do nível d'água, promovem estimativas de recarga também em escala de tempo menores. As técnicas de modelo numérico podem produzir recargas em escala de tempo maiores.



**Figura 4:** Escala de tempo adequada para as técnicas de estimativa de recarga (SCANLON *et al.*, 2002).

O objetivo do estudo de recarga entra como parte fundamental na determinação da técnica mais apropriada para quantificação da recarga pois determina as escalas espacial e temporal requeridas. As fontes e os mecanismos de recarga também podem definir o método a ser utilizado.

A acurácia e a confiabilidade da recarga influencia na escolha da técnica. Os métodos de zona saturada geralmente geram estimativas de recarga real enquanto os de água superficial e de zona não saturada estimam o potencial de recarga.

Por causa das incertezas associadas a cada técnica de estimativa de recarga, o uso de duas ou mais é recomendado para construção do cenário de recarga (SCANLON *et al.*, 2002). Em alguns casos, as diferentes técnicas complementam-se e refinam o modelo conceitual de recarga.

O processo de estimativa de recarga é interativo e envolve refinamento contínuo das taxas de recarga por meio de dados adicionais coletados.

## **5. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **5.1. Perfuração e instalação dos poços.**

Os poços estão distribuídos em uma malha retangular de 16X20m, espaçados a cada 4m. Estes poços foram perfurados pela empresa *American Drilling do Brasil*, através de uma perfuratriz rotativa hidráulica montada sobre esteiras (Figura 5), empregando trados ocos de 10½" de diâmetro e 1,20m de comprimento (Figura 6) e sem fluido de perfuração (*Hollow-Stem Auger*). Em cada ponto da malha, a perfuração se estendeu até aproximadamente 10m de profundidade, após a qual foi descido um revestimento de PVC geomecânico com diâmetro de 50mm e comprimento 50cm maior que a profundidade do poço, com seção filtrante nos últimos 0,5m (ranhuras de 0,50mm) (Figura 7). Após a colocação do revestimento, o furo foi preenchido com pré-filtro do tipo pérola de granulometria entre 1 e 2mm até a profundidade de 9m. Posteriormente foram inseridos no furo, sacos de PVC preenchidos com bentonita em pó (Figura 8), que foram perfurados através de uma haste pontiaguda. Os sacos de PVC foram empregados para garantir que a bentonita não compactasse na superfície freática, já que a alta permeabilidade de alguns poços impossibilitou que os furos fossem esgotados para a instalação do revestimento. O procedimento foi repetido até que a camada de bentonita atingisse a profundidade de 6m. Após a descida do revestimento de polipropileno de 1" de diâmetro e 6,5m de comprimento, com seção filtrante semelhante ao tubo de 10,5m (Figura 9), foi

inserido o pré-filtro, desta vez até a profundidade de 5m. A bentonita foi mais uma vez adicionada através dos sacos de PVC até atingir a profundidade de 3m. Finalmente, foi descido um outro revestimento idêntico ao anterior com comprimento de 3,5m. O furo foi preenchido com pré-filtro até 3m de profundidade e selado com bentonita do tipo Compactolit® até a superfície. Os revestimentos foram então cortados para que suas bocas ficassem com elevação levemente superior à da superfície do terreno. O acabamento foi feito com concreto e câmaras de calçada. A Figura 10 apresenta o perfil construtivo esquemático destes poços e a Figura 11 mostra um conjunto recém-instalado.



**Figura 5:** Perfuratriz rotativa hidráulica montada sobre esteiras.





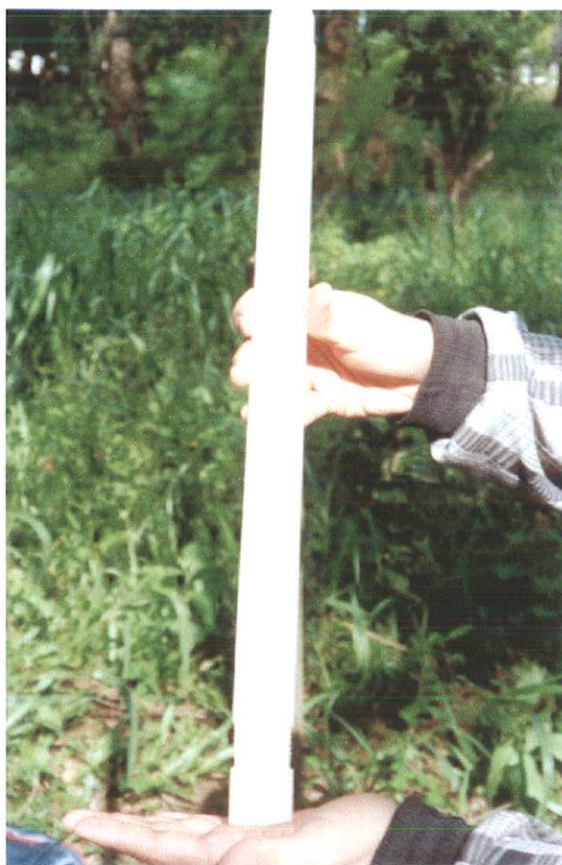
**Figura 6:** Trados ocos empregados na perfuração.



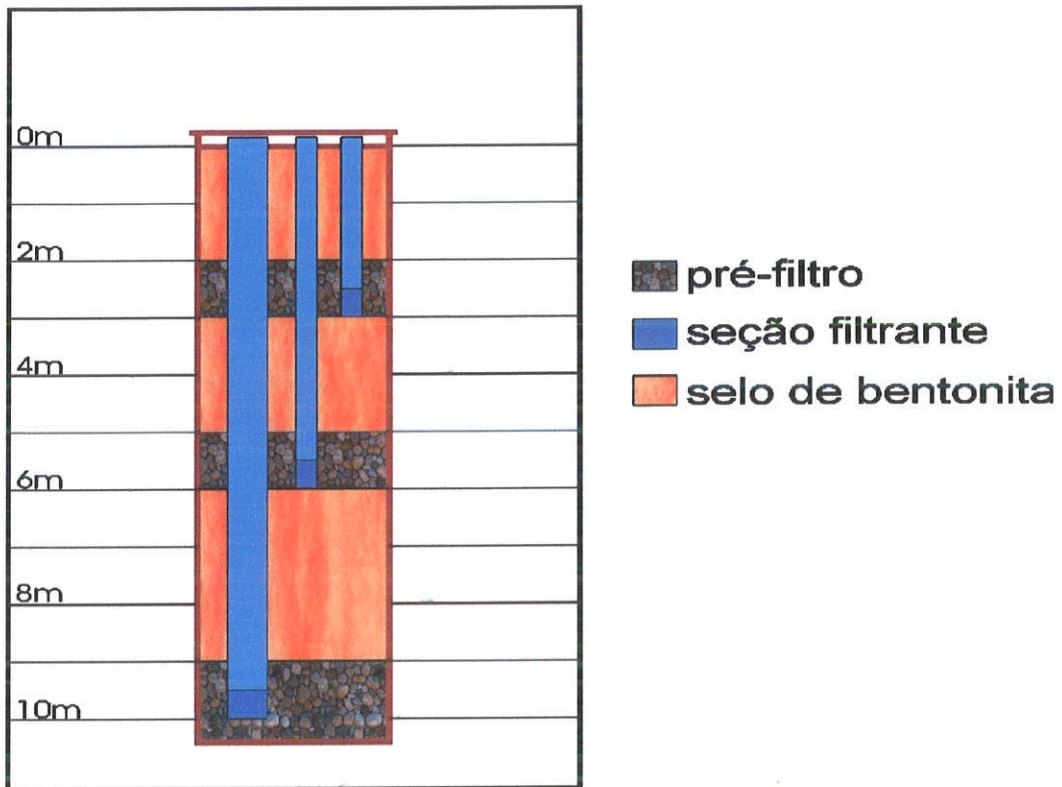
**Figura 7:** Seção filtrante do revestimento de PVC geomecânico de 50mm de diâmetro.



**Figura 8:** Bentonita em pó acondicionada em sacos de PVC.



**Figura 9:** Seção filtrante do revestimento de polipropileno de 1" de diâmetro.



**Figura 10:** Perfil construtivo esquemático dos novos poços instalados na área de estudo.



**Figura 11:** Conjunto multinível recém-instalado.

## 5.2. Amostragem de Solo

O método de amostragem adotado foi o "direct push system". Neste método, um tubo de PVC (*liner*), de diâmetro interno de 1¾" e 1,20m de comprimento, é inserido em um tubo amostrador, também de 1,20m de comprimento, mas com diâmetro externo de 2" (Figura 12). Na extremidade do tubo amostrador é rosqueada uma ponteira externa que pode estar com sua abertura livre (Figura 13) ou fechada por uma ponteira interna (Figura 14). Este amostrador é então cravado à percussão verticalmente no solo através de uma máquina pneumática do tipo *Geoprobe* (Figura 15). Quando a ponteira interna não está presente o material que constitui o aquífero preenche o *liner*, sendo assim coletado. Muito embora tal método não esteja livre de problemas, uma vez que as amostras coletadas são deformadas e a recuperação nos *liners* algumas vezes é incompleta, (ocasionalmente há queda de material no momento da retirada do amostrador do furo), foi a técnica mais indicada para as condições do PET – EG. A área caracteriza-se pela presença de grande quantidade de árvores, o que impedia a manobra de máquinas maiores e onde também, pela proximidade entre poços, não seria recomendado o uso de técnicas mais invasivas.



Figura 12: *Liner* no interior do tubo amostrador.



**Figura 13:** Ponteira externa do tubo amostrador.



**Figura 14:** Tubo amostrador com ponteiros interna e externa.



**Figura 15:** Máquina do tipo *Geoprobe* empregada para cravação do tubo amostrador.

### 5.3. Análises Granulométricas

As análises granulométricas foram realizadas no Laboratório de Sedimentologia do IGc - USP, por um técnico do laboratório e acompanhado pelo candidato e uma aluna de iniciação científica.

Para análise das amostras foram utilizadas duas técnicas de análise granulométrica: decantação (pipetagem) e peneiramento, respectivamente para frações mais finas (argila e silte) e mais grossas que  $62\mu\text{m}$  (areia e grânulo).

A preparação das amostras para o início das análises (pipetagem e peneiramento) foi realizada em duas etapas. A primeira etapa, consistiu em deixar a amostra em torno de 4h para secagem completa. A segunda etapa foi à desagregação a seco, feita com uso de um martelo de borracha.

Com um quarteador tipo Jones, a amostra foi reduzida da a aproximadamente 60g (massa máxima recomendada para não saturar a dispersão aquosa em 1000ml, nem sobrecarregar as peneiras).

Na seqüência, adicionou-se à amostra uma massa de pirofosfato de sódio, equivalente a 4% do peso estimado de partículas síltico-argilosas. Este sal age como antifloculante, evitando que a argila fique agregada sob a forma de partículas maiores, o que alteraria o resultado final de distribuição granulométrica.

Em seguida, adiciona-se água destilada em quantidade suficiente para cobrir a amostra, juntamente com o pirofosfato de sódio (cerca de 200ml). A dispersão aquosa assim obtida é então colocada num béquer, onde a agitação mecânica é feita com o uso de um misturador de polpa a hélice (marca Fisatom, modelo 710).

O material disperso foi colocado em uma proveta de 1000ml, destinada à realização do ensaio de decantação. Caso ainda houvesse material aglomerado, o mesmo foi destorroado em almofariz de porcelana, com o auxílio de um pistilo de borracha. O material foi considerado completamente desagregado, quando a água adicionada ao material destorroado mantinha-se limpa.

Toda a água do destorroamento foi colocada na mesma proveta, tomando o cuidado para que o volume de água utilizado não ultrapasse a capacidade volumétrica do recipiente (1000ml). Para cada proveta foram numerados e pesados previamente em balança analítica (precisão mínima de três dígitos) cinco béqueres de 50ml, destinados à cada uma das faixas granulométricas que foram coletadas (intervalos abertos correspondentes às granulações menores que 62, 31, 16, 8 e 4 $\mu$ m).

A primeira e a segunda pipetagens foram feitas com a pipeta mergulhada 20cm na dispersão, enquanto as três últimas foram realizadas a 10cm, para reduzir o tempo total de ensaio (2h e 30min para temperatura ambiente de 21°C).

Recolheu-se a primeira alíquota pipetada no primeiro béquer numerado e assim por diante. Os béqueres, com as respectivas alíquotas de pipetagem, foram colocados na estufa a 60°C até que a água da dispersão evaporasse completamente, deixando apenas a amostra seca.

Concluída a secagem, as alíquotas devem foram resfriadas dentro de um dessecador de vidro. Pesaram-se novamente os béqueres de 50ml (agora com a amostra), anotando-se seus respectivos pesos na ficha de controle do ensaio.

A amostra restante na proveta foi submetida à elutriação, isto é, uma lavagem para eliminação de finos ( $<62\mu\text{m}$ ). Este processo foi feito em um elutriador de funis utilizando-se água corrente em fluxo ascendente. Ao final da elutriação, a areia lavada foi filtrada a vácuo.

A areia foi então seca em estufa e depois peneirada com o auxílio de um vibrador de peneiras. Cada faixa granulométrica foi pesada e armazenada em um saquinho de papel.

Os dados obtidos (pesos dos recipientes vazios e com amostras pipetadas, após a secagem, e peso de amostra em cada faixa granulométrica de peneiramento) foram analisados em seus parâmetros estatísticos (diâmetro médio, desvio padrão, assimetria e curtose) no Laboratório de Sedimentologia do IGc-USP.

#### **5.4. Levantamento Topográfico**

Foi contratado um topógrafo para a realização da topografia detalhada da área (Anexo 1 – Figura A1-1). Neste levantamento foi feita a localização dos poços e de 18 árvores. Para cada poço foi determinada uma cota altimétrica, em relação a um poço base, além da altimetria das árvores (AR no Anexo 1 - Figura A1-1) e do terreno a cada 2m a partir do centro dos poços nas quatro direções perpendiculares (pn no Anexo 1 - Figura A1-1).

Através da determinação das cotas topográficas dos poços foi possível calcular as cargas hidráulicas a partir dos níveis d'água medidos com um medidor elétrico, bem como restituir a topografia da área.

#### **5.5. Dados Meteorológicos**

Para a medição das precipitações foi instalado, a uma distância aproximada de 0,5km dos poços de monitoramento, um pluviômetro numa área livre de árvores e construções próximas para evitar interferência.

O pluviômetro foi instalado no centro de uma área de  $9\text{ m}^2$  cercada por uma tela de aço com aproximadamente 0,5 m de altura. Os dados medidos pelo pluviômetro no período de dezembro de 2002 a janeiro de 2004 podem ser observados no Anexo 2 – Tabela A2-1.



Para alguns eventos esporádicos de chuva, nos meses de dezembro 2003 e janeiro de 2004, foram instalados coletores individuais sobre cada um dos poços para calcular e verificar a interceptação das árvores e sua influência sobre a recarga. Nos dias 15, 17, 21, 22, 23 de dezembro 2003 e 09 e 16 de janeiro de 2004, foram colocados coletores de chuva (potes de plástico circulares com raio de 10cm) sobre cada um dos poços e por meio destes, medida a heterogeneidade de precipitação sobre os mesmos devido à presença das árvores existentes na área de estudo (Anexo 2 – Tabelas A2-2 a A2-8).

Dados de temperatura mínima, média e máxima diárias foram adquiridos de três estações meteorológicas. As estações meteorológicas utilizadas foram a do Aeroporto Internacional de Guarulhos, da estação do IGC - USP na Água Funda e da estação do Laboratório de Climatologia e Biogeografia no campus da USP. Os dados de temperatura média mensal das três estações são apresentados no Anexo 2.

### **5.6. Medições dos Níveis d'Água**

As medidas dos níveis d'água dos poços de monitoramento foram estabelecidas por meio de um medidor elétrico. O período de medições dos níveis d'água foi de dezembro de 2002 a janeiro de 2004. As medições dos 81 poços de monitoramento variaram de diárias a semanais num total de 254 campanhas, gerando 19526 dados (Anexo 3 – Tabelas A3-1 a A3-39).

### **5.7. Ensaio de Permeabilidade**

Realizaram-se campanhas para o cálculo das condutividades hidráulicas para os poços da área. O ensaio de permeabilidade, conhecido como *slug-test*, é realizado pelo seguinte procedimento:

- Mede-se o nível d'água e depois é realizada a extração ou a adição de um certo volume d'água;
- Após a retirada ou a adição de um volume d'água é medido imediatamente o nível d'água ( $h_0$ ) bem como sua recuperação (nível d'água) em intervalos regulares ( $h$ ) por meio de um cronômetro (ou automaticamente por um transdutor) até atingir o valor do nível d'água antes do bombeamento;

- Pelo método de Hvorslev determina-se o valor de  $T_0$  através do gráfico entre  $h/h_0$  e o tempo. A condutividade hidráulica pode ser obtida pela Equação abaixo (HVORSLEV, 1951 *apud* FETTER, 1994):

$$K = \frac{r^2 \times \ln\left(\frac{L_e}{R}\right)}{2L_e T_0} \quad (1)$$

onde:

K = condutividade hidráulica [L/T];

r = raio do revestimento [L];

R = raio do furo [L];

$L_e$  = comprimento da seção filtrante [L];

Nos poços de 3 e 6m, foram feitos ensaios pelo método de extração de água através de uma mangueira com válvula de pé acoplada e medida a recuperação dos níveis d'água, ao passo que se utilizaram corpos de prova (tarugos feitos de tubos de PVC fechados nas pontas e preenchidos com areia) para os poços de 10m, com diâmetro de 2". O aumento do nível de água causado pelo tarugo foi medido com transdutores de pressão, que monitoraram a recuperação do nível ao longo do tempo.

Utilizaram-se quatro transdutores de pressão, da marca *In-Situ*, modelo *Minitroll* (30psi, ou 21m de coluna d'água de pressão máxima, com precisão de 5%). Eles foram programados previamente para as medições e depois imersos a 2m abaixo do NA, após o que eram introduzidos os corpos de prova. Mediam-se, portanto, tanto a ascensão da coluna d'água quanto sua descensão, quando o corpo era retirado.

Com auxílio do *software Aquifer Test for Windows*, v.2.52, da *Waterloo Hydrogeologic, Inc.*, através do método de Hvorslev, foram determinadas as condutividades hidráulicas.

### 5.8. Aplicação dos Traçadores Brometo e Cloreto

O uso de traçadores aplicado no solo para o estudo da zona não saturada tem sido utilizado com sucesso por diversos pesquisadores, dentre os quais se destacam ATHAVALE *et al.* (1980), SHARMA *et al.* (1985), BOWMAN & RICE (1986), BUTTERS *et*

*al.* (1989), SHARMA (1989), SOPHOCLEOUS *et al.* (1990), ARAGUÁS *et al.* (1994), LEXOW *et al.* (1998) e CASTILLO *et al.* (1999).

Muito embora os traçadores sejam mais utilizados em zonas áridas e semi-áridas (ATHAVALE *et al.*, 1980; SHARMA *et al.*, 1985), eles têm apresentado boas respostas em climas úmidos (ARAGUÁS *et al.*, 1994).

Os traçadores mais utilizados para estudos de água do solo são o cloreto, brometo, nitrato, deutério e trítio pois são inertes (não reativos), não sendo adsorvido pela maioria dos solos e não estão sujeitos a transformações químicas ou biológicas (BUTTERS *et al.* 1989). Tais características os tornam bons traçadores, tanto para o estudo de água no solo como em águas subterrâneas.

No Parque Ecológico do Tietê, em uma área de 2x2m foi injetado sobre a superfície do terreno 20L de solução contendo 2000mg/L tanto de cloreto de potássio (KCl) como de brometo de sódio (NaBr). Após 24h iniciou-se a coleta de solo a cada 24h em perfis de 1m, sendo amostrados de 10 em 10cm durante 29 dias.

A extração dos íons do solo foi realizada através da mistura do solo seco com água destilada na proporção 1:2 (100g de solo e 200g de água). Esta mistura foi agitada por 10min e deixada em repouso por 24h para a decantação do material em suspensão. Após esta etapa a parte líquida foi filtrada (0,45 $\mu$ ) (metodologia adaptada de WOOD *et al.*, 1997) e seguiu-se a para análise química. As análises químicas dos íons foram realizadas através do processo de cromatografia iônica no aparelho DIONEX 2010i e as condutividades elétricas através de condutivímetro portátil (WTW – LF 330).

### **5.9. Métodos de estimativa da recarga utilizados**

Os processos de recarga são complexos e qualquer método utilizado não irá satisfazer os requisitos exigidos para sua precisa qualificação (LERNER, 1990). Existem diversos métodos para quantificar a recarga, no entanto, para a escolha do melhor ou dos melhores métodos a serem utilizadas existem alguns fatores que devem ser levados em consideração como: as escalas espacial e temporal, a área estudada e a precisão exigida no contexto do projeto (SCALON *et al.*, 2002). Deve-se levar em consideração também o resultado produzido para cada método utilizado. Por exemplo, dados de águas superficiais e zona não saturada proporcionam estimativas do potencial de recarga, já dados da zona saturada permitem estimativas da recarga real. As incertezas associadas a cada método corrobora para a necessidade de aplicação de mais de um método distinto

para aumentar a confiabilidade das estimativas obtidas (SCALON *et al.*, 2002; LERNER, 1990 e 2002).

Para este projeto foram selecionados os seguintes métodos:

#### *Método do Balanço Hídrico*

O balanço hídrico consiste na aplicação do princípio da conservação de massa. Durante o período de tempo analisado, a diferença entre o total de entradas e saídas deve ser igual à mudança da quantidade de água armazenada, sendo portanto necessário conhecer cada um dos fatores para a determinação da recarga.

Os componentes do balanço podem ser medidos *in situ* ou estimados de forma indireta. Habitualmente só a precipitação é medida de forma direta. Os outros componentes são estimados através de fórmulas semi-empíricas. Isto se aplica às evapotranspirações potencial e real. Tais balanços são normalmente realizados com periodicidade, por exemplo, diária ou mensal (SAMPER CALVETE, 1998). O autor coloca como vantagens do método a disponibilidade de dados, a facilidade e rapidez da aplicação, o custo reduzido, o fato de poderem ser consideradas todas as componentes, fontes e sumidouros de água, e a sua aplicabilidade para todos os tipos de fontes de recarga. Entre as limitações são mencionadas a dificuldade de medição e incertezas associadas a alguns parâmetros (principalmente a vazão específica  $S_y$  e a evapotranspiração real), e a grande diferença numérica entre os parâmetros que constituem o balanço e a recarga, fazendo com que pequenos erros nos primeiros se transformem em variações significativas nesta.

A incerteza da estimativa pelo balanço hídrico em zonas de climas úmidos é bastante pequena face ao total da recarga, sendo nestes casos um método confiável (DE VRIES & SIMMERS, 2002).

O balanço hídrico definido por THORNTHWAITE (1948), apresentado em Fenn *et al.* (1975 *apud* TUCCI, 1993) é escrito como:

$$P = Q_{\text{off}} + ET_{\text{real}} + \Delta S_{\text{uz}} + \Delta S_{\text{gw}} \quad (2)$$

onde:

P = precipitação (L)

$Q_{\text{off}}$  = fluxos superficiais ou subterrâneos para fora da área de estudo (L)

ET real = evapotranspiração real (L)

$\Delta S_{uz}$  = variação na armazenagem de água na zona não saturada (L)

$\Delta S_{gw}$  = recarga (L)

Para o cálculo do Balanço Hídrico neste estudo foi usada a Equação (2), a qual tem os termos componentes avaliados abaixo:

#### *Precipitação*

Nos meses de dezembro de 2002 a janeiro de 2004 foi medida através do pluviômetro instalado próximo a área.

#### *Fluxos de entrada e saída da área de estudo*

Devido ao baixo gradiente topográfico foi desconsiderado o fluxo superficial (escoamento) para os cálculos de recarga.

#### *Evapotranspiração real*

A relação entre ET real e ET potencial foi descrita por Thornthwaite (1948 *apud* FEITOSA & MANOEL FILHO, 1997) e mostra que a evapotranspiração real (ETR) pode ser estimada a partir da diferença entre precipitação (P) e evapotranspiração potencial (ETP) do seguinte modo:

se  $P - ETP > 0$ , então  $ETR = ETP$

se  $P - ETP < 0$ , então  $ETR = P$

Os cálculos de ET potencial foram realizados a partir dos dados de temperaturas obtidos de três estações meteorológicas, interpolados (interpolação linear) para a área de estudo (Anexo 2 – Tabela A2-9), e dos dados de precipitação medidos no pluviômetro da área. A Equação (3) original de THORNTHWAITE (*apud* TUCCI, 1993) utilizada para os cálculos de evapotranspiração potencial pode ser observada abaixo:

$$ET_{potencial} = F_c 16 \left( 10 \frac{T}{I} \right)^a \quad (3)$$

onde:

ETpotencial = evapotranspiração potencial;

Fc = fator de correção em função da latitude e mês do ano (Tabela 2);

T = temperatura média do ar (°C)

e I é dado pela Equação 4 abaixo:

$$I = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{t_i}{5}\right)^{1,514} \quad (4)$$

onde T e  $t_i$  = temperaturas do mês analisado em °C.

**Tabela 2:** Fatores de correção da evapotranspiração potencial mensal, dada pelo nomograma de Thornthwaite para ajustá-la ao número de dias do mês e a duração do brilho solar diário, nos vários meses do ano e a latitude entre 15 graus norte e 37 graus sul.

Lat.	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
15°N..	0,97	0,91	1,03	1,04	1,11	1,08	1,12	1,08	1,02	1,01	0,95	0,97
10°N..	1,00	0,91	1,03	1,03	1,08	1,05	1,08	1,07	1,02	1,02	0,98	0,99
5°N..	1,02	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,06	1,05	1,01	1,03	0,99	1,02
Eq....	1,04	0,94	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04
5°S..	1,06	0,95	1,04	1,00	1,02	0,99	1,02	1,03	1,00	1,05	1,03	1,06
10°S..	1,08	0,97	1,05	0,99	1,01	0,96	1,00	1,01	1,00	1,06	1,05	1,10
15°S..	1,12	0,98	1,05	0,98	0,98	0,94	0,97	1,00	1,00	1,07	1,07	1,12
20°S..	1,14	1,00	1,05	0,97	0,96	0,91	0,95	0,99	1,00	1,08	1,09	1,15
22°S..	1,14	1,00	1,05	0,97	0,95	0,90	0,94	0,99	1,00	1,09	1,10	1,16
23°S..	1,15	1,00	1,05	0,97	0,95	0,89	0,94	0,98	1,00	1,09	1,10	1,17
24°S..	1,16	1,01	1,05	0,96	0,94	0,89	0,93	0,98	1,00	1,10	1,11	1,17
25°S..	1,17	1,01	1,05	0,96	0,94	0,88	0,93	0,98	1,00	1,10	1,11	1,18
26°S..	1,17	1,01	1,05	0,96	0,94	0,87	0,92	0,98	1,00	1,10	1,11	1,18
27°S..	1,18	1,02	1,05	0,96	0,93	0,87	0,92	0,97	1,00	1,11	1,12	1,19
28°S..	1,19	1,02	1,06	0,95	0,93	0,86	0,91	0,97	1,00	1,11	1,13	1,20
29°S..	1,19	1,03	1,06	0,95	0,92	0,86	0,90	0,96	1,00	1,12	1,13	1,20
30°S..	1,20	1,03	1,06	0,95	0,92	0,85	0,90	0,96	1,00	1,12	1,14	1,21
31°S..	1,20	1,03	1,06	0,95	0,91	0,84	0,89	0,96	1,00	1,12	1,14	1,22
32°S..	1,21	1,03	1,06	0,95	0,91	0,84	0,89	0,95	1,00	1,12	1,15	1,23
33°S..	1,22	1,04	1,06	0,94	0,90	0,83	0,88	0,95	1,00	1,13	1,16	1,23
34°S..	1,22	1,04	1,06	0,94	0,89	0,82	0,87	0,94	1,00	1,13	1,16	1,24
35°S..	1,23	1,04	1,06	0,94	0,89	0,82	0,87	0,94	1,00	1,13	1,17	1,25
36°S..	1,24	1,04	1,06	0,94	0,88	0,81	0,86	0,94	1,00	1,13	1,17	1,26
37°S..	1,25	1,05	1,06	0,94	0,88	0,80	0,86	0,93	1,00	1,14	1,18	1,27

### Varição do armazenamento

O armazenamento na zona não-saturada é dado pela diferença entre a capacidade de campo do solo e seu ponto de murchamento, função do tipo e espessura do solo. Para os cálculos será usado um valor de 200 mm (CETESB 1985, Tabela 3) uma vez que o material do solo é arenoso. Nos meses de estiagem a água presente no solo é gradativamente retirada por evapotranspiração, porém não de forma linear. A saída é função de seu tipo e espessura, da sua umidade residual, e da diferença entre a precipitação e a evapotranspiração. Para que ocorra saída é necessário que o último valor seja um número negativo, que é acumulado durante a estiagem. Os valores de umidade residual são apresentados por CETESB (1985).

**Tabela 3:** Água disponível na zona não-saturada em função do tipo de solo (em mm).

<b>Tipo de solo</b>	<b>Capacidade de campo</b>	<b>Ponto de murchamento</b>	<b>Água disponível</b>
<b>Arenoso</b>	200	50	150
<b>Siltoso</b>	300	100	200
<b>Argiloso</b>	375	125	250

Para os cálculos foi usado um valor de 200 mm, com espessura média de solo de 0,6 m, perfazendo 120 mm de armazenamento.

#### *Método da Variação do Nível Potenciométrico*

Este método baseia-se na premissa de que a elevação do nível de água em um aquífero não confinado é motivada pela recarga (HALL & RISSER, 1993; HEALY & COOK, 2002).

É calculada pela diferença de altura entre um pico de aumento do NA e a extrapolação da curva de rebaixamento anterior a ele, no mesmo instante em que o máximo ocorre. Se existirem registros de um período maior de tempo, um padrão de curva de rebaixamento deve ser criado e usado em todas as avaliações. HEALY & COOK (2002) apresentam a Equação (5):

$$R = S_y \, dh/dt \cong S_y \, \Delta h/\Delta t \quad (5)$$

onde:

R = recarga (L)

S<sub>y</sub> = vazão específica (L<sup>3</sup>/T)

h = altura do nível d'água (L)

t = tempo (T)

Sempre existe uma diferença de tempo entre o evento de recarga e a redistribuição da água para os outros componentes do balanço hídrico. Se o método é aplicado durante tal intervalo de tempo, usualmente de horas ou dias, assume-se que toda a água que chega ao NA vai imediatamente para o armazenamento, e que o fluxo de base, evapotranspiração de água subterrânea e o fluxo líquido em sub-superfície (incluindo bombeamento) são iguais a zero. O valor obtido com a soma dos resultados

das elevações episódicas é chamado por HEALY & COOK (2002) de recarga total, ou “bruta”. A técnica terá pouca valia, porém, caso as saídas de água interfiram de forma significativa nas ascensões individuais do NA, o que pode ser causado, por exemplo, em locais com condutividade hidráulica elevada.

O método também pode ser aplicado para obter mudanças de armazenamento de água em períodos longos de tempo, que podem variar de alguns dias a anos. Desta forma as saídas de água são contabilizadas, diminuindo o valor numérico do resultado. Este é denominado por HEALY & COOK (2002) recarga “líquida”. A diferença entre esta e a “bruta” é igual às saídas de água, as quais podem, com a adoção de alguns pressupostos, ser individualmente estimadas.

A maior vantagem da avaliação da recarga por variação potenciométrica é sua simplicidade. Não é necessário levar em conta os mecanismos de transporte que regem a passagem de água na zona não saturada, o que permite desconsiderar, por exemplo, a existência de caminhos preferenciais de fluxo. O nível medido em um poço é representativo para uma área de pelo menos algumas dezenas de metros quadrados à sua volta (HEALY & COOK, 2002).

Para usar o método devem ser tomados, no entanto, alguns cuidados, já que diversos fenômenos causam oscilações no NA ao longo do tempo. Variações ao longo de décadas, por exemplo, podem estar relacionadas às alterações naturais do clima e às atividades antrópicas, como mudanças na ocupação e uso do solo. No período de um ano elas podem estar ligadas à sazonalidade da evapotranspiração e precipitação, e variações em curtos períodos de tempo à precipitação, bombeamento, mudanças de pressão atmosférica entre outros. O método é mais preciso para estimar a recarga em função de variações mais repentinas como aquelas causadas por tempestades. Precipitações de longa duração e baixa intensidade não são bem captadas, pois o fluxo lento de percolação de água pode ser igual à taxa de drenagem, causando uma elevação menor do que se esperaria do NA. Recargas contínuas que não causam variação no NA, como fugas de rede de água e esgoto, não são registradas.

Os melhores resultados são obtidos em áreas com níveis d'água rasos, possibilitando rápidas elevações e rebaixamentos. Aquíferos profundos tendem a não ter uma grande variação em função da dispersão que as frentes de molhamento sofrem. A acuidade das medições é de grande importância, pois a lâmina de água precipitada em cada evento compreende, quando muito, algumas dezenas de milímetros, e seu efeito sobre o nível freático é pequeno. Os poços de monitoramento devem ser posicionados em



locais com NA representativo da captação como um todo, para evitar que variações na geologia, gradiente topográfico e vegetação façam variar as medidas em uma área.

Atenção também deve ser dada ao cálculo da vazão específica ( $S_y$ ). Teoricamente é considerado o termo de liberação instantânea de água, o que não corresponde exatamente à realidade. Principalmente em sedimentos finos, nos quais a liberação pode demorar bastante. Qualquer variação deste parâmetro influencia significativamente no resultado.

#### *Método de Aproximações Darcynianas*

A lei de Darcy é usada para calcular o fluxo de água através de uma seção do aquífero livre ou confinado.

$$Q = q A = K i A \quad (6)$$

onde:

$q$  = fluxo (L/T)

$K$  = condutividade hidráulica (L/T)

$i$  = gradiente hidráulico ( $-dh/dx$ )

sendo,

$h$  = carga hidráulica (L)

$x$  = distância horizontal (L)

$Q$  = vazão (L<sup>3</sup>/T)

$A$  = área da seção do aquífero (L<sup>2</sup>)

O método assume fluxo constante e ausência de extração de água. O fluxo na zona saturada ( $q$ ) é calculado multiplicando-se a condutividade hidráulica pelo gradiente hidráulico. A vazão através de uma seção do aquífero é igual à taxa de recarga multiplicada pela área da superfície que contribui para o fluxo:

$$qA = RM \quad (7)$$

onde:

$R$  = taxa de recarga (L/T)

$M$  = área da superfície que contribui para a recarga (L<sup>2</sup>)

A seção do aquífero usada deve estar alinhada com uma linha equipotencial. O método é fácil de usar quando existem dados sobre o gradiente hidráulico e condutividade hidráulica, porém tem um alto grau de incerteza devido à grande variabilidade desta última (SCANLON *et al.*, 2002).

Para a aplicação da estimativa darcyniana com base em dados de campo, normalmente assumem-se condições de estado estacionário, assim são somente necessários dados de carga hidráulica e condutividade hidráulica para aplicar a Equação (5). A escala de tempo para aplicação da estimativa darcyniana pode variar entre episódica, para eventos de precipitação com variação de cargas, até centenas de anos (LERNER, 1990, SCANLON *et al.*, 2002). LERNER (1990) menciona que fluxos verticais causados por camadas de condutividade hidráulica menor inviabilizam a avaliação de recarga pela estimativa darcyniana em períodos inferiores a um ano, devido a alterações no fluxo causadas pelo armazenamento de água. O tamanho ideal da área de estudo varia entre alguns quilômetros quadrados a milhares de quilômetros quadrados (SCANLON *et al.* 2002), entretanto estudos em áreas menores são comuns.

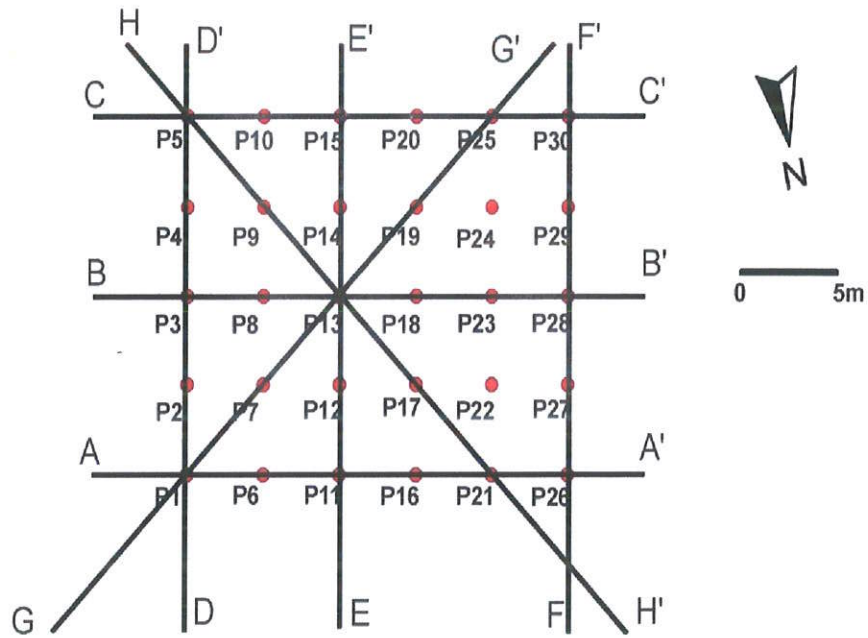
A parte mais custosa é a construção de poços de monitoramento para a obtenção dos valores de carga hidráulica. É necessário conhecer a estratigrafia e a hidrogeologia locais, análise que pode ser feita durante a própria perfuração. Implantação de poços em camadas separadas por aquíferos pode levar a interpretações errôneas.

## **6. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO**

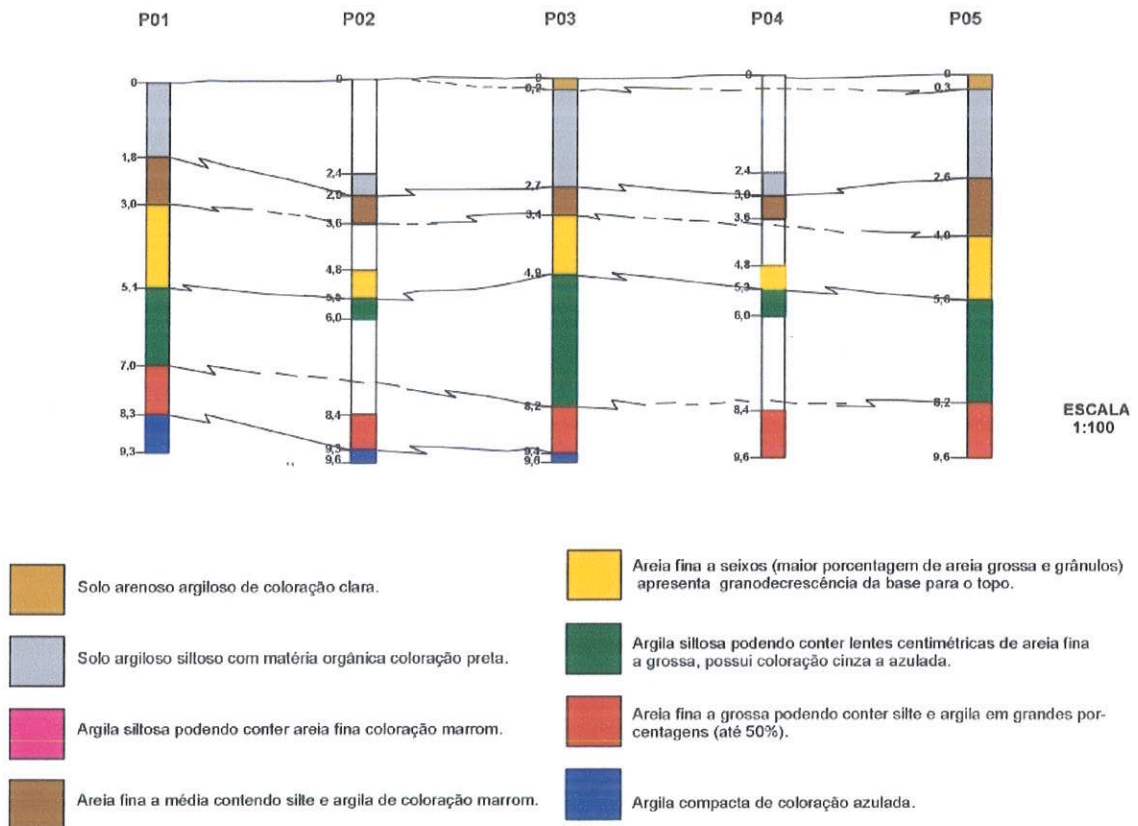
### **6.1. Descrição da área e parâmetros gerais.**

#### *Geologia e Hidrogeologia*

O material coletado nos 251 *liners* de 1,20m de comprimento retirados da área foram descritos em sua litologia (Figura 16). A litologia encontrada é o assunto das figuras do Anexo 4 dos números A4-1 a A4-10 e das tabelas A4-1 a A4-6. Através destas descrições e dos resultados das análises granulométricas, foi possível determinar as 8 seções indicadas na Figura 16 (apresentadas no Anexo 4, Figuras A4-11 a A4-18). O que se observa no perfil representativo da área (Figura 17) é que são encontradas sete camadas sedimentares principais.



**Figura 16:** Localização das seções verticais construídas através da descrição dos *liners* e das análises granulométricas.



**Figura 17:** Seção vertical segundo o segmento D – D' da figura 16.

De acordo com as descrições e perfis litológicos, análises granulométricas, aspectos topográficos e parâmetros hidráulicos, o objeto de estudo é um aquífero livre e raso localizado numa planície aluvionar de baixo gradiente topográfico (0,02m/m) e pequena espessura da zona não saturada ( $\cong$  2m). A zona não saturada é constituída de duas camadas sedimentares distintas. A primeira (amarelo escuro na Figura 17) é formada por um solo arenoso – argiloso de coloração clara a amarronzada, mal selecionado apresentando desde argila até areia grossa e grânulos (pontos P7, P9, P13, P27, P28, P29 e P30) contendo por vezes matéria orgânica. Esta camada tem espessura em torno de 0,5 m, diminuindo em direção ao ponto P3 e não aparece nos pontos P1 e P7 (seções B – B' e G – G'). A segunda camada (cinza claro) é formada por um solo argiloso siltoso com matéria orgânica e coloração preta. Na parte superior desta camada ocorrem sedimentos mal selecionados (argila a grânulos) gradando para um sedimento argiloso na base. Nos pontos P3, P5, P19, P23, P24, P29 e P30 encontra-se uma argila plástica. Esta camada é mais espessa na parte superior da área (seção C – C') ficando menos espessa na parte inferior (seção A – A'). A zona saturada inicia-se a partir da camada 3 (marrom), uma areia fina a média com argila e silte de coloração marrom claro a escuro. Esta camada é mais espessa nos pontos P7, P13, P14, P17, P18, P21, P26, P27 e P28 com aproximadamente 2m. Nos pontos P7, P17 e P21 ocorre intercalação de uma camada contendo uma argila siltosa com areia fina de coloração marrom. A camada 3 muda gradacionalmente para a camada 4 (amarelo claro), onde passa a ocorrer predominantemente uma areia grossa com bastante grânulo e seixo. A camada 4 apresenta uma diminuição da espessura em direção aos poços P17, P21 e P26 (seções F – F' e H – H').

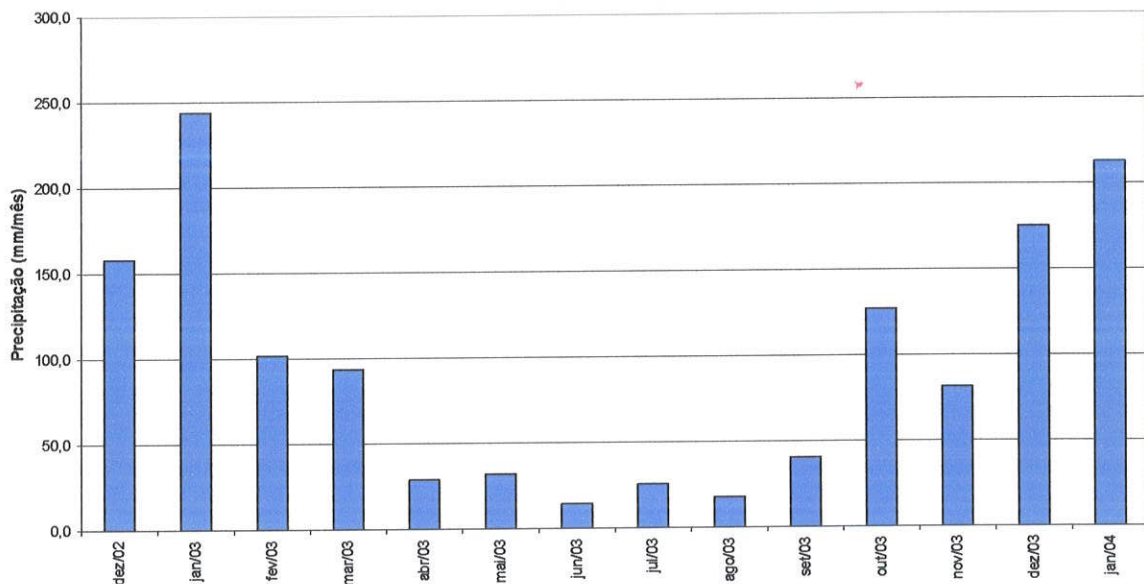
A quinta camada (verde) é formada por uma argila siltosa compacta de coloração cinza a azulada, aparecendo por vezes lentes centimétricas de uma areia fina a grossa. Esta camada tem espessura média de 2m, aumentando do ponto P5 ao P21 (seção H- H'). A camada 6 (vermelha) apresenta uma areia que varia de fina a grossa, podendo conter silte e argila em grandes quantidades (até 50%). Esta camada tem uma espessura média de 1,25m podendo ficar mais espessa como observado nos pontos P7, P11, P15 e P17. Na camada 7 ocorre uma argila compacta de coloração azulada. As camadas 5 e 7 podem ser consideradas uma única camada sendo que a camada 6 seria uma lente métrica de areia que ocorre intercalada (Figura 17).

As variações horizontais e verticais das litologias observadas na zona saturada propiciam ao aquífero uma heterogeneidade da condutividade hidráulica. Na profundidade

de 3m, as condutividades hidráulicas variam de 1,08E-06 a 2,05E-9m/s, sendo que 56% encontram-se na ordem de grandeza de E-07m/s. A profundidade de 6m apresenta uma condutividade maior do que a profundidade de 3m, com 63% das condutividades na ordem de E-06m/s (variando de 1,56E-5 a 1,9E-07). A profundidade de 10m apresentou condutividades variando de 8,99E-07 a 1,02E-09m/s.

### Precipitações

O total de precipitação meteórica no período de dezembro de 2002 a janeiro de 2004 foi de 1353mm sendo a média mensal de 97mm. A distribuição das precipitações mensais caracteriza duas estações distintas: uma estação chuvosa e uma seca. A estação chuvosa é caracterizada por valores mensais totais de precipitação acima de 80mm (dez/02 a mar/03 e out/03 a jan/04) e uma média mensal de 149mm enquanto a estação seca apresenta valores abaixo de 41mm (abr/03 a set/03) e média mensal inferior a 27mm, conforme observado na Figura 18.



**Figura 18:** Total mensal de precipitação.

## 6.2. Variação temporal das cargas hidráulicas

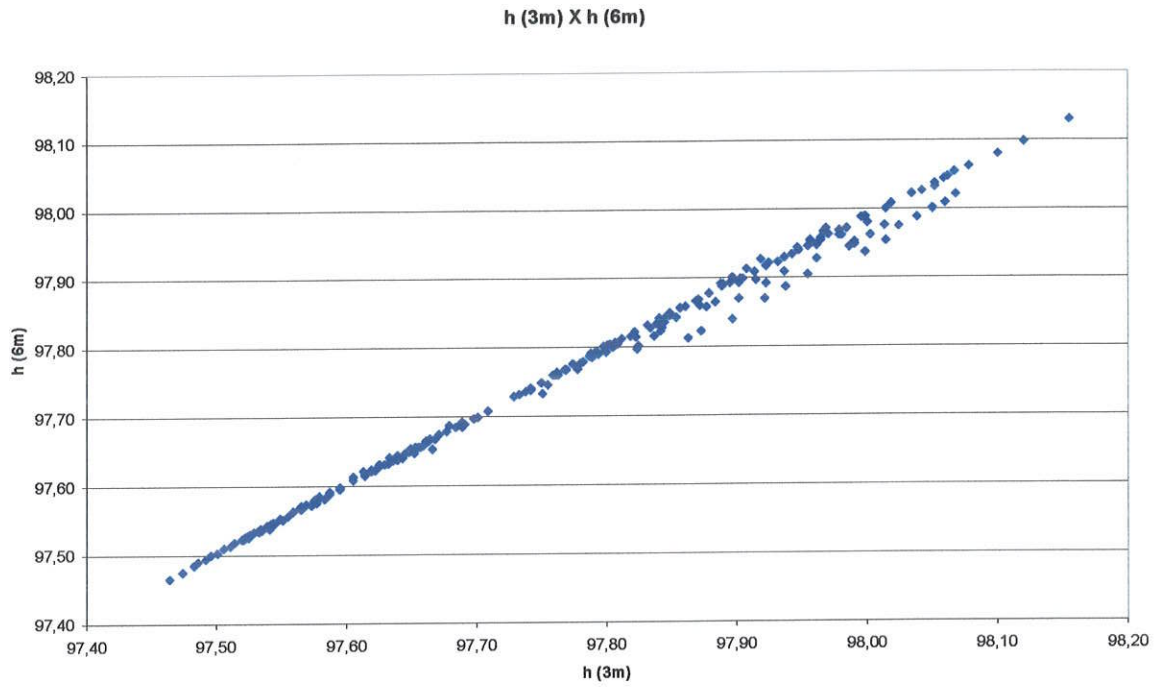
### 6.2.1 Relação entre as cargas hidráulicas médias nas profundidades de 3, 6 e 10m

Inicialmente foram realizados testes de correlação linear entre as cargas hidráulicas médias diárias para cada uma das campanhas de medições de nível d'água dos poços de monitoramento nas três profundidades amostradas (3, 6 e 10m). Os resultados das correlações entre as cargas médias nas 3 profundidades podem ser observados na Tabela 4 e nas Figuras 19, 20 e 21.

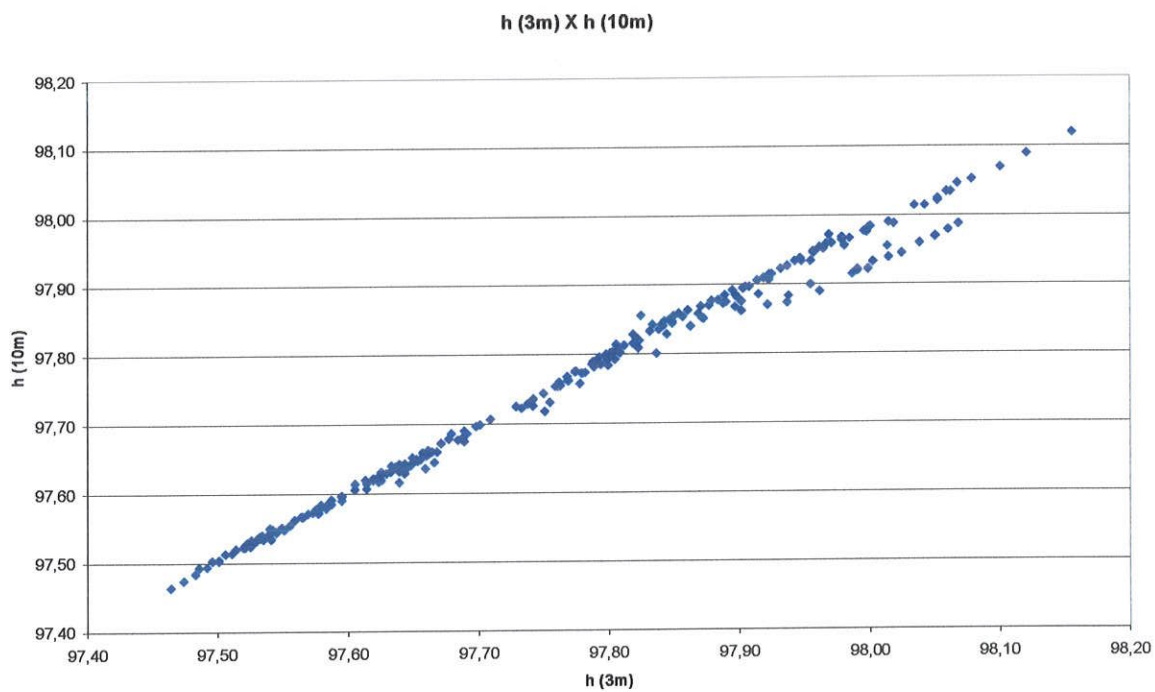
**Tabela 4:** Correlação estatística entre as cargas hidráulicas médias nas profundidades de 3, 6 e 10m. Os coeficientes em negrito representam correlações com significância estatística de 5%.

	h (3m)	h (6m)	h (10m)
H (3m)	-	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>
H (6m)	<b>1,0</b>	-	<b>1,0</b>
h (10m)	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	-

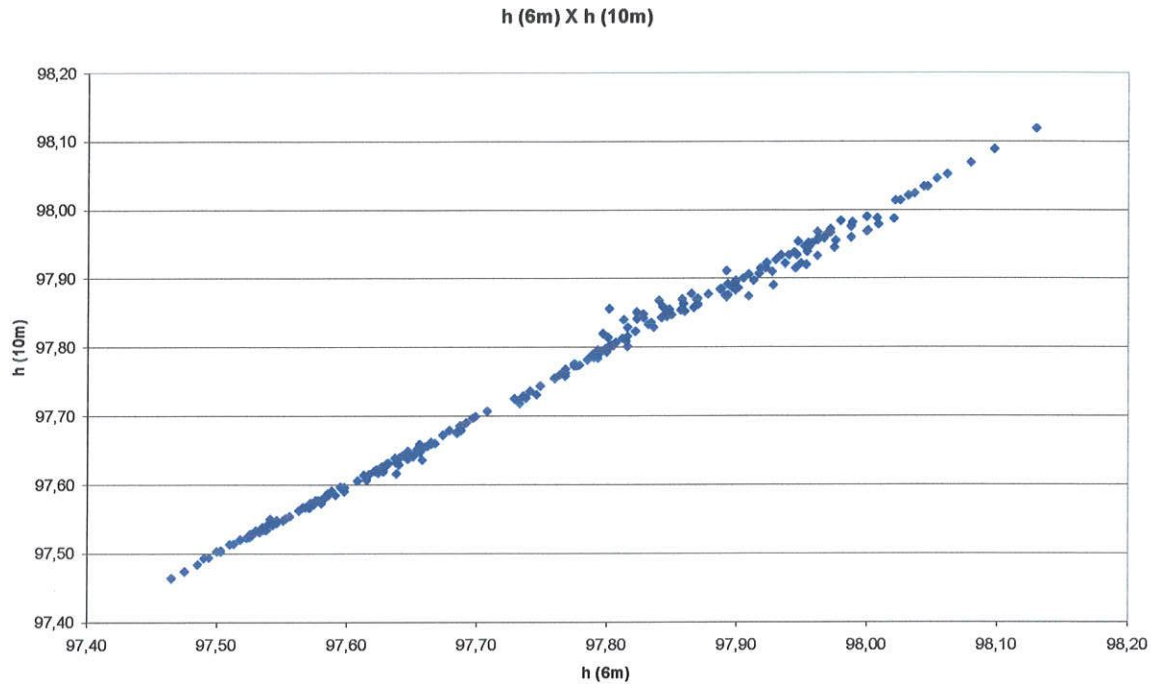
Todas as correlações foram significativas apresentando coeficiente de correlação igual a 1,0. Tal fato mostra que as cargas hidráulicas médias variam igualmente no tempo para as três profundidades. No entanto, quando se observam as Figuras 19, 20 e 21, nota-se uma dispersão dos dados para as cargas hidráulicas superiores a ~97,80m.



**Figura 19:** Dados de carga hidráulica média dos poços de 3m *versus* as dos poços de 6m.



**Figura 20:** Dados de carga hidráulica média dos poços de 3m *versus* as dos poços de 10m.



**Figura 21:** Dados de carga hidráulica média dos poços de 6m *versus* as dos poços de 10m.

Estas cargas correspondem ao período de estação chuvosa, ou seja, durante os eventos de subida do nível d'água dentro desta estação, as cargas hidráulicas médias variam semelhantemente mas com intensidades diferentes. Por exemplo, durante um evento de subida de chuva na estação chuvosa, as cargas hidráulicas dos poços nas 3 profundidades vão apresentar uma subida dos níveis d'água, no entanto, as cargas dos poços de 3m vão apresentar uma elevação ligeiramente maior do que as dos poços de 6m que por sua vez apresentarão elevação maior do que os poços de 10m.

Este comportamento fica melhor evidenciado quando se observa a Figura 22, que representa a variação temporal das cargas hidráulicas médias nas três profundidades.



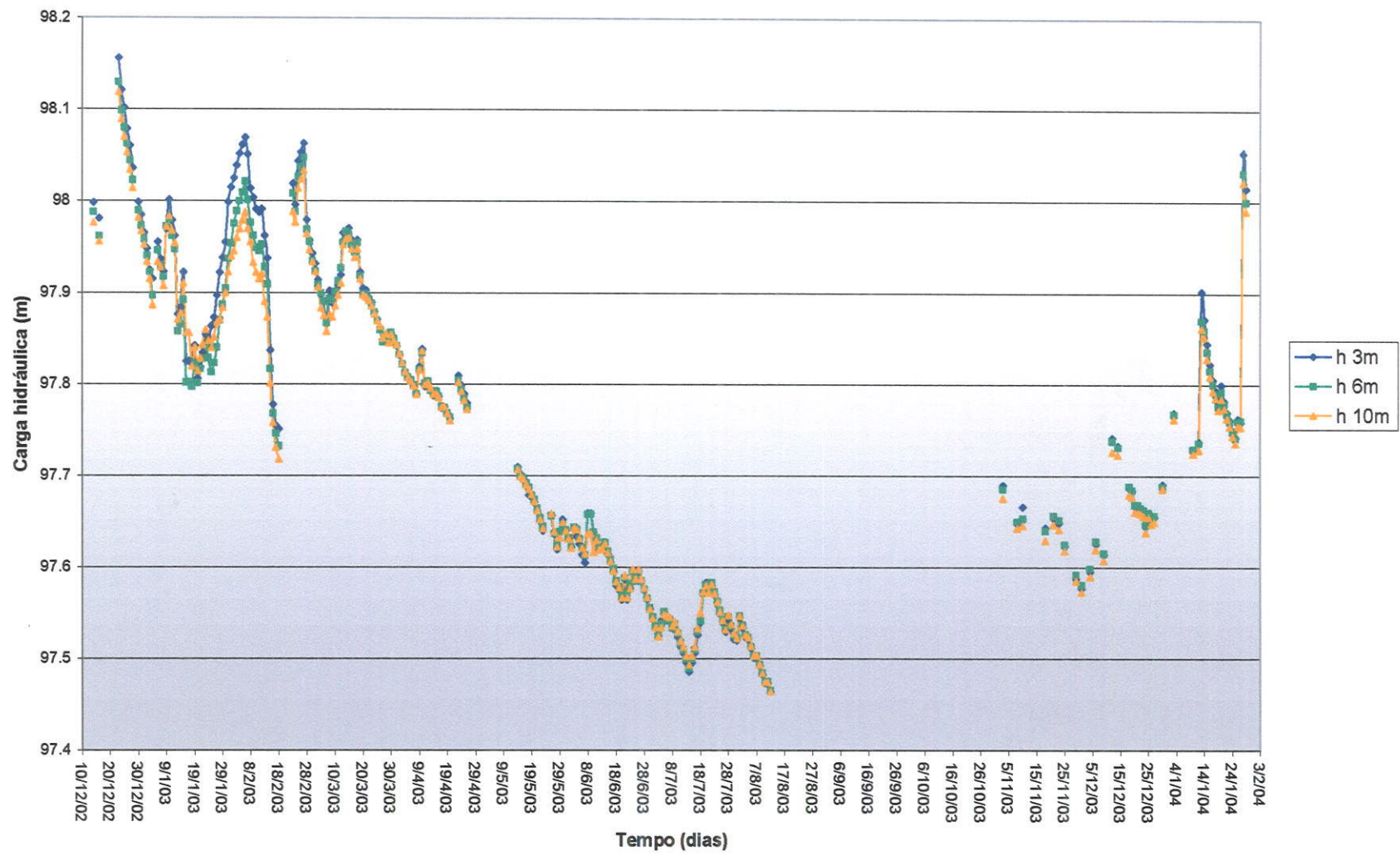


Figura 22: Dados de carga hidráulica média dos poços nas profundidades de 3, 6 e 10m.

Foi realizada uma análise do fluxo da água subterrânea com base nos dados de carga hidráulica obtidos nas profundidades de 3, 6 e 10m, para todos os poços. Para tanto, foram calculadas as diferenças entre as cargas hidráulicas diárias de 3 e 6m e de 6 e 10m para cada poço em todos os meses. A somatória mensal das diferenças de carga hidráulica de cada poço indica a predominância de fluxo ascendente (valores negativos/vermelho nas figuras) ou descendente (valores positivos/azul nas figuras) para cada um dos poços em cada mês.

De acordo com as Figuras 23 a 30, nota-se que no primeiro período da estação chuvosa (dez/02 a mar/03) há uma predominância do fluxo descendente entre as profundidades de 3 e 6m. Os poços P-12, P-14, P-23 e P-26 apresentam fluxo ascendente na maioria dos meses desta estação. Entre as profundidades de 6 e 10m a presença de fluxo descendente ocorre na maior parte dos poços, a exceção de janeiro de 2003.

0,77 ● P-1	0,10 ● P-2	● P-3	0,07 ● P-4	0,09 ● P-5
0,13 ● P-6	0,32 ● P-7	● P-8	0,07 ● P-9	0,03 ● P-10
0,25 ● P-11	-0,27 ● P-12	0,39 ● P-13	-0,02 ● P-14	
0,05 ● P-16	0,63 ● P-17	● P-18	0,05 ● P-19	0,26 ● P-20
0,15 ● P-21	0,64 ● P-22	-0,15 ● P-23	0,01 ● P-24	0,00 ● P-25
-0,16 ● P-26		0,50 ● P-28		0,20 ● P-30

**Figura 23:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de dezembro de 2002.

• P-1	0,04 • P-2	• P-3	0,10 • P-4	0,16 • P-5
0,03 • P-6	0,05 • P-7	0,16 • P-8	0,01 • P-9	0,14 • P-10
0,05 • P-11	0,72 • P-12	0,09 • P-13	0,22 • P-14	
0,18 • P-16	0,22 • P-17	0,08 • P-18	0,10 • P-19	0,17 • P-20
0,13 • P-21	-0,71 • P-22	0,19 • P-23	0,60 • P-24	0,08 • P-25
0,07 • P-26		0,06 • P-28		0,07 • P-30

**Figura 24:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de dezembro de 2002.

2,64 • P-1	1,53 • P-2	• P-3	2,07 • P-4	-0,08 • P-5
0,47 • P-6	3,77 • P-7	• P-8	0,58 • P-9	2,32 • P-10
-0,08 • P-11	-0,92 • P-12	0,15 • P-13	-0,82 • P-14	
1,88 • P-16	-0,42 • P-17	• P-18	-0,92 • P-19	0,38 • P-20
0,06 • P-21	2,50 • P-22	-0,37 • P-23	1,61 • P-24	0,31 • P-25
-0,17 • P-26		1,43 • P-28		0,00 • P-30

**Figura 25:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de janeiro de 2003.

P-1	-0,53 P-2	P-3	-1,81 P-4	2,92 P-5
0,63 P-6	0,47 P-7	0,30 P-8	0,03 P-9	1,76 P-10
-0,01 P-11	-1,59 P-12	0,18 P-13	-0,63 P-14	
-0,84 P-16	-0,44 P-17	0,43 P-18	-0,01 P-19	-0,94 P-20
0,48 P-21	-2,45 P-22	0,76 P-23	-1,11 P-24	0,30 P-25
-0,13 P-26		0,44 P-28		-0,01 P-30

**Figura 26:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de janeiro de 2003.

1,36 P-1	0,21 P-2	P-3	0,95 P-4	-0,07 P-5
0,02 P-6	3,31 P-7	P-8	0,55 P-9	2,35 P-10
0,66 P-11	-0,06 P-12	0,24 P-13	-0,18 P-14	
0,07 P-16	0,68 P-17	P-18	0,08 P-19	-0,19 P-20
0,10 P-21	1,89 P-22	-0,70 P-23	0,17 P-24	0,15 P-25
-0,22 P-26		0,55 P-28		0,19 P-30

**Figura 27:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de fevereiro de 2003.

• P-1	1,75 • P-2	• P-3	-0,47 • P-4	5,41 • P-5
0,90 • P-6	-0,61 • P-7	0,57 • P-8	0,33 • P-9	-1,74 • P-10
-0,08 • P-11	-0,89 • P-12	0,11 • P-13	0,51 • P-14	
-0,05	0,49 • P-17	0,43 • P-18	• P-19	0,99 • P-20
0,64 • P-21	-0,62	1,65 • P-23	0,63 • P-24	0,26 • P-25
-0,06 • P-26		0,53 • P-28		0,40 • P-30

**Figura 28:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de fevereiro de 2003.

0,30 • P-1	0,27 • P-2	• P-3	0,07 • P-4	0,10 • P-5
-0,17 • P-6	-0,22 • P-7	• P-8	0,38 • P-9	0,00 • P-10
0,02 • P-11	-0,37 • P-12	0,08 • P-13	-0,35 • P-14	
0,14 • P-16	-0,04 • P-17	• P-18	0,04 • P-19	-0,07 • P-20
-0,13 • P-21	0,47 • P-22	0,26 • P-23	-0,34 • P-24	0,07 • P-25
-0,17 • P-26		-0,02 • P-28		0,14 • P-30

**Figura 29:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de março de 2003.

• P-1	0,00 • P-2	• P-3	0,12 • P-4	0,26 • P-5
0,05 • P-6	0,34 • P-7	0,39 • P-8	-0,14 • P-9	0,05 • P-10
0,05 • P-11	0,63 • P-12	0,24 • P-13	-0,38 • P-14	
0,26 • P-16	0,22 • P-17	0,41 • P-18	-0,08 • P-19	0,14 • P-20
0,15 • P-21	-1,81 • P-22	2,00 • P-23	0,90 • P-24	-0,08 • P-25
0,14 • P-26		0,07 • P-28		0,22 • P-30

**Figura 30:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de março de 2003.

Durante os meses da estação seca (abr/03 a jul/03), observa-se à predominância de fluxo ascendente entre as profundidades de 3 e 6m. Os poços P-1, P-6, P-11, P-14, P-23 e P-26 apresentam fluxo ascendente na maioria dos meses desta estação. Entre as profundidades de 6 e 10m o fluxo que predomina é o descendente, a exceção de julho de 2003 (Figuras 31 a 38).

-0,06 • P-1	-0,03 • P-2	• P-3	-0,01 • P-4	-0,03 • P-5
-0,01 • P-6	-0,07 • P-7	• P-8	0,06 • P-9	-0,12 • P-10
-0,01 • P-11	-0,14 • P-12	0,25 • P-13	-0,14 • P-14	
0,05 • P-16	-0,01 • P-17	• P-18	0,00 • P-19	0,00 • P-20
-0,02 • P-21	0,38 • P-22	-0,05 • P-23	0,03 • P-24	0,00 • P-25
-0,19 • P-26		-0,02 • P-28		0,06 • P-30

**Figura 31:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de abril de 2003.

• P-1	0,06 • P-2	• P-3	0,09 • P-4	0,07 • P-5
-0,02 • P-6	0,16 • P-7	-0,17 • P-8	0,04 • P-9	0,19 • P-10
0,10 • P-11	0,32 • P-12	0,00 • P-13	-0,04 • P-14	
0,18 • P-16	0,05 • P-17	0,22 • P-18	0,04 • P-19	0,13 • P-20
0,12 • P-21	-0,93 • P-22	0,12 • P-23	-0,26 • P-24	0,03 • P-25
0,01 • P-26		0,07 • P-28		0,06 • P-30

**Figura 32:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de abril de 2003.

-0,15 • P-1	-0,13 • P-2	• P-3	0,02 • P-4	0,00 • P-5
-0,08 • P-6	0,02 • P-7	• P-8	0,02 • P-9	-0,04 • P-10
-0,03 • P-11	-0,32 • P-12	0,07 • P-13	-0,07 • P-14	
0,05 • P-16	0,02 • P-17	• P-18	0,00 • P-19	0,13 • P-20
0,01 • P-21	0,28 • P-22	-0,02 • P-23	0,00 • P-24	-0,03 • P-25
-0,13 • P-26		0,02 • P-28		0,04 • P-30

**Figura 33:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de maio de 2003.

• P-1	0,08 • P-2	• P-3	0,18 • P-4	0,14 • P-5
-0,03 • P-6	0,01 • P-7	0,02 • P-8	0,00 • P-9	0,13 • P-10
0,03 • P-11	0,40 • P-12	0,05 • P-13	0,00 • P-14	
0,11 • P-16	0,08 • P-17	0,12 • P-18	0,00 • P-19	0,13 • P-20
0,13 • P-21	-0,65 • P-22	0,11 • P-23	-0,46 • P-24	-0,01 • P-25
-0,02 • P-26		0,01 • P-28		0,03 • P-30

**Figura 34:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de maio de 2003.



-0,34 • P-1	0,01 • P-2	• P-3	-0,01 • P-4	0,13 • P-5
-0,05 • P-6	0,12 • P-7	• P-8	0,07 • P-9	-0,08 • P-10
-0,01 • P-11	-0,21 • P-12	0,04 • P-13	-0,11 • P-14	
-0,01 • P-16	-0,06 • P-17	• P-18	0,10 • P-19	0,03 • P-20
0,01 • P-21	1,12 • P-22	0,01 • P-23	-0,02 • P-24	-0,04 • P-25
-0,50 • P-26		-0,03 • P-28		0,02 • P-30

**Figura 35:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de junho de 2003.

• P-1	0,08 • P-2	• P-3	0,09 • P-4	0,06 • P-5
-0,09 • P-6	0,02 • P-7	0,20 • P-8	-0,13 • P-9	0,07 • P-10
0,03 • P-11	0,38 • P-12	-0,29 • P-13	0,01 • P-14	
0,54 • P-16	0,03 • P-17	0,19 • P-18	0,06 • P-19	0,48 • P-20
0,11 • P-21	-0,94 • P-22	0,00 • P-23	-0,28 • P-24	0,01 • P-25
0,10 • P-26		0,16 • P-28		0,00 • P-30

**Figura 36:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de junho de 2003.

-0,53 ● P-1	-0,45 ● P-2	● P-3	0,00 ● P-4	-0,02 ● P-5
0,01 ● P-6	0,00 ● P-7	● P-8	-0,03 ● P-9	0,00 ● P-10
-0,03 ● P-11	-0,12 ● P-12	0,01 ● P-13	-0,10 ● P-14	
0,14 ● P-16	-0,02 ● P-17	● P-18	0,04 ● P-19	0,06 ● P-20
0,03 ● P-21	1,37 ● P-22	-0,05 ● P-23	0,00 ● P-24	-0,07 ● P-25
-0,18 ● P-26		0,08 ● P-28		0,02 ● P-30

**Figura 37:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de julho de 2003.

● P-1	0,11 ● P-2	● P-3	-0,03 ● P-4	-0,02 ● P-5
-0,12 ● P-6	0,20 ● P-7	0,50 ● P-8	0,13 ● P-9	0,14 ● P-10
-0,04 ● P-11	0,24 ● P-12	0,01 ● P-13	-0,07 ● P-14	
-0,17 ● P-16	0,08 ● P-17	0,07 ● P-18	-0,04 ● P-19	-0,09 ● P-20
0,03 ● P-21	-1,47 ● P-22	-0,07 ● P-23	-0,11 ● P-24	0,00 ● P-25
-0,01 ● P-26		-0,06 ● P-28		0,03 ● P-30

**Figura 38:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de julho de 2003.

No período da segunda estação chuvosa (out/03 a jan/04) há um equilíbrio entre o fluxo ascendente e descendente, nas profundidades de 3 e 6m, a exceção de janeiro de 2004 onde predomina o fluxo descendente. Entre as profundidades de 6 e 10m ocorre somente fluxo descendente, a exceção do P-22 (out/03) e P-24 (nov/03) (Figuras 39 a 46).

0,04 • P-1	0,00 • P-2	• P-3	0,01 • P-4	0,02 • P-5
-0,01 • P-6	-0,01 • P-7	• P-8	0,00 • P-9	-0,01 • P-10
0,01 • P-11	-0,01 • P-12	0,01 • P-13	-0,01 • P-14	
0,00 • P-16	-0,01 • P-17	• P-18	0,00 • P-19	0,00 • P-20
0,00 • P-21	0,05 • P-22	0,00 • P-23	0,00 • P-24	-0,01 • P-25
0,00 • P-26		0,00 • P-28		0,01 • P-30

**Figura 39:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de outubro de 2003.

0,01 P-1	0,01 P-2	0,00 P-3	0,00 P-4	0,01 P-5
0,01 P-6	0,01 P-7	0,01 P-8	0,00 P-9	0,01 P-10
0,00 P-11	0,02 P-12	0,01 P-13	0,01 P-14	
0,02 P-16	0,01 P-17	0,01 P-18	0,00 P-19	0,02 P-20
0,02 P-21	-0,01 P-22	0,00 P-23	0,05 P-24	0,01 P-25
0,03 P-26		0,01 P-28		0,00 P-30

**Figura 40:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de outubro de 2003.

0,09 P-1	-0,05 P-2	0,00 P-3	0,04 P-4	0,05 P-5
-0,06 P-6	-0,07 P-7	0,00 P-8	-0,04 P-9	-0,08 P-10
0,00 P-11	-0,07 P-12	0,06 P-13	-0,14 P-14	
0,00 P-16	-0,06 P-17	0,00 P-18	-0,03 P-19	-0,04 P-20
-0,02 P-21	0,14 P-22	-0,07 P-23	0,00 P-24	-0,07 P-25
0,34 P-26		0,00 P-28		0,01 P-30

**Figura 41:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de novembro de 2003.

• P-1	0,13 • P-2	• P-3	0,05 • P-4	0,11 • P-5
0,08 • P-6	0,06 • P-7	0,13 • P-8	0,03 • P-9	0,10 • P-10
0,03 • P-11	0,12 • P-12	0,06 • P-13	0,11 • P-14	
0,11 • P-16	0,09 • P-17	0,09 • P-18	0,05 • P-19	0,12 • P-20
0,12 • P-21	0,09 • P-22	0,10 • P-23	-0,08 • P-24	0,06 • P-25
0,10 • P-26		0,08 • P-28		0,06 • P-30

**Figura 42:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de outubro de 2003.

0,07 • P-1	-0,07 • P-2	• P-3	0,10 • P-4	0,19 • P-5
0,01 • P-6	-0,11 • P-7	• P-8	-0,08 • P-9	-0,13 • P-10
0,04 • P-11	-0,12 • P-12	0,09 • P-13	-0,27 • P-14	
0,01 • P-16	-0,11 • P-17	• P-18	-0,06 • P-19	-0,11 • P-20
0,10 • P-21	0,28 • P-22	-0,11 • P-23	0,08 • P-24	-0,10 • P-25
-0,12 • P-26		0,02 • P-28		0,06 • P-30

**Figura 43:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de dezembro de 2003.

• P-1	0,17 • P-2	• P-3	0,02 • P-4	0,14 • P-5
0,02 • P-6	0,11 • P-7	0,20 • P-8	0,02 • P-9	0,17 • P-10
0,07 • P-11	0,20 • P-12	0,11 • P-13	0,16 • P-14	
0,17 • P-16	0,17 • P-17	0,19 • P-18	0,09 • P-19	0,21 • P-20
0,21 • P-21	0,10 • P-22	0,15 • P-23	0,09 • P-24	0,14 • P-25
0,19 • P-26		0,09 • P-28		0,05 • P-30

**Figura 44:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de dezembro de 2003.

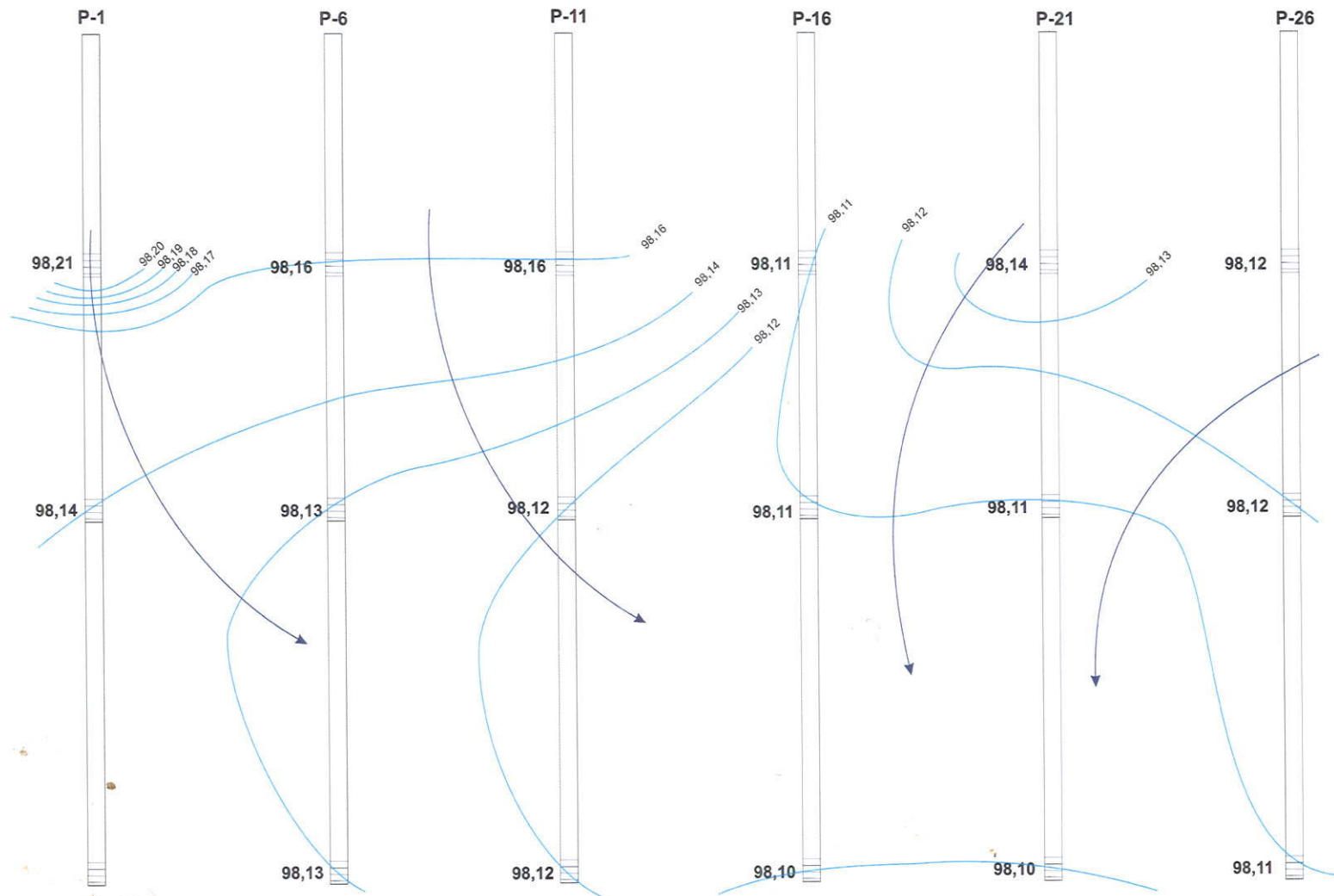
0,91 • P-1	0,00 • P-2	• P-3	0,10 • P-4	0,28 • P-5
0,30 • P-6	0,12 • P-7	• P-8	-0,02 • P-9	0,01 • P-10
0,25 • P-11	-0,05 • P-12	0,23 • P-13	-0,14 • P-14	
0,01 • P-16	0,11 • P-17	• P-18	-0,01 • P-19	-0,02 • P-20
0,23 • P-21	0,40 • P-22	0,13 • P-23	0,04 • P-24	-0,02 • P-25
0,00 • P-26		0,27 • P-28		0,02 • P-30

**Figura 45:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 3 e 6m para o mês de janeiro de 2004.

• P-1	0,34 • P-2	• P-3	0,06 • P-4	0,21 • P-5
0,19 • P-6	0,08 • P-7	0,25 • P-8	0,03 • P-9	0,07 • P-10
0,04 • P-11	0,17 • P-12	0,20 • P-13	0,22 • P-14	
0,24 • P-16	0,16 • P-17	0,18 • P-18	0,07 • P-19	0,18 • P-20
0,22 • P-21	0,06 • P-22	0,33 • P-23	0,01 • P-24	0,04 • P-25
0,16 • P-26		0,12 • P-28		0,03 • P-30

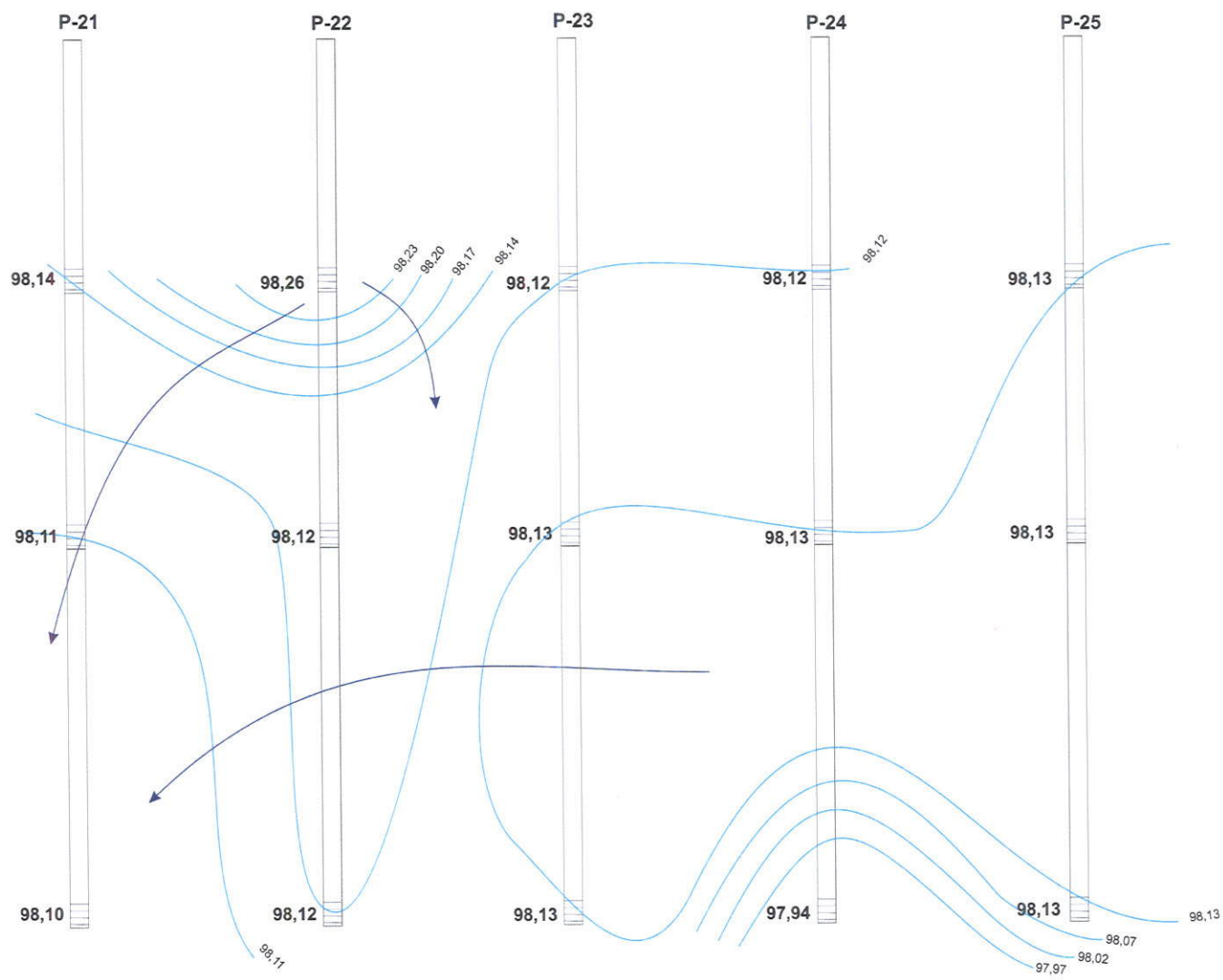
**Figura 46:** Somatória mensal das diferenças diárias das cargas hidráulicas dos poços de 6 e 10m para o mês de janeiro de 2004.

Foram selecionadas duas linhas de perfis de poços, em dois dias distintos, um na estação chuvosa (19/12/03) e outro na estação seca (20/04/03) para ilustrar o comportamento das linhas equipotenciais e os traçados de fluxo da água subterrânea no aquífero da área em estudo (Figuras 47 a 50).

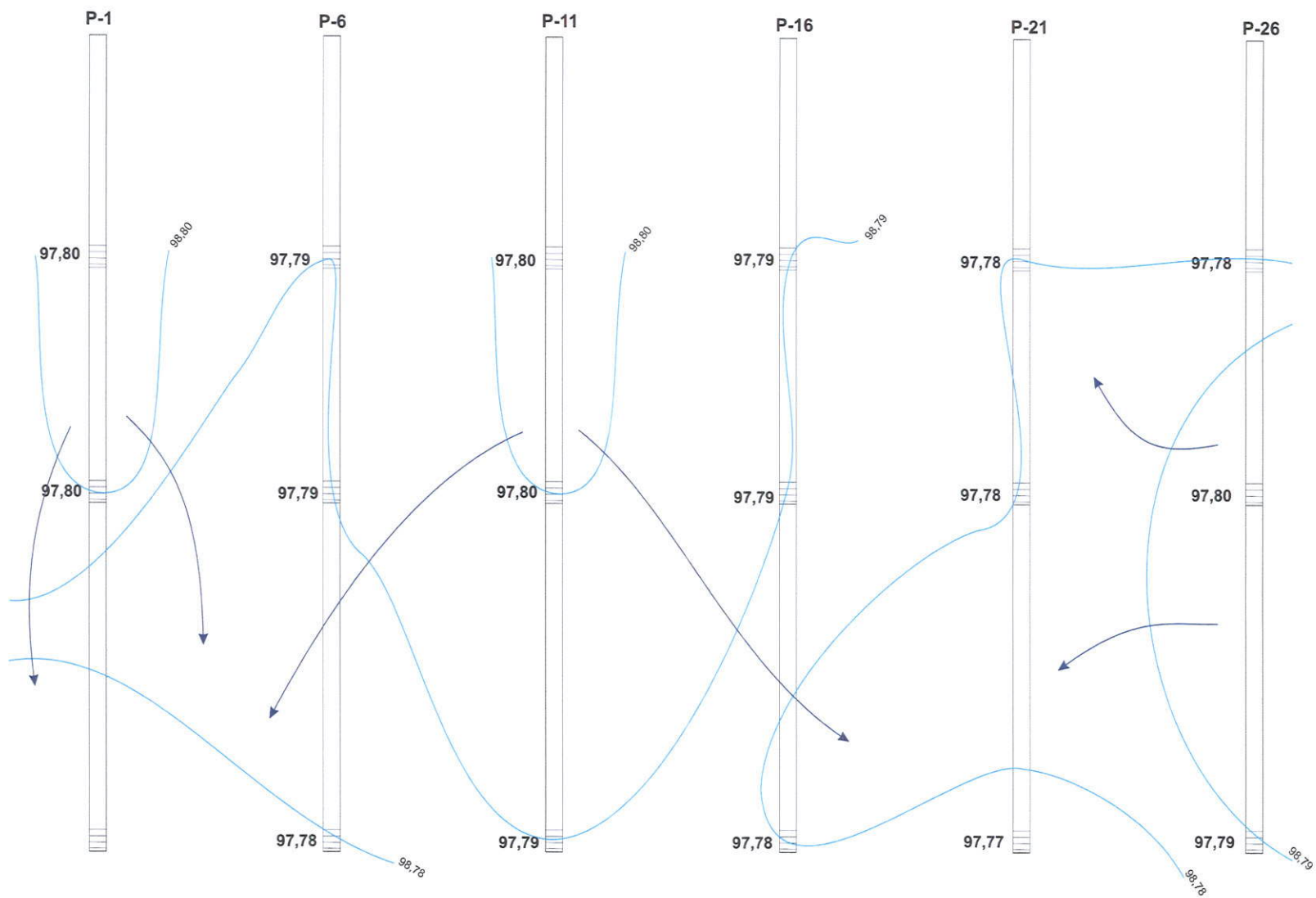


**Figura 47:** Perfil com linhas equipotenciais (azul claro) e linhas de fluxo (azul escuro) ilustrando o comportamento do fluxo da água subterrânea. Dados do dia 19/12/02.

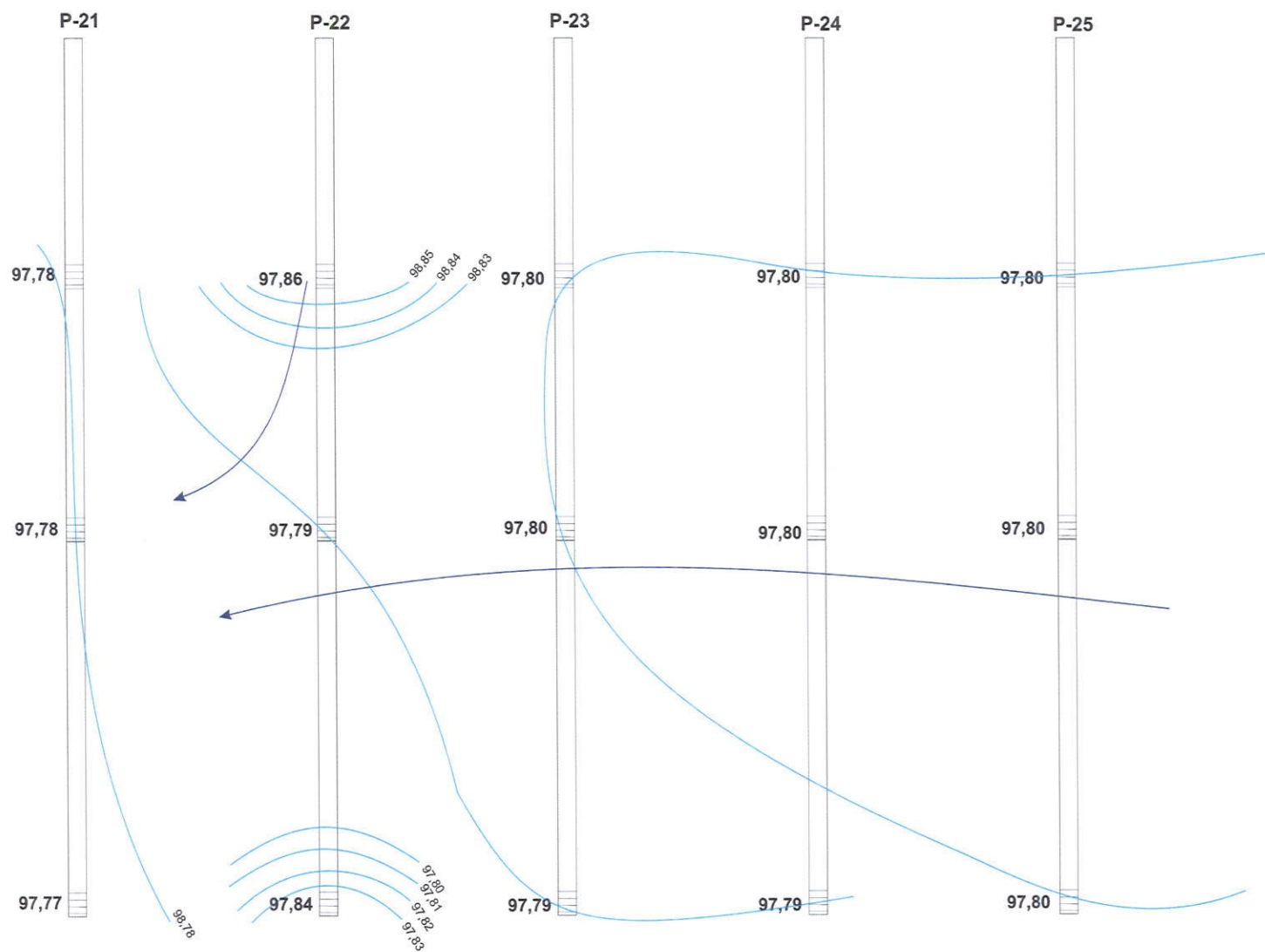




**Figura 48:** Perfil com linhas equipotenciais (azul claro) e linhas de fluxo (azul escuro) ilustrando o comportamento do fluxo da água subterrânea. Dados do dia 19/12/02.



**Figura 49:** Perfil com linhas equipotenciais (azul claro) e linhas de fluxo (azul escuro) ilustrando o comportamento do fluxo da água subterrânea. Dados do dia 20/04/03.



**Figura 50:** Perfil com linhas equipotenciais (azul claro) e linhas de fluxo (azul escuro) ilustrando o comportamento do fluxo da água subterrânea. Dados do dia 20/04/03.

### 6.2.2 Variação das cargas hidráulicas versus as precipitações

Realizaram-se testes de correlação linear entre as cargas hidráulicas médias diárias para cada uma das campanhas de medições de nível d'água nas três profundidades amostradas (3, 6 e 10m) e a soma das precipitações (PrecpD, Precp2D, Precp3D...) que ocorrem de um até sete dias antes da medição das cargas médias. Para os meses da estação chuvosa, a soma das precipitações de 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias antes das medidas dos níveis d'água apresentaram correlações significativas com as cargas hidráulicas médias medidas nas três profundidades (3, 6 e 10m) para cada campanha (Tabela 5).

**Tabela 5:** Correlação estatística entre as cargas hidráulicas médias nas profundidades de 3, 6 e 10m e a soma das precipitações de até sete dias antes da medida das cargas, para estação chuvosa. Os coeficientes em negrito representam correlações com significância estatística de 5%.

	PrecpD	Precp2D	Precp3D	Precp4D	Precp5D	Precp6D	Precp7D
hm 3	0,04	<b>0,18</b>	<b>0,22</b>	<b>0,28</b>	<b>0,35</b>	<b>0,44</b>	<b>0,49</b>
hm 6	0,02	<b>0,17</b>	<b>0,21</b>	<b>0,27</b>	<b>0,34</b>	<b>0,44</b>	<b>0,48</b>
hm 10	0,02	<b>0,17</b>	<b>0,22</b>	<b>0,28</b>	<b>0,35</b>	<b>0,45</b>	<b>0,49</b>

Este resultado é um padrão médio criado pela superposição de todos os dados durante a estação chuvosa, mas cada mês desta estação possui quantidade (número de dias com chuvas) e intensidade (volume em 24h) de precipitações diferentes podendo apresentar relações distintas deste padrão médio.

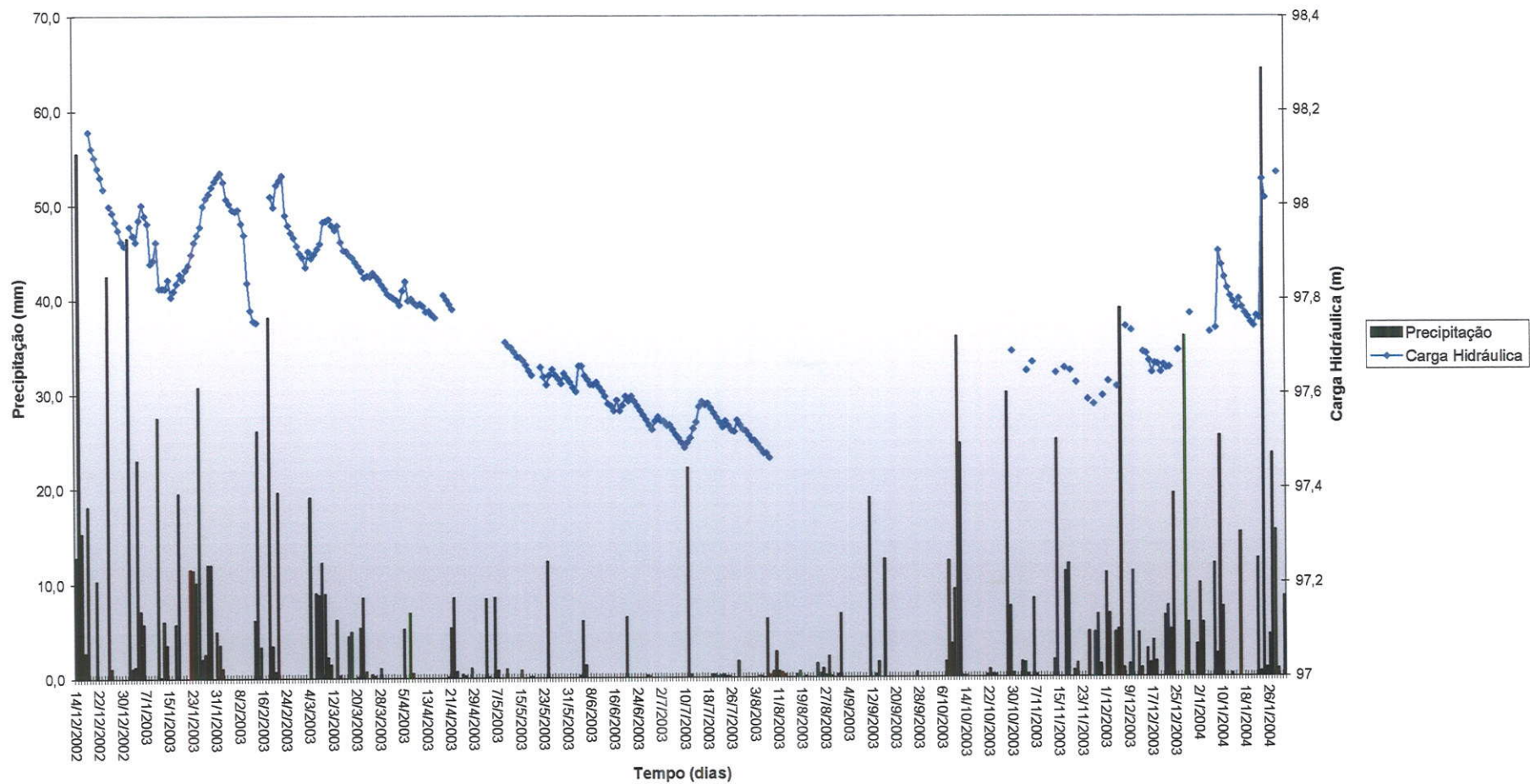
A mesma análise foi realizada para os meses da estação seca, nos quais ocorrem precipitações mensais inferiores a 41mm. A Tabela 6 mostra que não ocorrem correlações significativas entre a soma de até sete precipitações e as cargas médias medidas nesta estação para nenhuma das profundidades. No entanto, conforme se observa na Figura 51, no período da estação seca, o aquífero responde às chuvas com intensidades (24h) superiores a 5mm.

**Tabela 6:** Correlação estatística entre as cargas hidráulicas médias nas profundidades de 3, 6 e 10m e a soma das precipitações de até sete dias antes da medida das cargas, para estação seca. Os coeficientes em negrito representam correlações com significância estatística de 5%.

	<b>PrecpD</b>	<b>Precp2D</b>	<b>Precp3D</b>	<b>Precp4D</b>	<b>Precp5D</b>	<b>Precp6D</b>	<b>Precp7D</b>
<b>Hm 3</b>	0,04	0,03	0,03	0,03	0,06	0,09	0,11
<b>Hm 6</b>	0,03	0,02	0,03	0,03	0,06	0,08	0,10
<b>Hm 10</b>	0,03	0,02	0,03	0,03	0,06	0,08	0,10

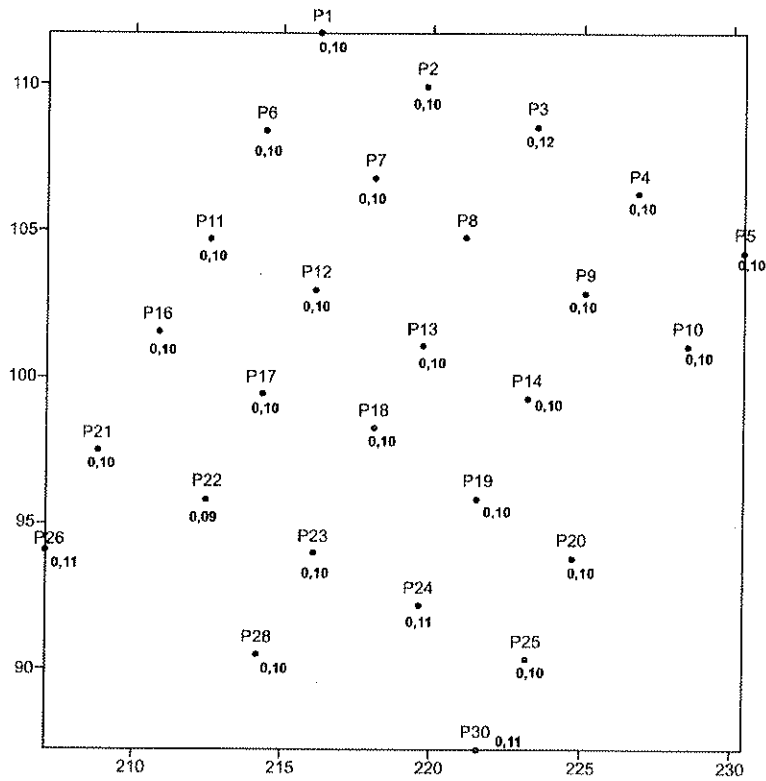
Portanto há uma clara distinção entre as duas estações observadas no que diz respeito às relações entre as cargas hidráulicas médias para cada campanha e as precipitações ocorridas. Na estação chuvosa há uma pronunciada correlação entre as precipitações e as cargas médias, pois em todo o período foram observadas correlações significativas. No entanto esta relação é diferente em cada mês indicando que outros fatores estão envolvidos nesta relação, como intensidade das precipitações (em períodos de 24h), distribuição das precipitações (número de dias chuvosos) e também evapotranspiração, já que nem toda a água da precipitação se torna recarga (MONDIN *et al.*, 2004 – Anexo 5: artigo submetido à ABRH). Na estação seca parece não haver relação entre as precipitações e as cargas médias medidas, provavelmente porque as intensidades das chuvas (maioria < 5mm) e quantidade de dias chuvosos são menores e mais espaçados entre si, fazendo com que a capacidade de campo não seja atingida, não gerando recargas significativas. No entanto, observa-se na Figura 51 que para precipitações acima de 5mm durante essa estação provoca uma pequena elevação das cargas hidráulicas.

Os dados apresentados mostram a rápida resposta do aquífero frente aos eventos de precipitação, sobretudo na estação chuvosa quando as precipitações diárias geralmente são acima de 10mm ou a soma da distribuição em dias próximos superam este valor.

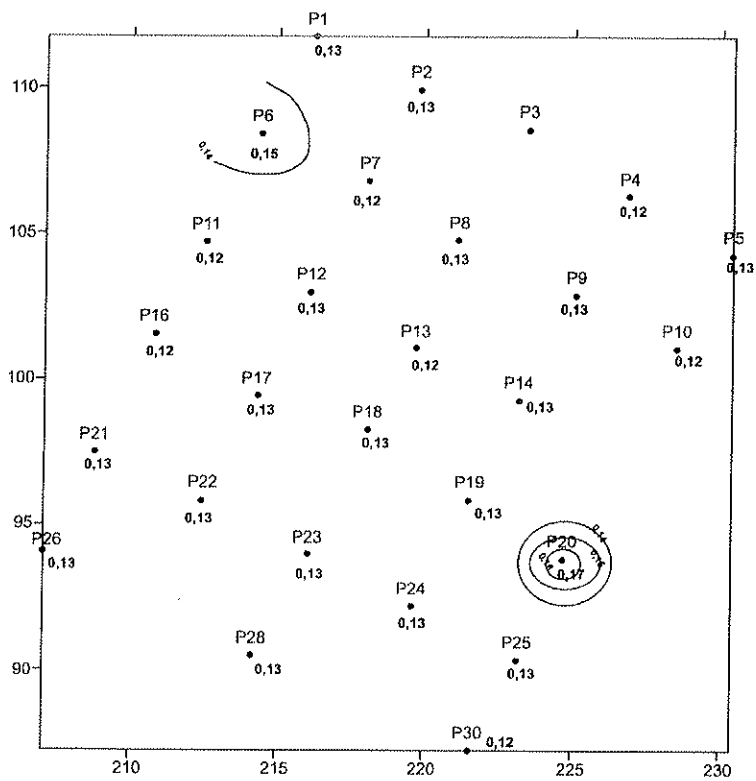


**Figura 51:** Dados de precipitação diária e cargas hidráulicas médias dos poços de monitoramento na profundidade de 3m. As barras representam os valores de precipitação e os pontos os de carga hidráulica.





**Figura 53:** Isolinhas de desvio padrão dos poços de 3m durante a estação seca. Não há formação de isolinhas mostrando comportamento homogêneo dos poços.



**Figura 54:** Isolinhas de desvio padrão dos poços de 6m durante a estação chuvosa.



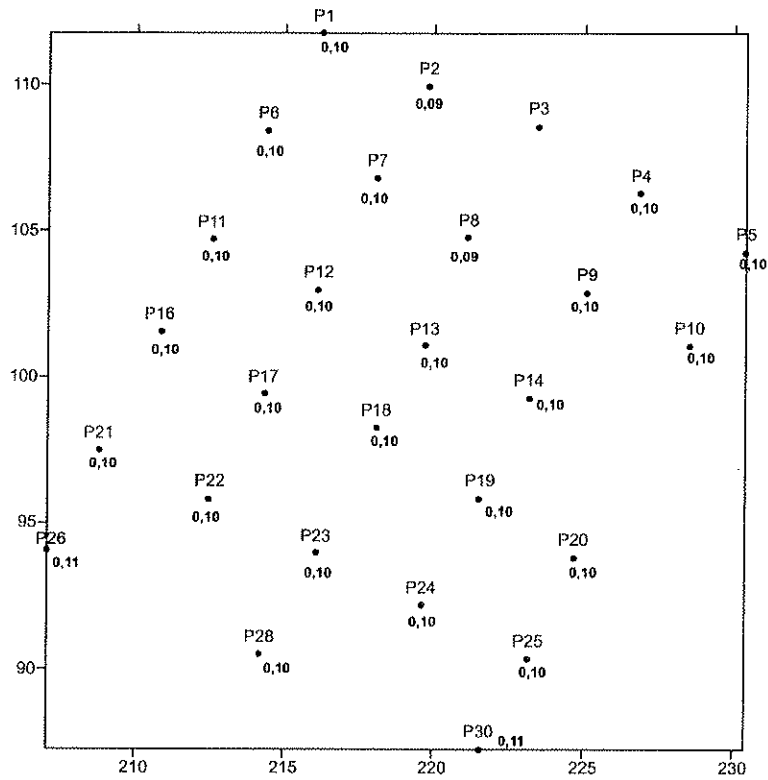


Figura 55: Isolinhas de desvio padrão dos poços de 6m durante a estação seca. Não há formação de isolinhas mostrando comportamento homogêneo dos poços.

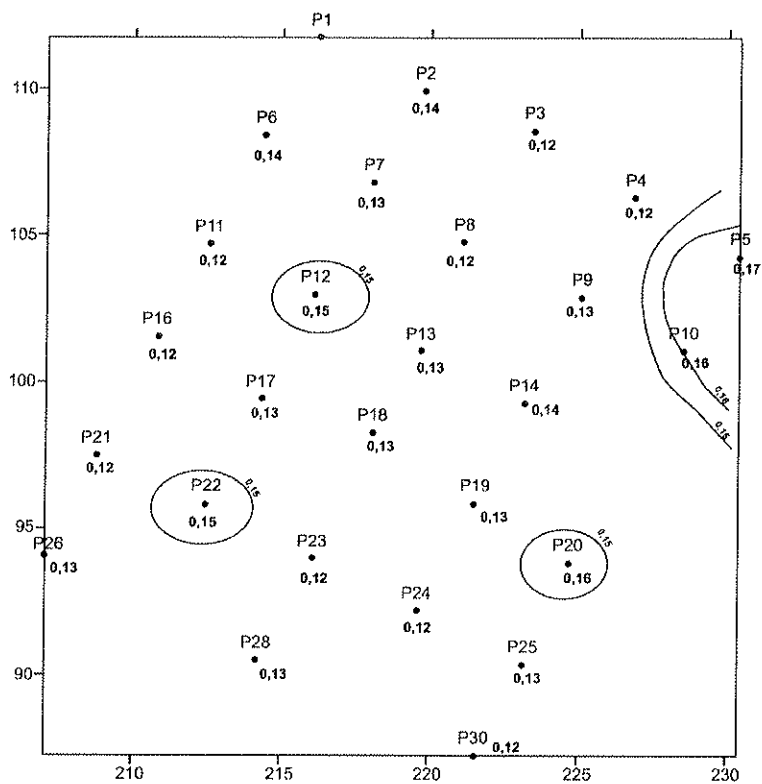
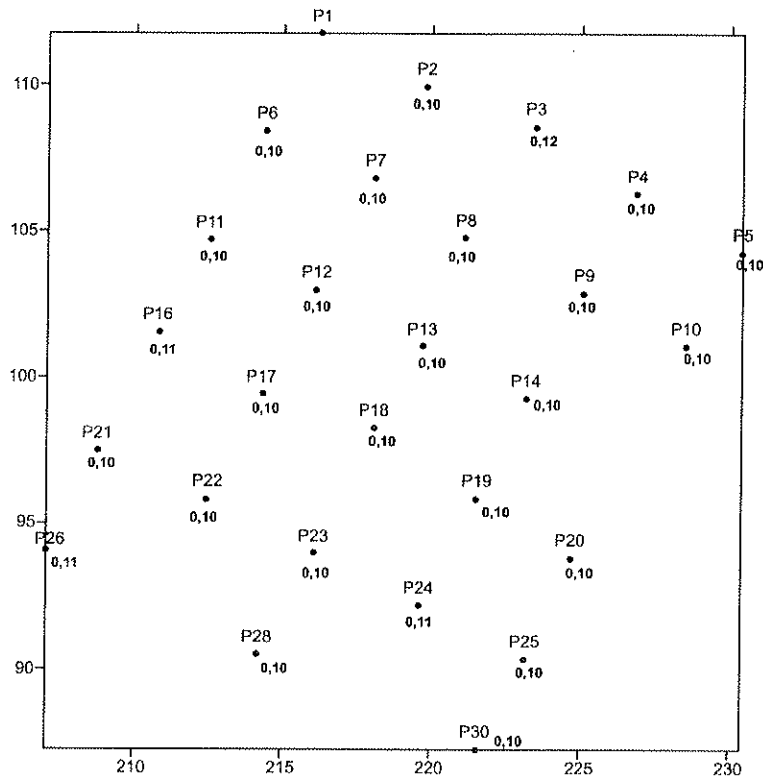


Figura 56: Isolinhas de desvio padrão dos poços de 10m durante a estação chuvosa.



**Figura 57:** Isolinhas de desvio padrão dos poços de 10m durante a estação seca. Não há formação de isolinhas mostrando comportamento homogêneo dos poços.

Foi realizada também uma análise do comportamento individual das cargas hidráulicas dos poços frente aos eventos de precipitação dentro de cada uma das estações. Selecionou-se dois períodos com regimes de precipitação distintos, um na estação seca (10 a 27 de julho de 2003) e outro na estação chuvosa (16 de janeiro a 13 de fevereiro de 2003). O período da estação chuvosa apresentou chuvas intensas (>10mm em períodos de 24h) até o 13º dia e depois entrou em regime de estiagem até o 27º dia. Já o período da estação seca apresentou um único pico de chuva (22,2mm) no dia 1º e depois entrou no regime de estiagem. Para análise do comportamento dos poços foi calculada a diferença entre as cargas dos demais dias em relação ao dia 0 (p.e. carga do dia 1 – a carga do dia 0, carga do dia 2 – carga do dia 0, etc..) e montados gráficos de comportamento das cargas dos poços. A confecção dos gráficos permitiu o agrupamento de poços com comportamentos semelhantes na variação das cargas hidráulicas frente aos eventos distintos de precipitação, conforme pode ser observado nas Figuras 58 e 59.

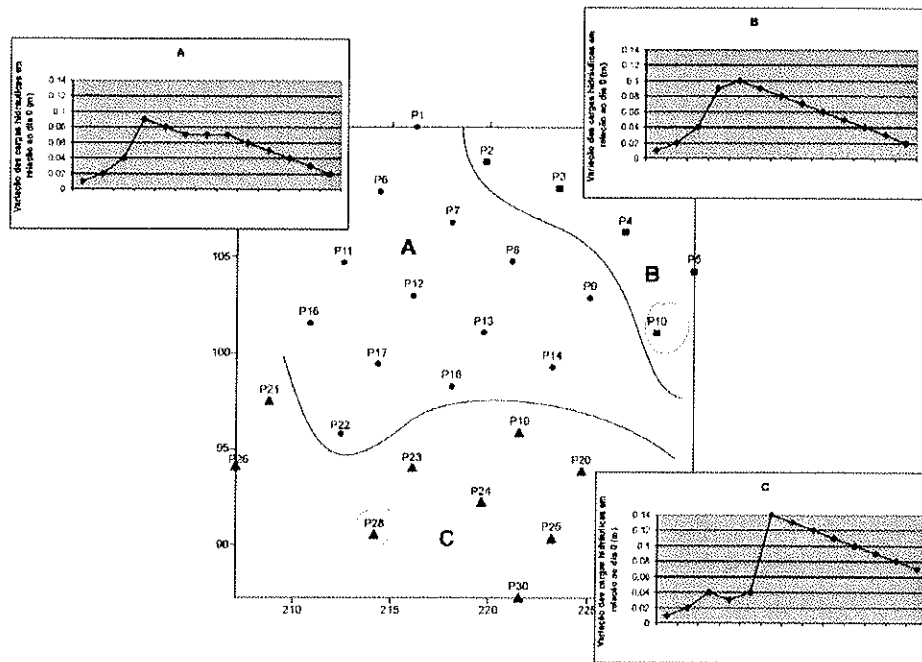


Figura 58: Grupos de poços com comportamentos semelhantes durante evento de precipitação na estação seca.

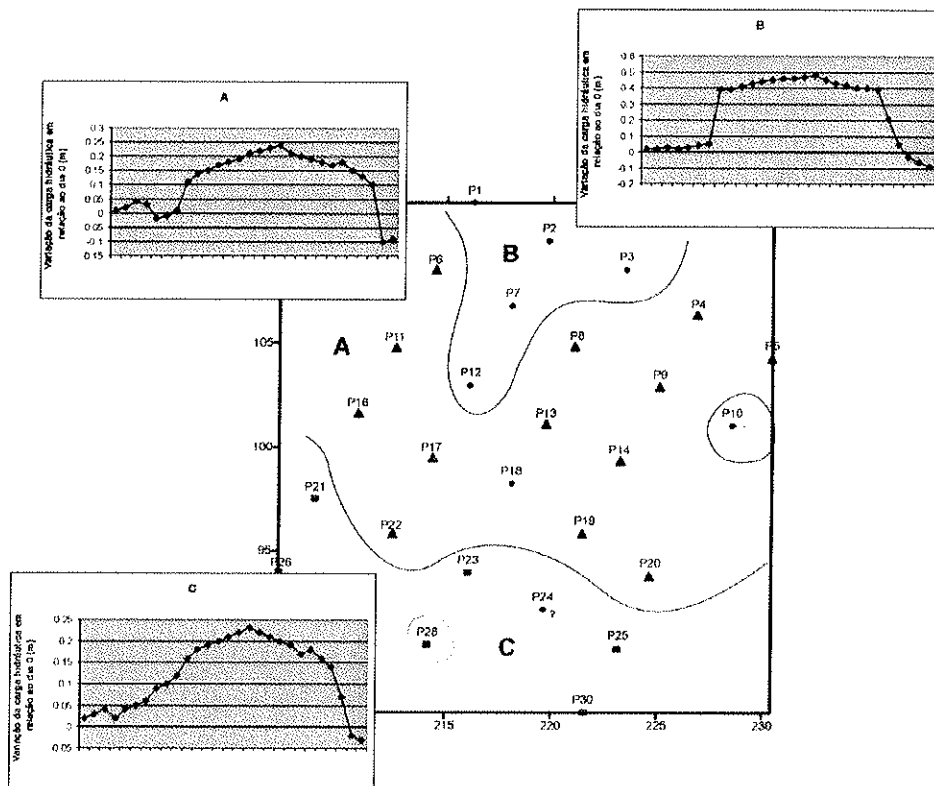


Figura 59: Grupos de poços com comportamentos semelhantes durante evento de precipitação na estação chuvosa.

Nota-se que os poços da porção superior do mapa (Grupo B) apresentam comportamentos distintos dos poços da porção inferior (Grupo C), em ambos os eventos (e estações). Os poços da porção central (Grupo A) apresentam comportamento misto entre os dois grupos de poços fazendo com que a linha de transição mude de um evento para outro, ou seja, os poços próximos a esta linha podem ora apresentar um comportamento mais parecido com um grupo ou outro.

Portanto, existe na área de estudo, durante eventos de precipitação, grupos de poços com comportamentos semelhantes e estão divididos entre a porção superior e inferior da área de estudo, com os poços da parte central apresentando um comportamento misto. No entanto não foram encontradas relações nos parâmetros físicos, tais como espessura da zona não saturada, proximidade com as árvores, litologia da zona não saturada, condutividade hidráulica ou topografia, que permitissem explicar tal agrupamento de poços.

### **6.3. Mecanismos controladores de recarga e sua relação com a variação dos níveis potenciométricos**

Existem diversos fatores que podem controlar a recarga de um aquífero. De acordo com a Figura 60, procurou-se observar as relações teóricas entre os diversos fatores controladores de recarga e a variação dos níveis potenciométricos da área de estudo.

Estas relações foram analisadas de forma direta, observando-se alguns eventos de precipitação e comparando-os com os mecanismos controladores de recarga e também por meio de matrizes. A análise das matrizes procurou relacionar os contrastes de topografia, de condutividade hidráulica, a espessura da zona não saturada e a cobertura vegetal sobre os poços com as precipitações e como esta relação influencia na recarga.

O primeiro passo foi a determinação dos fatores de contrastes de topografia e de condutividade hidráulica além dos cálculos de espessura da zona não saturada e divisão dos poços de acordo com a influência da cobertura vegetal. Posteriormente foram montadas as matrizes para análise dos mecanismos de recarga frente as precipitações e sua relação com a recarga.

### *Determinação dos Fatores de Contraste*

Para cada poço foram calculados os fatores de contraste topográfico,  $F_c$ , e de condutividade hidráulica,  $F_k$ , segundo as equações:

$$F_c = \sum(C_{i,j} - C_{i,j-1}) + (C_{i,j} - C_{i,j+1}) + (C_{i,j} - C_{i-1,j}) + (C_{i,j} - C_{i+1,j}) \quad (8)$$

$$F_k = \sum(\ln k_{i,j} - \ln k_{i,j-1}) + (\ln k_{i,j} - \ln k_{i,j+1}) + (\ln k_{i,j} - \ln k_{i-1,j}) + (\ln k_{i,j} - \ln k_{i+1,j}) \quad (9)$$

onde:

$C_{i,j}$ : cota do poço a ser calculado o fator de contraste;

$C_{i,j+1}$ ,  $C_{i,j-1}$ ,  $C_{i-1,j}$  e  $C_{i+1,j}$ : cota dos poços vizinhos;

$\ln k_{i,j}$ : logaritmo neperiano da condutividade hidráulica do poço a ser calculado o fator de contraste;

$\ln k_{i,j-1}$ ,  $\ln k_{i,j+1}$ ,  $\ln k_{i-1,j}$ ,  $\ln k_{i+1,j}$ : logaritmo neperiano da condutividade hidráulica dos poços vizinhos.

PERFIL ESQUEMÁTICO	FATOR	EFEITO
	Interceptação e evapotranspiração	Vegetação pode gerar uma recarga heterogênea através da interceptação ou consumir água do aquífero através das raízes e libera-la pela evapotranspiração.
	Depressões e elevações centimétrica do terrenos	O empoçamento de água nas depressões centimétricas pode gerar recargas localizadas.
	Heterogeneidade da condutividade hidráulica da zona saturada do aquífero	Áreas com condutividade hidráulica maior possuem fluxo de água maior do que áreas com condutividade hidráulica menor podendo gerar diferenças de carga hidráulica.
	Heterogeneidade da permeabilidade da zona não saturada ou diferença na espessura da mesma.	Diferenças de carga hidráulica geradas pelo fluxo na zona não saturada

**Figura 60:** Perfis esquemáticos de fatores que influenciam a recarga.

De acordo com os cálculos de contraste os poços que apresentaram poços vizinhos que permitissem calcular o fator de contraste foram os que se encontram na área hachurada da Figura 61. Desta forma, os valores de  $F_c$  e  $F_k$  de cada poço fornece uma medida do contraste entre a sua cota e sua condutividade hidráulica e a cota e condutividade hidráulica dos poços vizinhos. Portanto os fatores de contraste dos poços mostram o quanto o poço se assemelha ou difere dos seus vizinhos nos parâmetros

analisados. Com base nisto, pode-se observar se estas diferenças ou semelhanças influenciam na recarga.

Os mesmos poços utilizados nos cálculos dos fatores de contraste  $F_c$  e  $F_k$ , foram usados para calcular a espessura da zona não saturada. Apenas para avaliação da cobertura vegetal foram utilizados todos os poços, pois esta se encontra principalmente nos poços da extremidade da área.

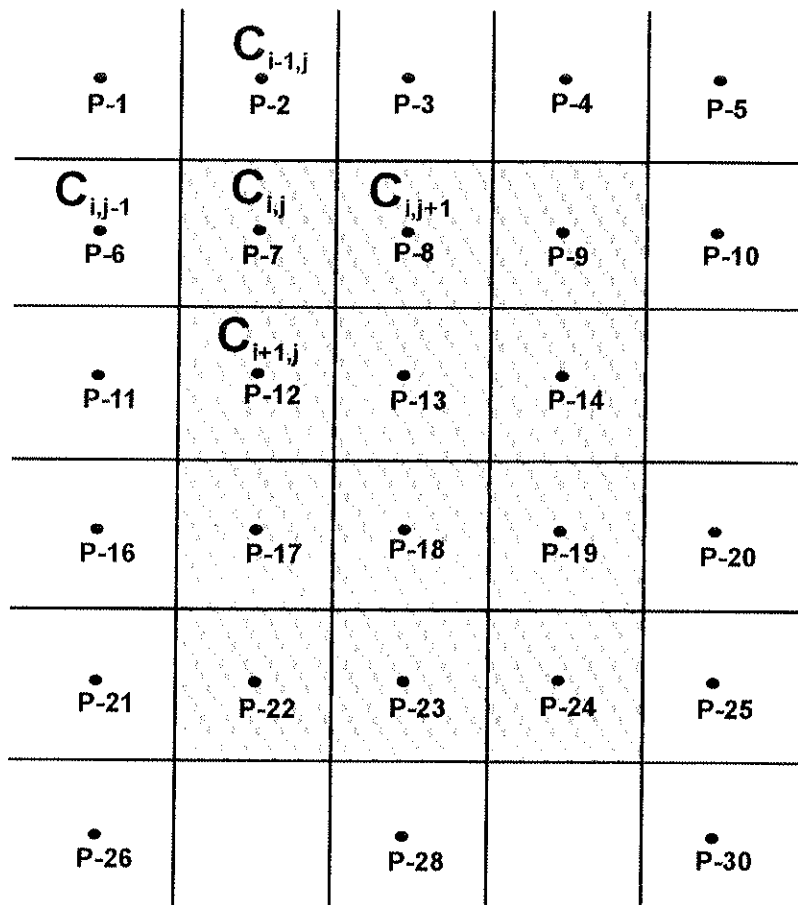


Figura 61: A área dos poços utilizados nos cálculos dos fatores de contraste  $F_c$  e  $F_k$ .

### Confecção das Matrizes

Foram confeccionadas matrizes de 3 linhas por 3 colunas. Cada linha da matriz representa um intervalo com valores de contraste de topografia, ou de condutividade hidráulica, ou da zona não saturada ou da cobertura vegetal, definindo os poços que fazem parte de cada uma das linhas dependendo do parâmetro analisado. As colunas representam intervalos com valores de precipitação referente aos períodos de elevação

dos níveis potenciométricos. Cada setor da matriz representa o valor médio da recarga dos poços que o compõe.

As recargas foram calculadas utilizando-se os dias em que houve elevação dos níveis potenciométrico de cada poço em todas as campanhas realizadas. As análises de influência na recarga entre os parâmetros topografia, condutividade hidráulica, espessura da zona não saturada e cobertura vegetal em função das precipitações foi realizada de duas maneiras:

- confecção das matrizes para todo o período estudado (dez/02 a jan/04);
- confecção das matrizes para primeira estação chuvosa (dez/02 a mar/03), para estação seca (abr/03 a set/03) e para segunda estação chuvosa (out/03 a jan/04).

Os resultados das matrizes serão discutidos dentro dos itens a seguir referentes a cada mecanismo controlador da recarga.

### **6.3.1. Influência da topografia e da espessura da zona não saturada**

#### *Topografia*

A análise da influência da topografia foi observada através da confecção de um mapa topográfico baseado nas cotas relativas dos poços de monitoramento (Figura 62). De acordo com as relações observadas na Figura 60, no poço P16 ocorre a formação de uma depressão centimétrica que poderia gerar uma recarga localizada em tal poço. No entanto, quando se observa o comportamento do poço P16 em relação aos poços vizinhos nota-se que este apresenta carga hidráulica sempre igual ou menor enquanto se esperaria observar uma carga hidráulica maior devido a concentração de água neste ponto. Nos demais poços, não foi observada nenhuma relação entre as cotas topográficas e as cargas hidráulicas.



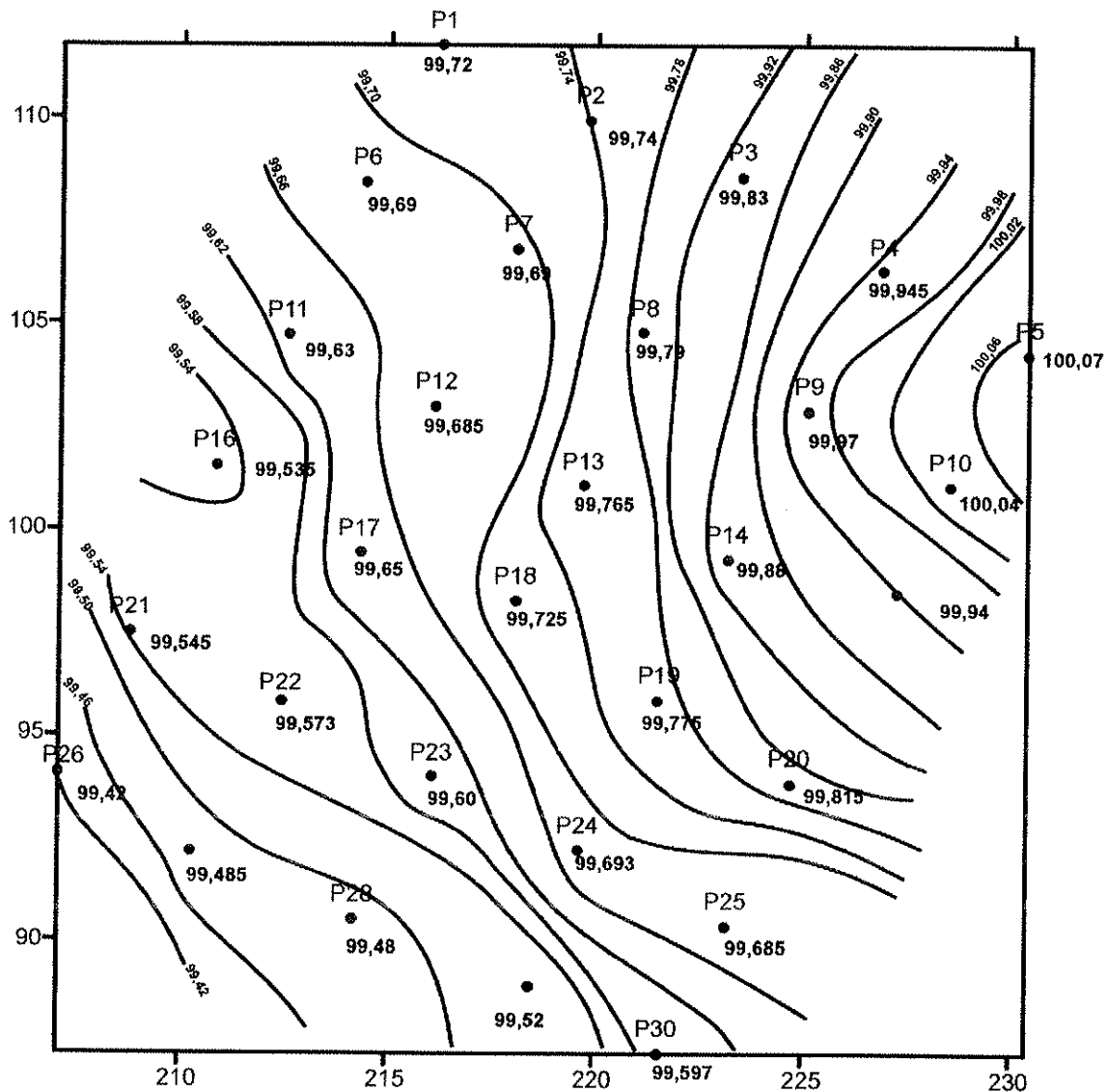


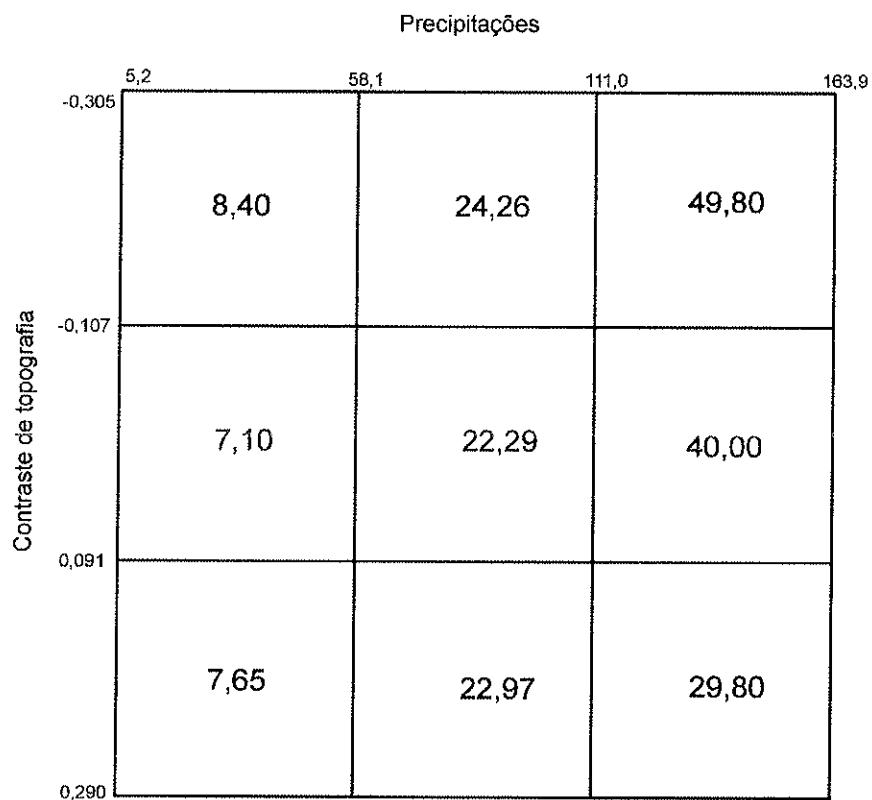
Figura 62: Mapa topográfico a partir das cotas das bocas dos poços.

### Matrizes de relação da topografia com a recarga frente as precipitações

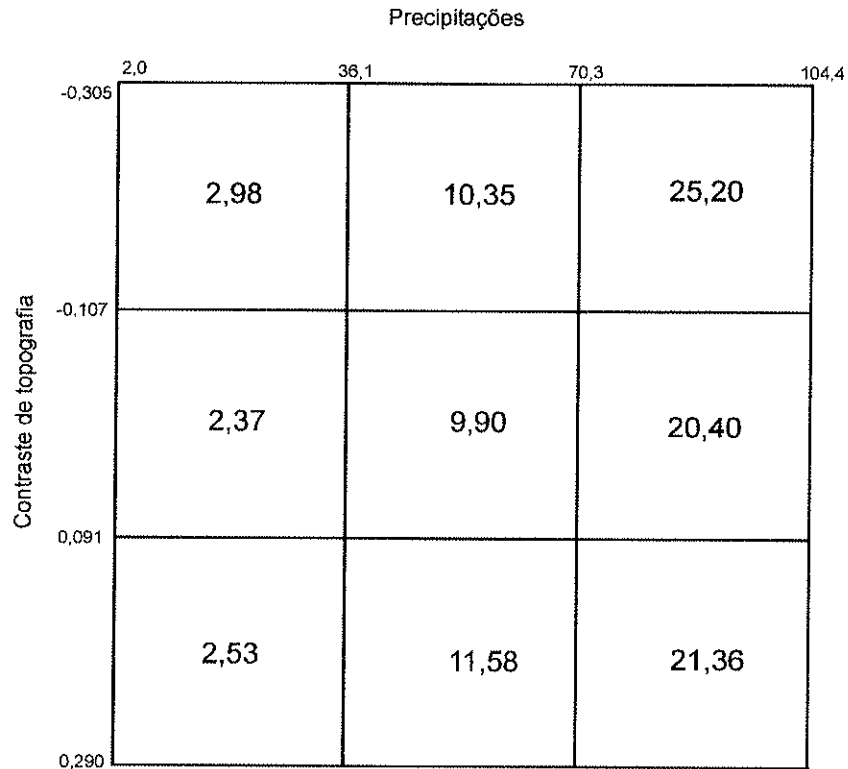
As Figuras 63, 64, 65 e 66 representam as matrizes de relação entre a topografia e a recarga frente as precipitações.

Observa-se na matriz referente a todas as campanhas, independente da estação, que os setores com valores de contraste de topografia negativos (poços com cota menor do que os poços vizinhos) apresentaram os maiores valores de recarga e estes aumentam conforme o aumento das precipitações. Os poços com valores de contraste intermediário apresentaram as menores recargas, a exceção do setor 2x3 (linha versus coluna – da esquerda para direita) que apresentou valor maior do que o 3x3.

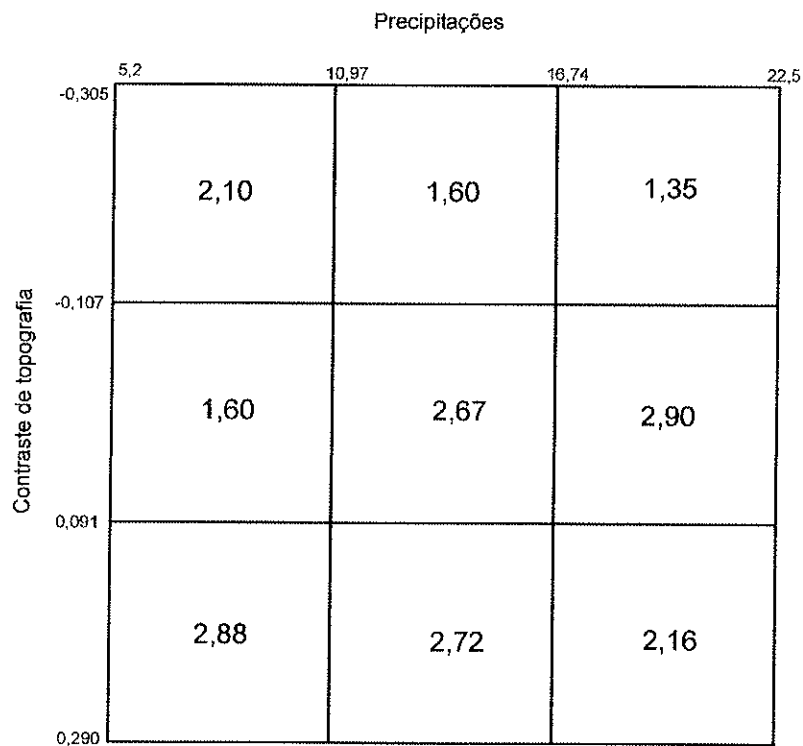
Quando as matrizes são analisadas de acordo com as estações, nota-se que no primeiro e segundo período chuvoso (dez/02 a mar/03 e out/03 a jan/04) os setores com valores de contrastes menores apresentaram as maiores recargas e os setores intermediários os menores valores. Os setores com os maiores valores de contraste apresentam recargas maiores do que os setores intermediários. Durante a estação seca (abr/03 a set/03), os setores com maiores valores de contraste apresentaram as maiores recargas. Os valores de recarga nesta estação não apresentaram uma relação lógica, pois eventos de maior precipitação apresentaram recargas inferiores a alguns eventos de menor precipitação.



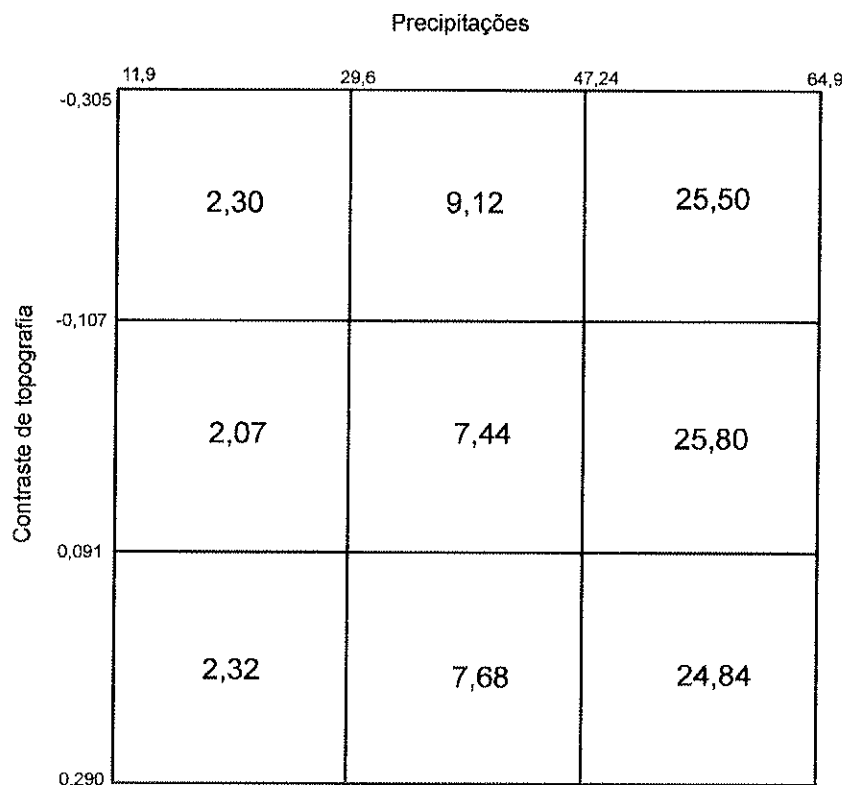
**Figura 63:** Matriz de relação entre o contraste de topografia (m) e a recarga (mm/período) frente às precipitações (mm/período) para todas as estações climáticas.



**Figura 64:** Matriz de relação entre o contraste de topografia (m) e a recarga (mm/dia) frente às precipitações (mm/dia) para a primeira estação chuvosa (dez/02 a mar/03).



**Figura 65:** Matriz de relação entre o contraste de topografia (m) e a recarga (mm/dia) frente às precipitações (mm/dia) para a estação seca (abr/03 a set/03).

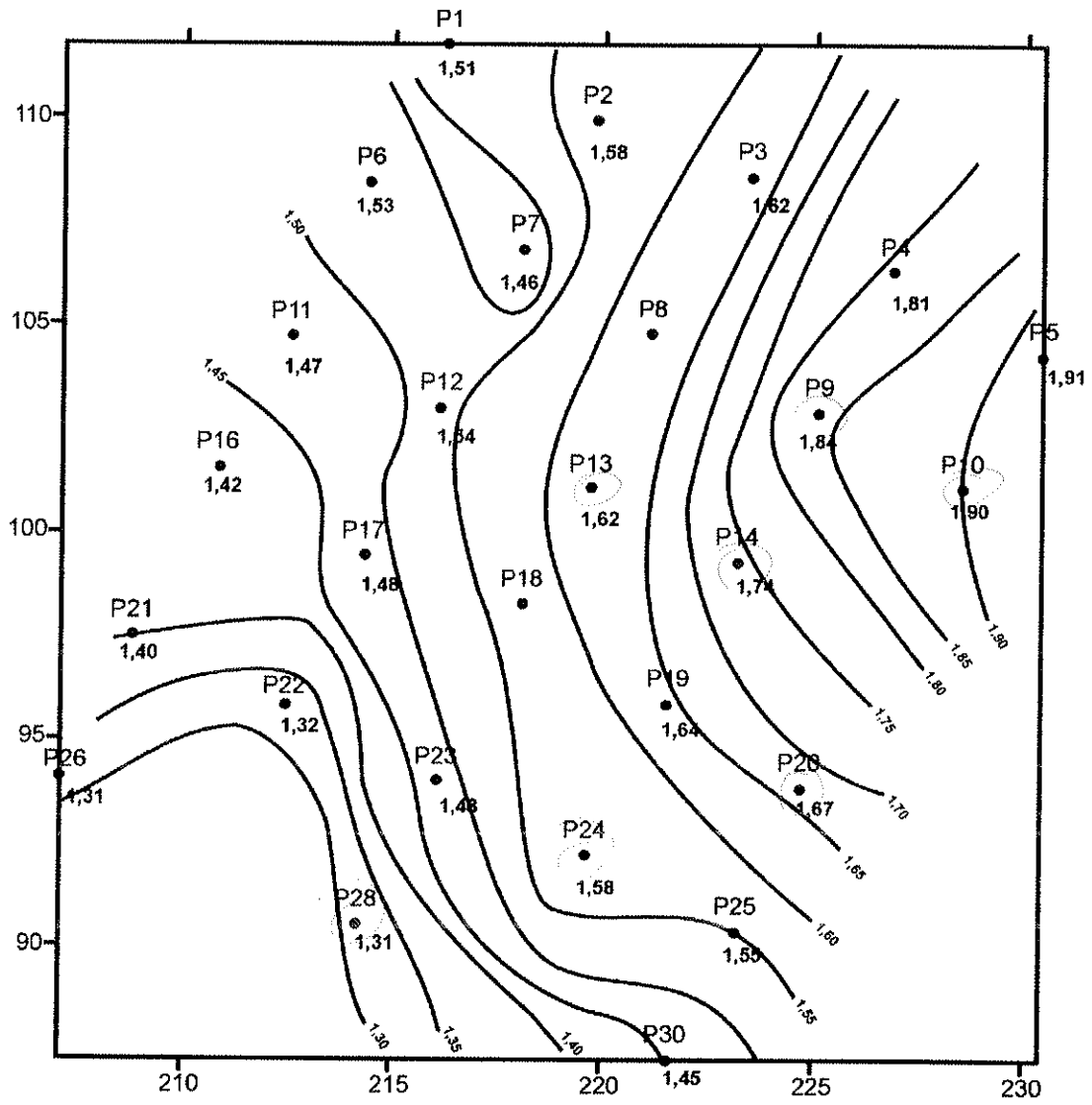


**Figura 66:** Matriz de relação entre o contraste de topografia (m) e a recarga (mm/dia) frente às precipitações (mm/dia) para a segunda estação chuvosa (out/03 a jan/04).

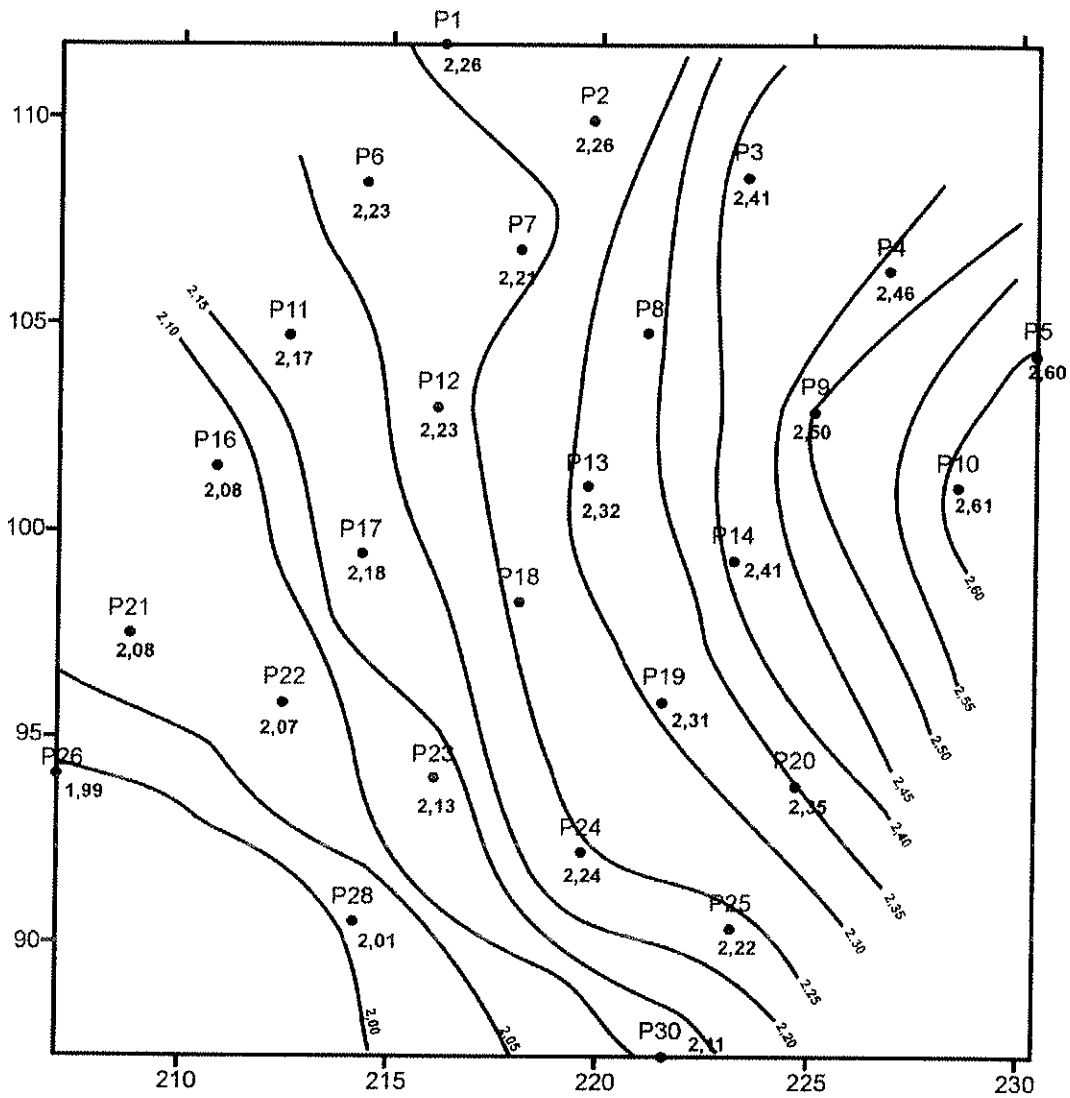
As matrizes mostraram que quanto maior a chuva maior a recarga, no entanto, não é o contraste de topografia que controla a recarga.

#### *Espessura da zona não saturada*

Para análise da espessura da zona não saturada (EZNS) confeccionaram-se dois mapas de isoespessura (Figuras 67 e 68), um para a estação chuvosa (dia com os maiores níveis d'água) e outro para estação seca (dia com os menores níveis d'água). Na estação chuvosa a EZNS varia de 1,91m, para zona de maior espessura (próxima ao P-5), à 1,31m para zona de menor espessura (próximo ao P-26). Durante a estação seca a EZNS varia de 2,60 à 1,99m. Em ambas as estações a EZNS tende a acompanhar a topografia, ou seja, os poços de maior cota têm maior espessura de zona não saturada enquanto os de menor cota têm menor espessura de zona não saturada.

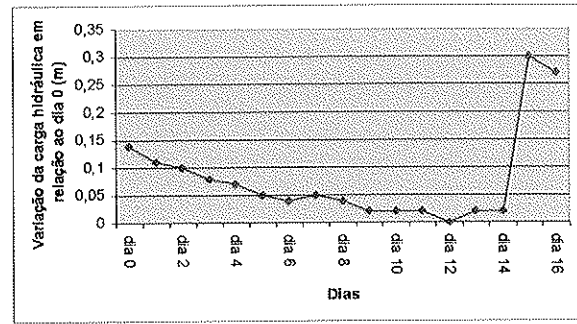
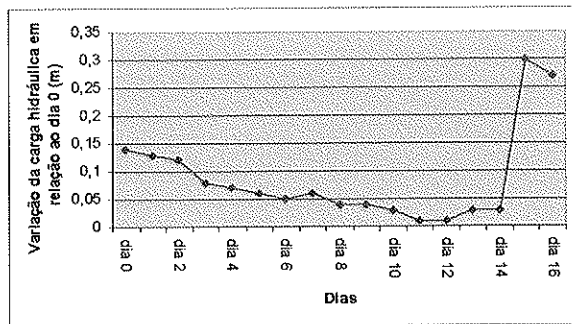


**Figura 67:** Mapa de isoespessura da zona não saturada na estação chuvosa (dez/02 a mar/03 e out/03 a jan/04).



**Figura 68:** Mapa de isoespessura da zona não saturada na estação seca (abr/03 a jul/03).

Quando se observam as Figuras 69 e 70, que representam um poço com maior EZNS e outro com menor espessura, ambos respondem às precipitações no mesmo período de tempo, tanto na estação chuvosa como na seca. Tal fato mostra que as diferenças da EZNS não refletem diretamente nas variações dos níveis d'água dos poços.

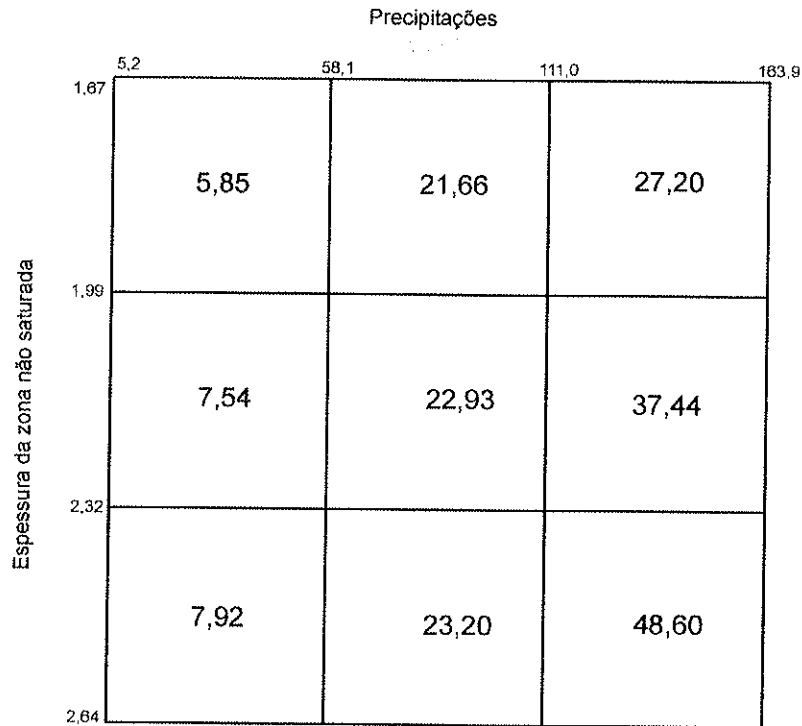


**Figura 69:** Variação das cargas hidráulicas (P-4). **Figura 70:** Variação das cargas hidráulicas (P-26).

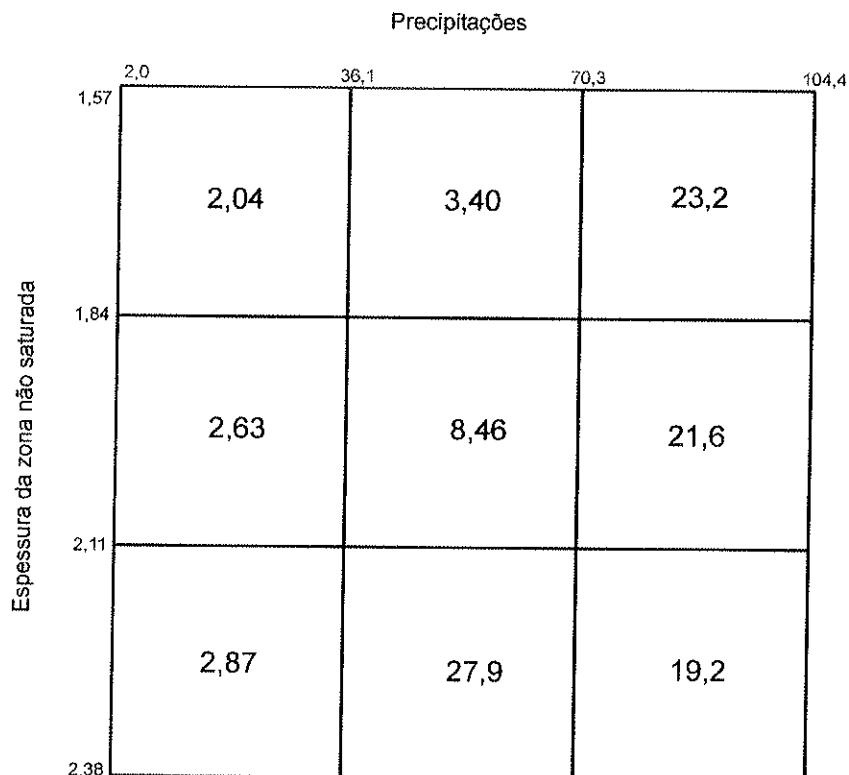
### *Matrizes de relação da espessura da zona não saturada com a recarga frente as precipitações*

A matriz de relação entre espessura da zona não saturada (EZNS) e a recarga frente às precipitações, para todas as campanhas (Figura 71), sem distinção da estação, mostra que quanto maior a espessura da zona não saturada maior é a recarga e esta aumenta com o aumento das precipitações.

Quando se analisa as matrizes de acordo com as estações climáticas, nota-se que durante a primeira estação chuvosa (Figura 72), para precipitações de até 70,26mm, a EZNS apresenta relação com a recarga semelhante aos resultados observados para todas as estações juntas. Para precipitações superiores a 70,26mm, esta passa a apresentar uma relação inversa, ou seja, quanto menor a EZNS maior a recarga. Já na segunda estação chuvosa (Figura 73), os setores com valores intermediários de EZNS é que apresentaram as maiores recargas. Durante a estação seca (Figura 74) os setores de menor EZNS apresentaram as maiores recargas (exceção do setor 1x3).

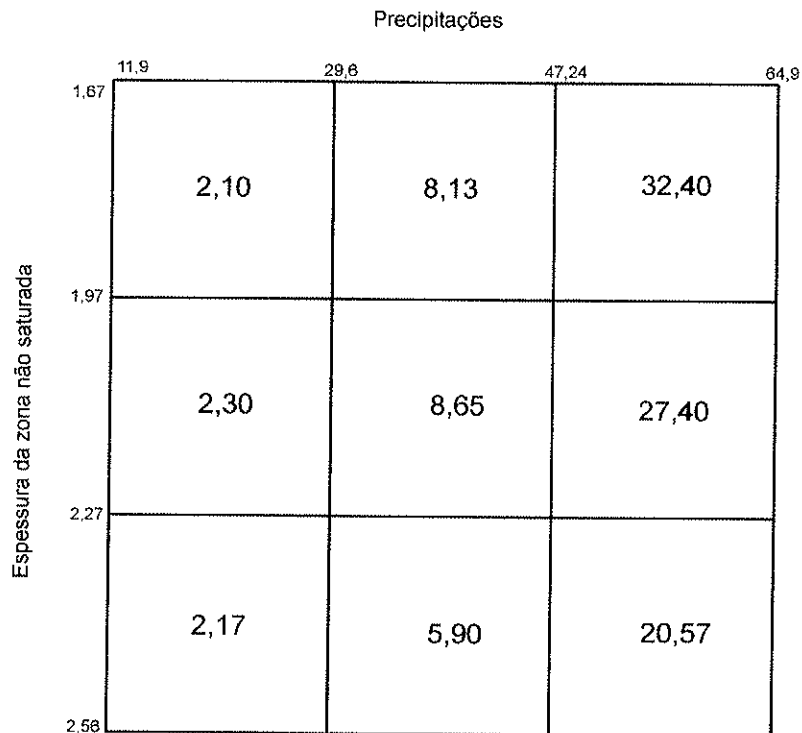


**Figura 71:** Matriz de relação entre a espessura da zona não saturada (m) e a recarga (mm/período) frente às precipitações (mm/período) para todas as estações climáticas.

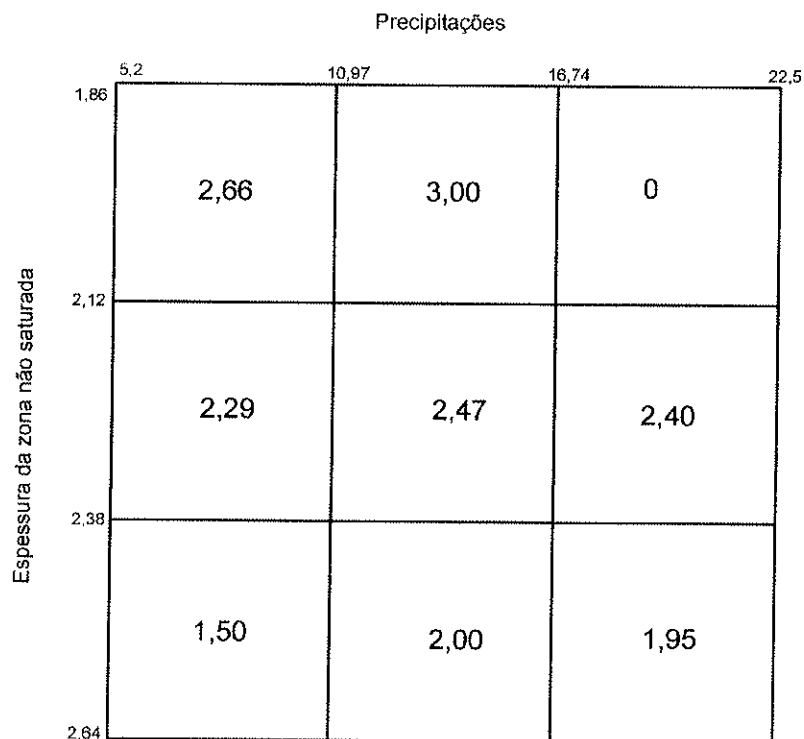


**Figura 72:** Matriz de relação entre a espessura da zona não saturada (m) e a recarga (mm/dia) frente às precipitações (mm/dia) para a primeira estação chuvosa (dez/02 a mar/03).





**Figura 73:** Matriz de relação entre a espessura da zona não saturada (m) e a recarga (mm/dia) frente às precipitações (mm/dia) para a segunda estação chuvosa (out/03 a jan/04).



**Figura 74:** Matriz de relação entre a espessura da zona não saturada (m) e a recarga (mm/dia) frente às precipitações (mm/dia) para a estação seca (abr/03 a set/03).

### 6.3.2. Influência das árvores e das precipitações sobre os poços

Para análise da influência das árvores e da precipitação localizada na área dos poços foram instalados coletores de água da chuva sobre cada um dos poços e medidas chuvas episódicas em dezembro de 2003 e janeiro de 2004.

Nota-se nas Figuras 75 a 81, que as árvores presentes na área criam um padrão heterogêneo de precipitação sobre os poços. A árvore entre os poços P-3 e P-8 e a árvore entre os poços P-18 e P-19, que possuem as copas bem fechadas diminuem a precipitação sobre estes poços através da interceptação das águas. Tais árvores afetam também a precipitação dos poços ao redor, dependendo da inclinação da precipitação, conforme ocorre com os poços P-2, P-7 e P-9. No caso da árvore com a copa sobre o poço P-30 e das árvores que formam uma copa sobre os poços P-1, P-6, P-11, P-16, P-21 e P-26 ocorre dois padrões distintos de influência das árvores. Para o P-6, a copa da árvore, concentra precipitação sobre ele pelo escoamento da água através da copa, tal fenômeno também pode ocorrer para os poços P-1, P-16 e P-30. Para os demais poços sob estas copas há uma diminuição da precipitação pela interceptação.

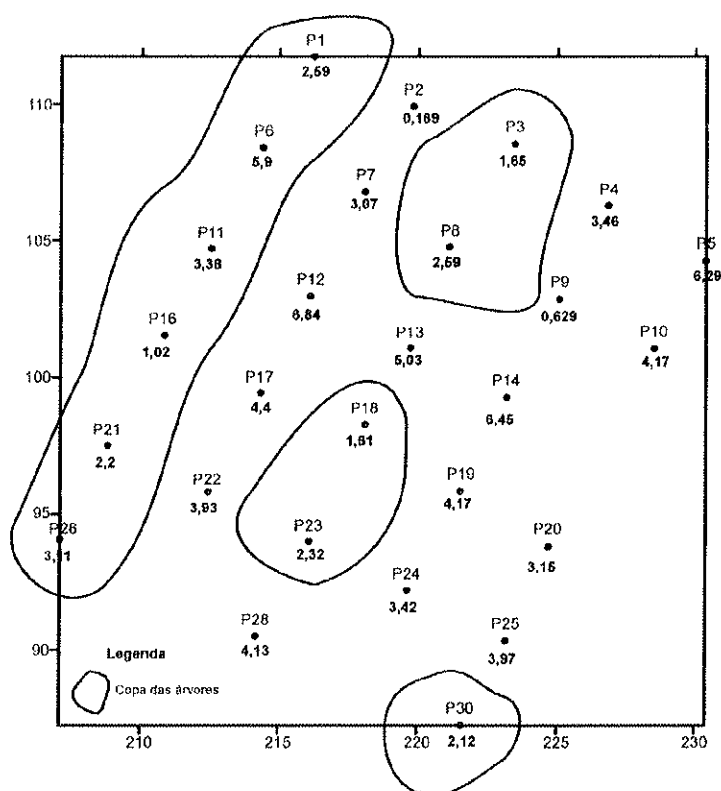


Figura 75: Valores (em mm/dia) de precipitação individual dos poços no dia 15/12/03.

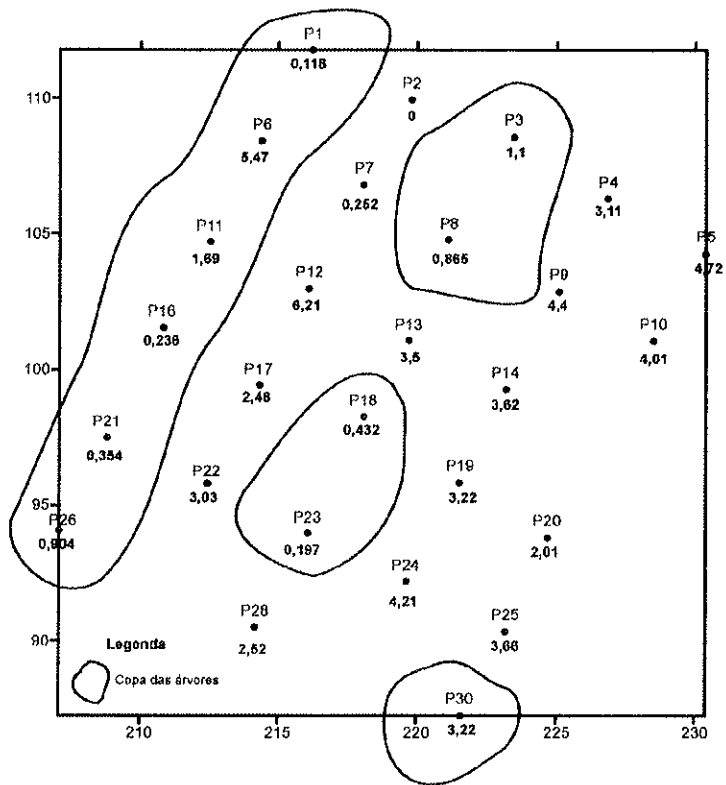


Figura 76: Valores (em mm/dia) de precipitação individual dos poços no dia 17/12/03.

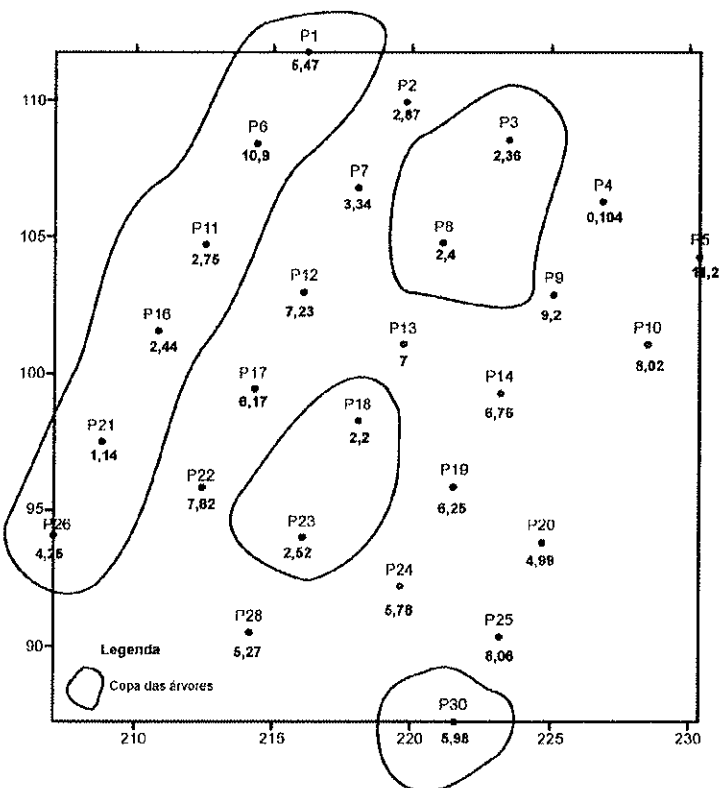
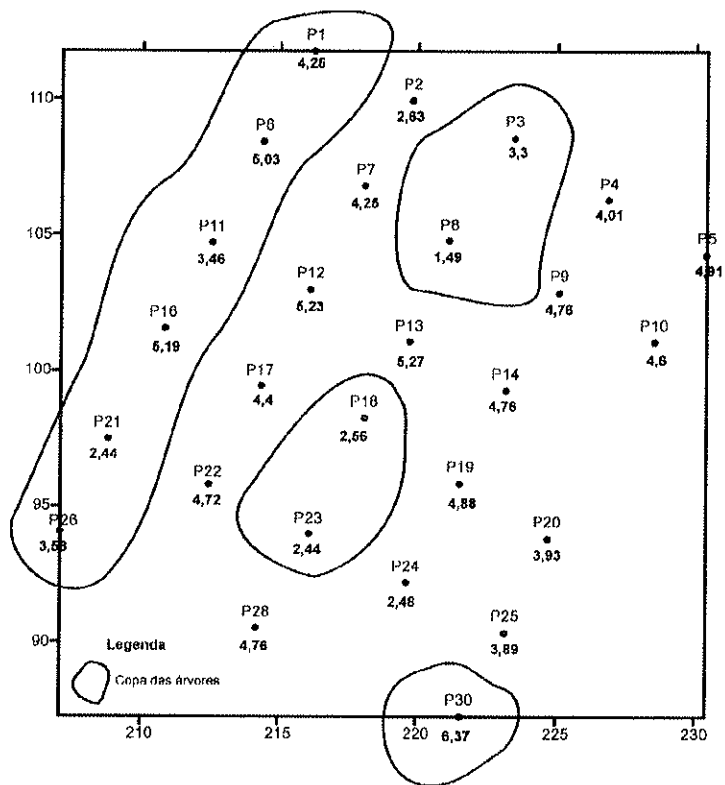
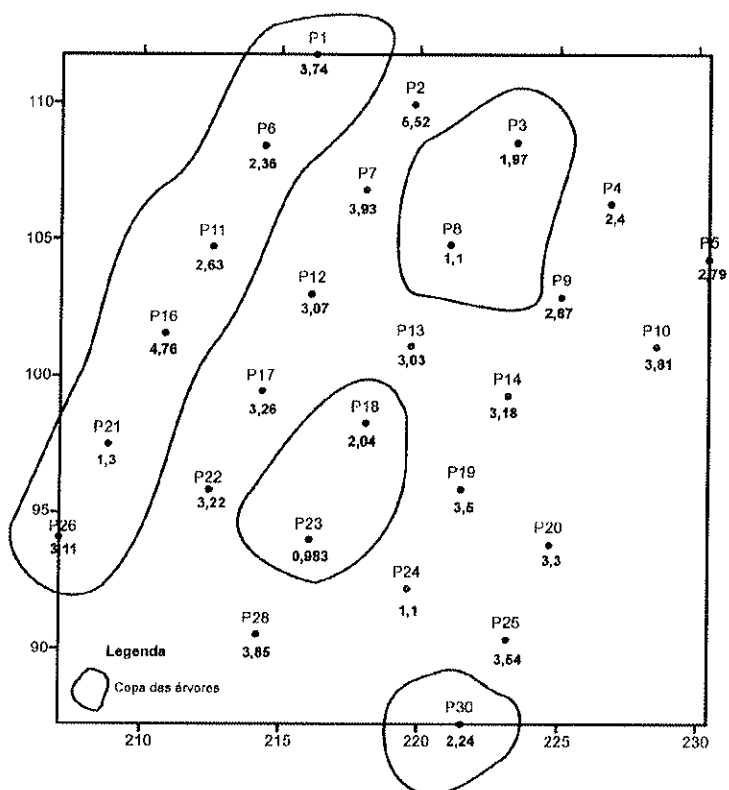


Figura 77: Valores (em mm/dia) de precipitação individual dos poços no dia 21/12/03.



**Figura 78:** Valores (em mm/dia) de precipitação individual dos poços no dia 22/12/03.



**Figura 79:** Valores (em mm/dia) de precipitação individual dos poços no dia 23/12/03.

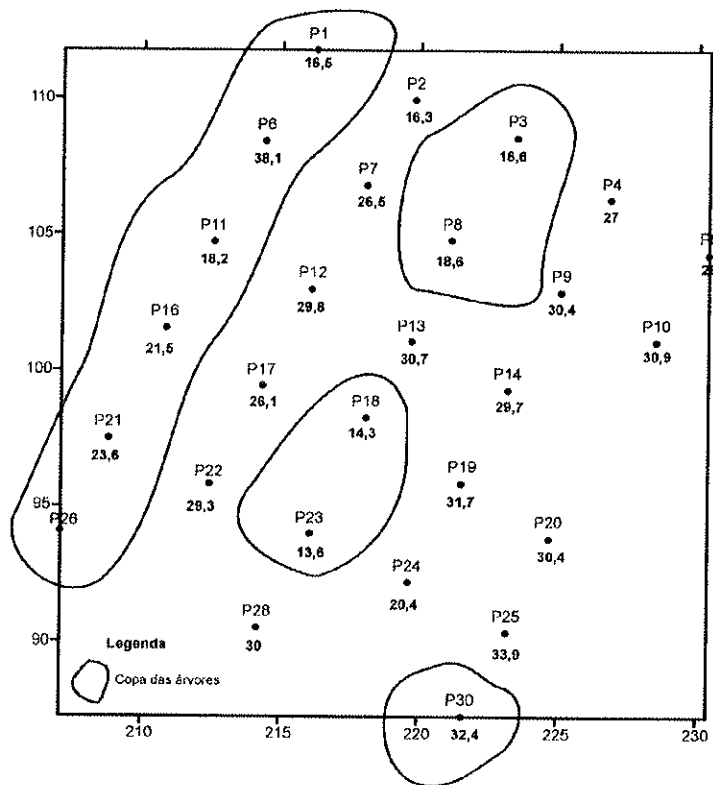


Figura 80: Valores (em mm/dia) de precipitação individual dos poços no dia 09/01/03.

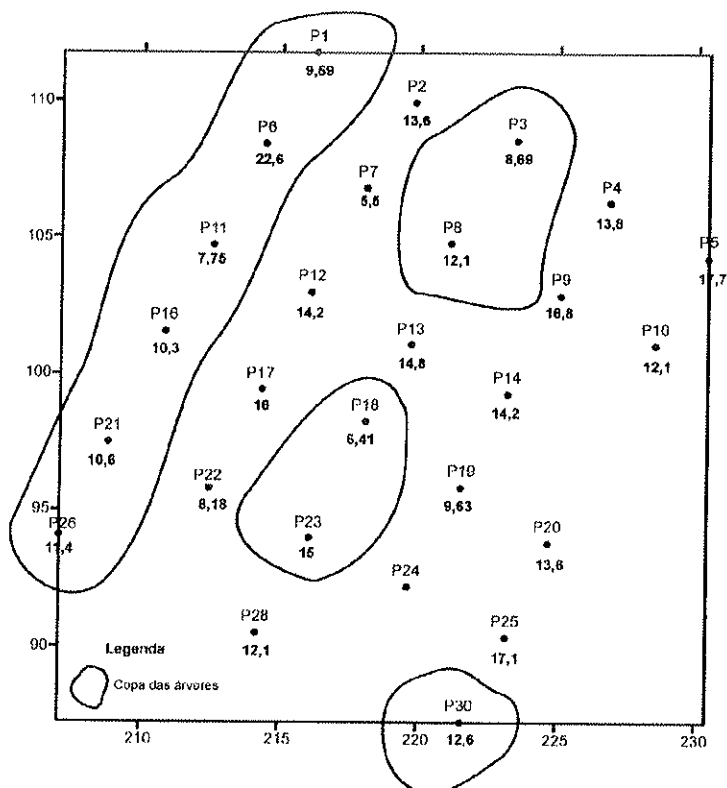
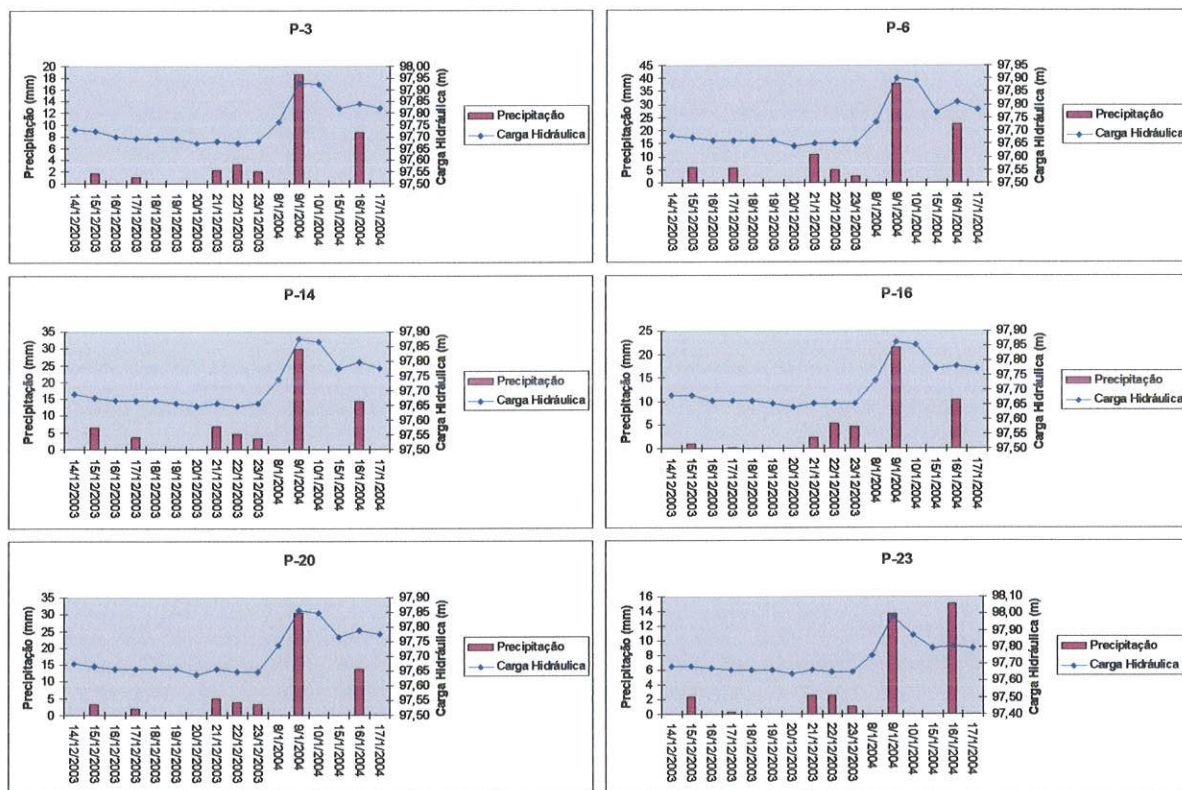


Figura 81: Valores (em mm/dia) de precipitação individual dos poços no dia 16/01/03.

Apesar deste padrão heterogêneo de precipitação sobre os poços observados na área, quando se avalia sua influência na resposta do aquífero, ou seja, na variação potenciométrica dos poços, parece não haver uma relação direta.

Na Figura 82 encontram-se seis poços (P-3, P-6, P-14, P-16, P-20 e P-23) com características distintas em relação às árvores e às precipitações. Os poços P-14 e P-20 localizam-se em área aberta (sem influência da copa das árvores), o P-3 e o P-23 encontram-se sob a copa fechada de árvores, o que diminui a precipitação sobre os mesmos, e os poços P-6 e P-16 estão localizados sob a copa formada por um conjunto de três árvores. Para o poço P-6, há uma concentração de chuva e para o P-16 ocorre uma diminuição da precipitação.



**Figura 82:** Comportamento dos poços (cargas hidráulicas) frente às precipitações individuais sobre os mesmos.

A Figura 82 representa a relação entre as chuvas individuais sobre estes poços e a variação dos níveis potenciométricos. Não é observada uma relação direta entre a intensidade de precipitação sobre um poço e a variação do nível potenciométrico. Por exemplo, quando se compara o poço P-6, que apresenta uma maior concentração de

chuva, com o P-3, que sofre interceptação, ambos apresentam uma resposta semelhante frente as precipitações. O mesmo ocorre quando se comparam os poços P-14, P-16 e P-20. No caso do poço P-23, entre os dias 08 e 09/01/04, apesar de sofrer uma precipitação menor do que os demais poços, apresentou a maior variação potenciométrica.

As árvores presentes na área criam um padrão heterogêneo de precipitação sobre os poços, no entanto estas diferenças de precipitação não refletem diretamente na variação dos níveis potenciométricos dos poços.

*Matrizes de relação da influência da cobertura vegetal na recarga frente as precipitações*

Para análise da influência da cobertura vegetal na recarga foram atribuídos valores para os poços de acordo com a proximidade da copa das árvores. Os poços que se encontram sob a copa das árvores receberam o valor 1, os que estão próximo as copas 2 e os que estão em área aberta 3. Desta maneira, os poços da área foram divididos em 3 grupos e a partir destes foi realizada a análise por meio de matrizes.

De acordo com o observado nas matrizes (Figuras 83, 84, 85 e 86), não foi encontrada uma relação lógica na influência da cobertura vegetal na recarga. Os poços que encontram-se sob a copa das árvores, apresentam, na maioria dos setores, valores de recarga superiores aos dos poços que estão em área aberta.

		Precipitações		
		5,2	58,1	111,0
Influência da cobertura vegetal	1	8,04	23,31	32,74
	2	8,03	22,20	40,40
	3	7,76	22,46	35,00

**Figura 83:** Matriz de relação entre a influência da cobertura vegetal e a recarga (mm/período) frente às precipitações (mm/período) para todas as estações climáticas.

		Precipitações			
		2,0	38,1	70,3	104,4
Influência da cobertura vegetal	1	2,62	9,17	21,09	
	2	3,13	8,60	21,60	
	3	2,39	10,80	20,70	

**Figura 84:** Matriz de relação entre a influência da cobertura vegetal e a recarga (mm/dia) frente às precipitações (mm/dia) para a primeira estação chuvosa (dez/02 a mar/03).

		Precipitações			
		5,2	10,97	16,74	22,5
Influência da cobertura vegetal	1	2,10	2,26	2,64	
	2	2,20	1,73	2,16	
	3	2,25	2,43	1,84	

**Figura 85:** Matriz de relação entre a influência da cobertura vegetal e a recarga (mm/dia) frente às precipitações (mm/dia) para a estação seca (abr/03 a set/03).



		Precipitações		
		11,9	29,6	47,24
Influência da cobertura vegetal	1	2,43	8,67	25,80
	2	2,17	8,32	25,20
	3	2,17	8,16	25,10

**Figura 86:** Matriz de relação entre a influência da cobertura vegetal e a recarga (mm/dia) frente às precipitações (mm/dia) para a segunda estação chuvosa (out/03 a jan/04).

### 6.3.3. Influência da condutividade hidráulica

Os dados de condutividade hidráulica obtidos através dos ensaios de permeabilidade estão apresentados na Tabela 7 abaixo:

**Tabela 7:** Valores de condutividade hidráulica horizontal para os poços das três profundidades (m/s), através de *slug-test* com interpretação segundo Hvorslev (1951).

Poço	K (3m)	K (6m)	K (10m)
P01	1.18E-7	4.79E-6	1.02E-9
P02	2.3E-6	1.9E-7	1.98E-7
P03	7.82E-8	1.11E-6	5.2E-8
P04	1.48E-7	2.05E-7	7.27E-7
P05	2.05E-9	1.26E-6	3.06E-8
P06	3.06E-7	1.76E-6	9.09E-8
P07	1.75E-8	2.77E-7	8.36E-8
P08	2.91E-7	1.11E-6	6.63E-8
P09	2.91E-7	2.72E-6	7.38E-8
P10	1.49E-8	5.98E-7	1.65E-7
P11	6.22E-7	2.54E-6	1.62E-7
P12	1.08E-6	2.62E-7	3.11E-7
P13	1.36E-7	1.67E-6	1.36E-7
P14	1.36E-7	6.24E-7	2.55E-7
P16	7.28E-7	5.86E-7	2.52E-7
P17	1.43E-6	4.16E-7	5.07E-7
P18	1.43E-6	1.1E-6	3.26E-7
P19	1.38E-7	9.45E-7	6.66E-8
P20	2.27E-7	1.27E-6	7.2E-8
P21	7.14E-7	1.63E-6	2.82E-8
P22	1.9E-7	1.65E-6	1.52E-7
P23	1.26E-7	1.88E-6	5.33E-8
P24	3.12E-7	1.1E-6	3.48E-7
P25	2.58E-8	3.89E-7	9.53E-8
P26	2.24E-6	9.51E-7	8.99E-7
P28	3.53E-6	1.02E-6	1.51E-7
P30	3.06E-7	1.56E-5	4.89E-8

Para análise da influência da condutividade hidráulica foram confeccionados 3 mapas, para as profundidades de 3, 6 e 10m, com setores de valores semelhantes, divididas pelas ordens de grandeza de  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$  e  $10^{-8}$ m/s (Figuras 87, 88 e 89). Nota-se nestas figuras que para profundidade de 3m, há uma maior quantidade de poços com condutividade na ordem de  $10^{-7}$ m/s circundando os poços da porção central que apresentam condutividade na ordem de  $10^{-6}$ m/s. A profundidade de 6m apresenta maior condutividade hidráulica ( $10^{-6}$ m/s) que as demais profundidades enquanto a profundidade de 10m apresenta uma baixa condutividade ( $10^{-8}$ m/s).

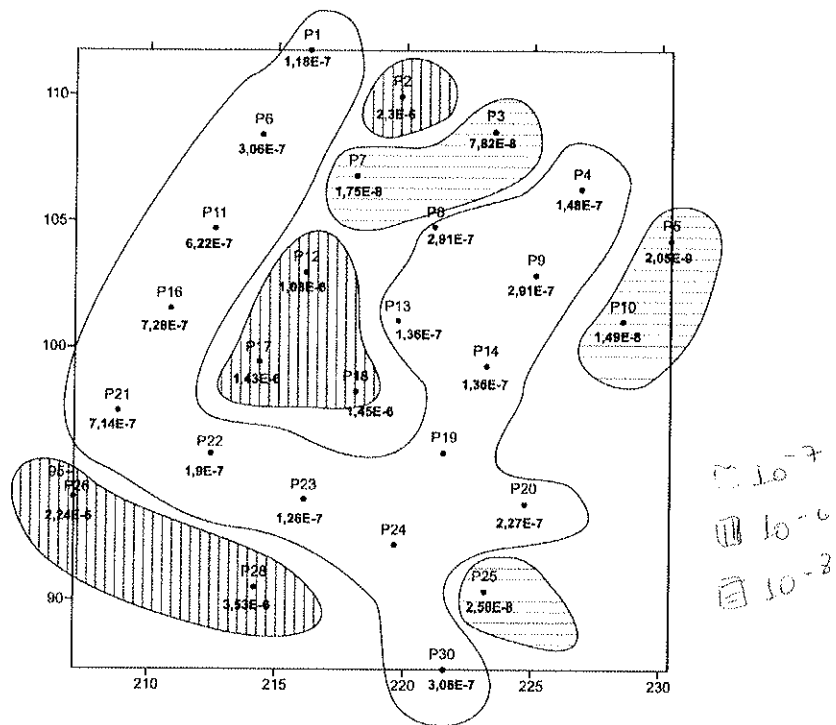


Figura 87: Mapa com setores de condutividades hidráulicas próximas para profundidade de 3m (unidade em m/s).

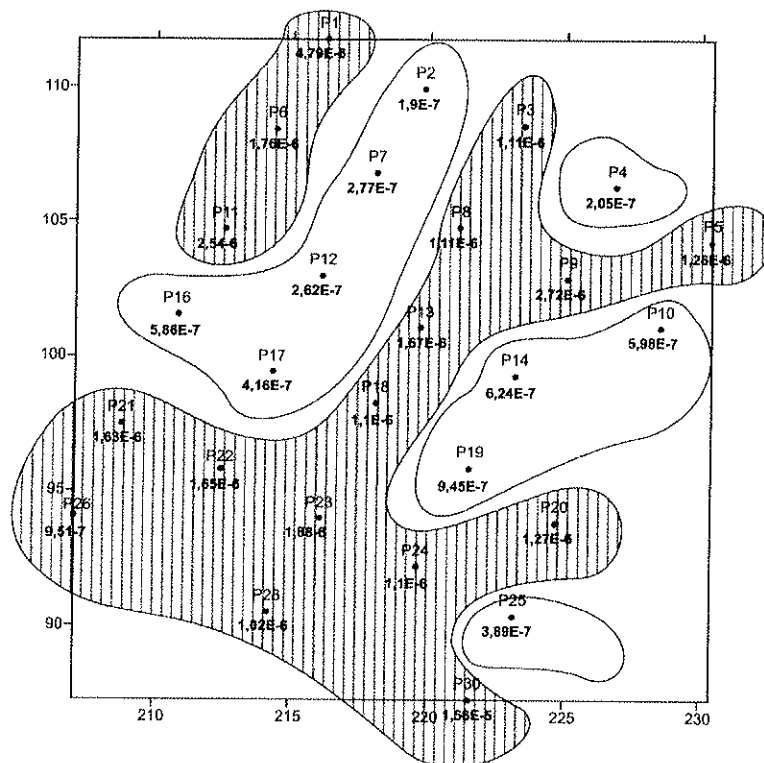
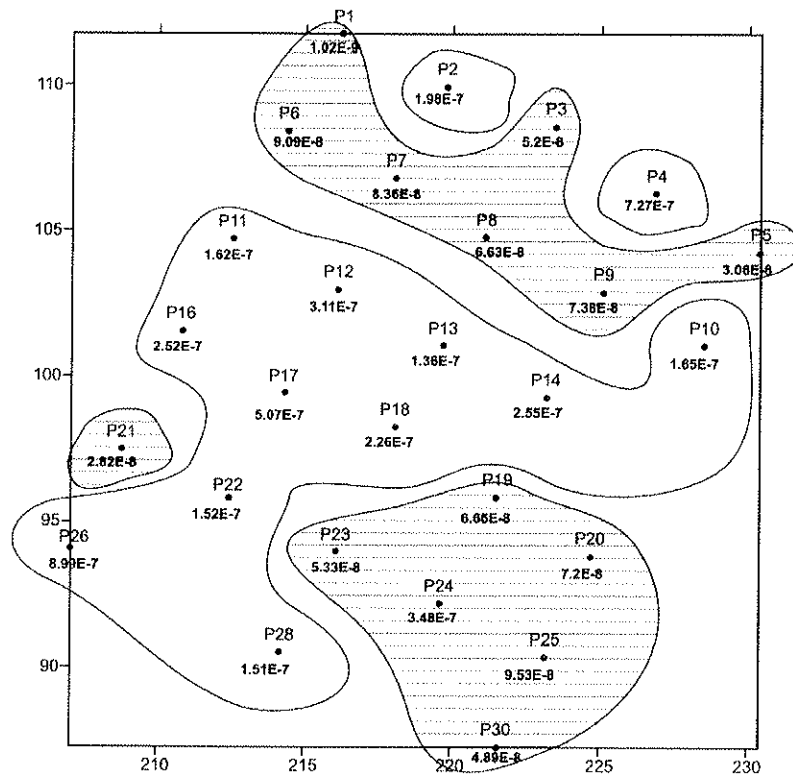


Figura 88: Mapa com setores de condutividades hidráulicas próximas para profundidade de 6m (unidade em m/s).



**Figura 89:** Mapa com setores de condutividades hidráulicas próximas para profundidade de 10m (unidade em m/s).

Estas diferenças de condutividade das três profundidades regem o sistema de fluxo na área de estudo. Os poços P-1, P-2, P-3, P-4 e P-5 apresentam as maiores cargas hidráulicas formando um padrão de linhas potenciométricas mais homogêneo. A parte central, que apresenta as maiores condutividades hidráulicas, cercada pelos poços de menor condutividade, cria através de diferenças de fluxo um sistema de fluxo 'pulmão', no qual há uma elevação potenciométrica da parte central em relação aos poços ao redor e posterior rebaixamento em linhas potenciométricas fechadas ao redor destes poços, formando pulsos de água que se espalham pela superfície potenciométrica conforme pode ser observado nas Figuras 90 a 95. Isto se deve ao fato da menor condutividade dos poços ao redor, que torna o fluxo da água mais lento.

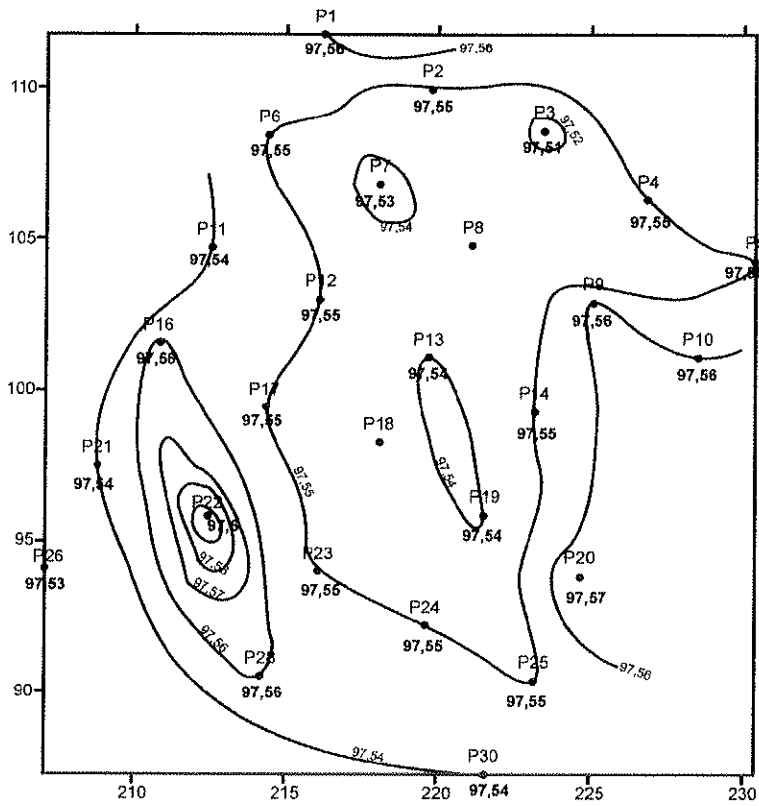


Figura 90: Mapa potenciométrico do dia 21/07/03 (unidade em m).

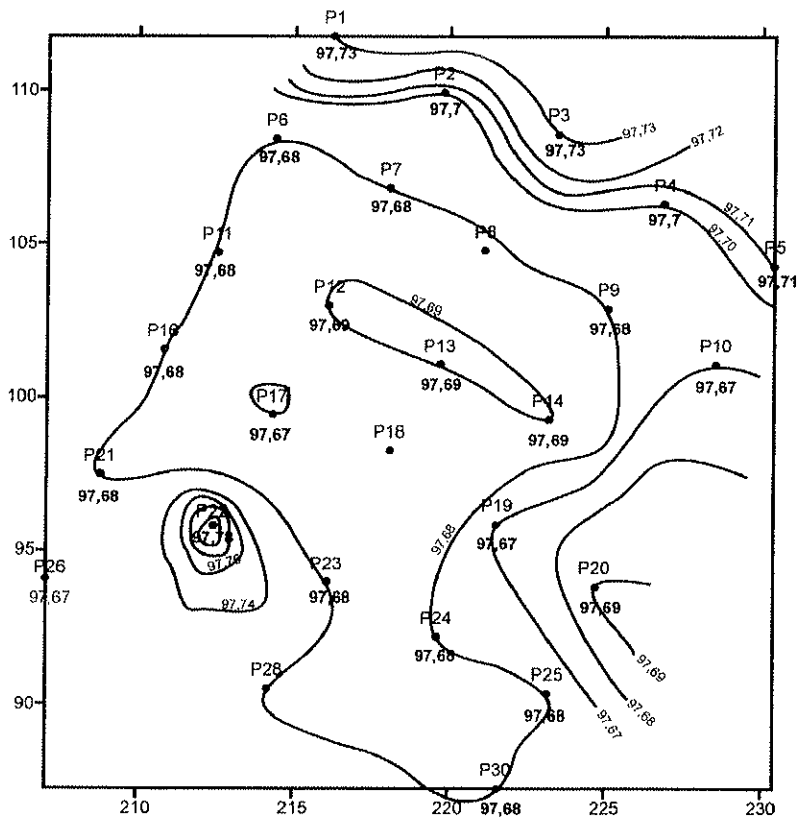


Figura 91: Mapa potenciométrico do dia 30/10/03 (unidade em m).

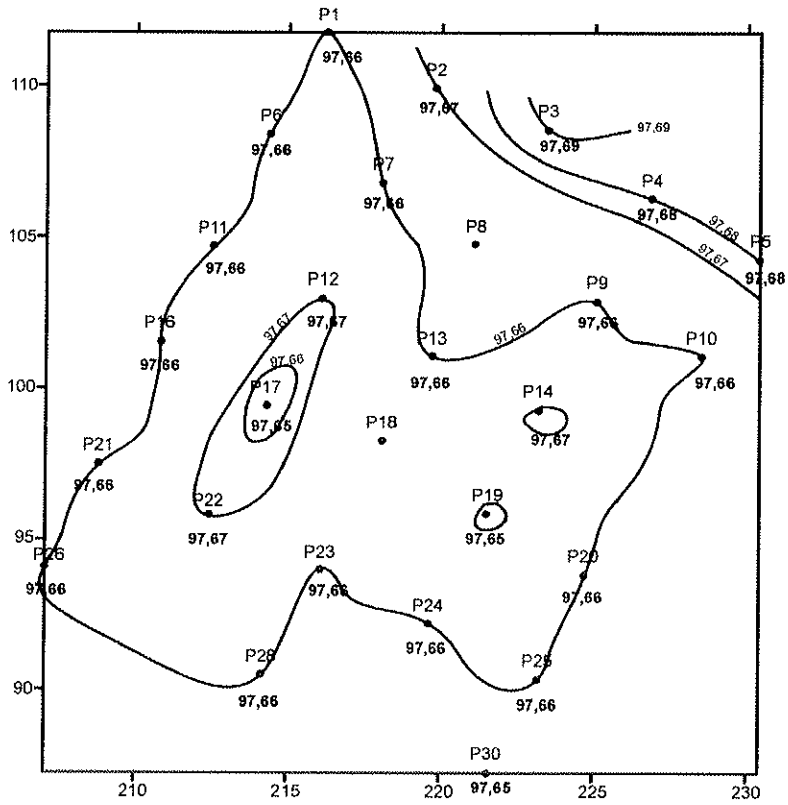


Figura 92: Mapa potenciométrico do dia 18/12/03 (unidade em m).

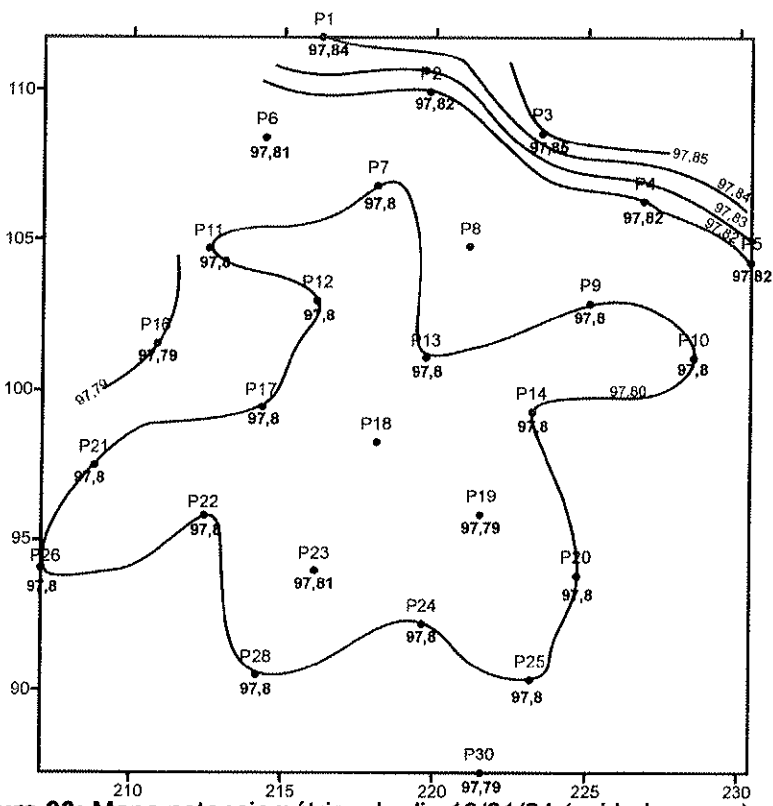


Figura 93: Mapa potenciométrico do dia 13/01/04 (unidade em m).

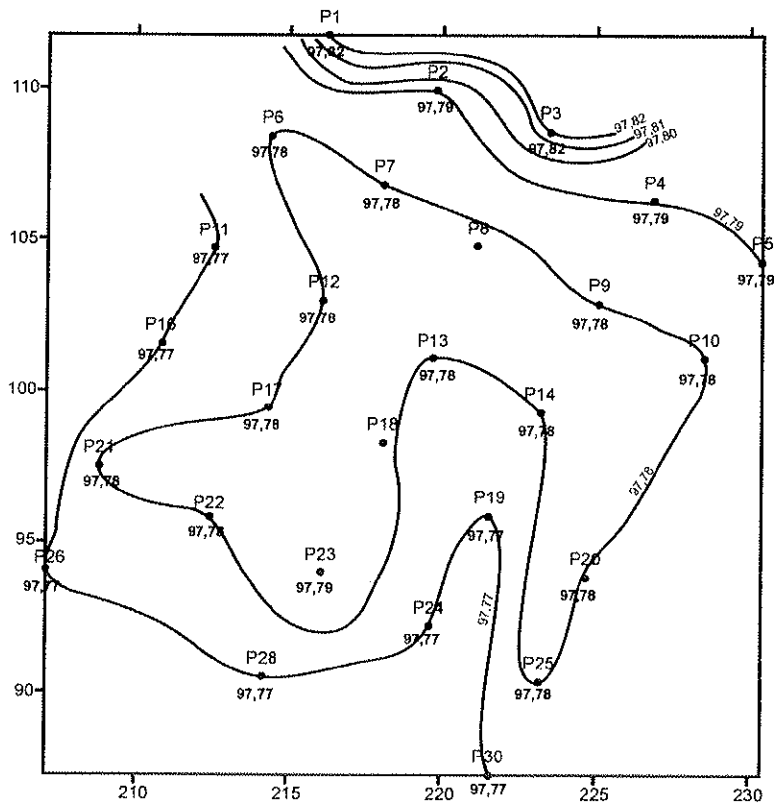


Figura 94: Mapa potenciométrico do dia 17/01/04 (unidade em m).

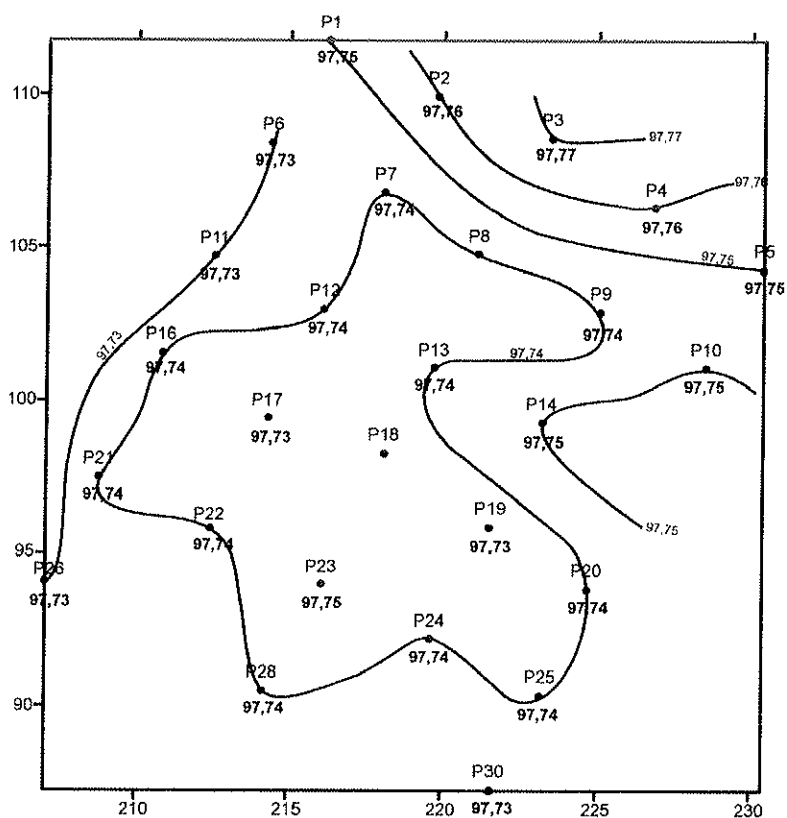
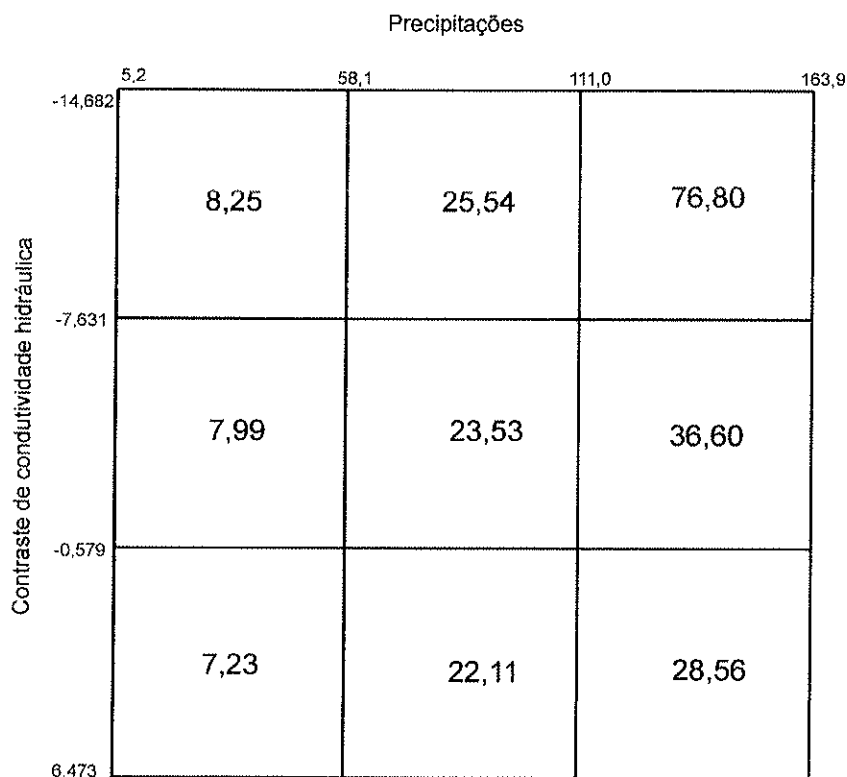


Figura 95: Mapa potenciométrico do dia 21/01/04 (unidade em m).

### Matrizes de relação da condutividade hidráulica com a recarga frente as precipitações

Analisando a matriz de todos os meses (Figura 96), independente da estação, observa-se que os setores onde se encontram os poços com condutividade hidráulica menor do que os poços ao redor (menores valores de contraste) apresentam as maiores recargas, enquanto os setores com os poços de maior condutividade hidráulica mostram valores de recarga menor.

Quando se analisa as matrizes de acordo com as estações climáticas, nota-se que durante as estações chuvosas (Figuras 97 e 98) a relação do contraste de condutividade hidráulica com a recarga segue o mesmo padrão apresentado na matriz envolvendo todas as estações. Já na estação seca (Figura 99), os setores com os contrastes das extremidades da matriz apresentaram as maiores recargas e sua relação com as precipitações não mostram uma distribuição lógica.



**Figura 96:** Matriz de relação entre o contraste de condutividade hidráulica (m/s) e a recarga (mm/periódodo) frente às precipitações (mm/periódodo) para todas as estações climáticas.



Precipitações

	2,0	36,1	70,3	104,4
-14,682	3,64	9,60	31,20	
-7,831	2,39	11,17	21,90	
-0,579	2,51	10,80	19,92	
6,473				

Contraste de condutividade hidráulica

**Figura 97:** Matriz de relação entre o contraste de condutividade hidráulica (m/s) e a recarga (mm/dia) frente às precipitações (mm/dia) para a primeira estação chuvosa (dez/02 a mar/03).

Precipitações

	11,9	29,6	47,24	64,9
-14,682	2,40	8,16	27,60	
-7,631	2,20	8,82	25,35	
-0,579	2,24	7,10	24,72	
6,473				

Contraste de condutividade hidráulica

**Figura 98:** Matriz de relação entre o contraste de condutividade hidráulica (m/s) e a recarga (mm/dia) frente às precipitações (mm/dia) para a segunda estação chuvosa (out/03 a jan/04).

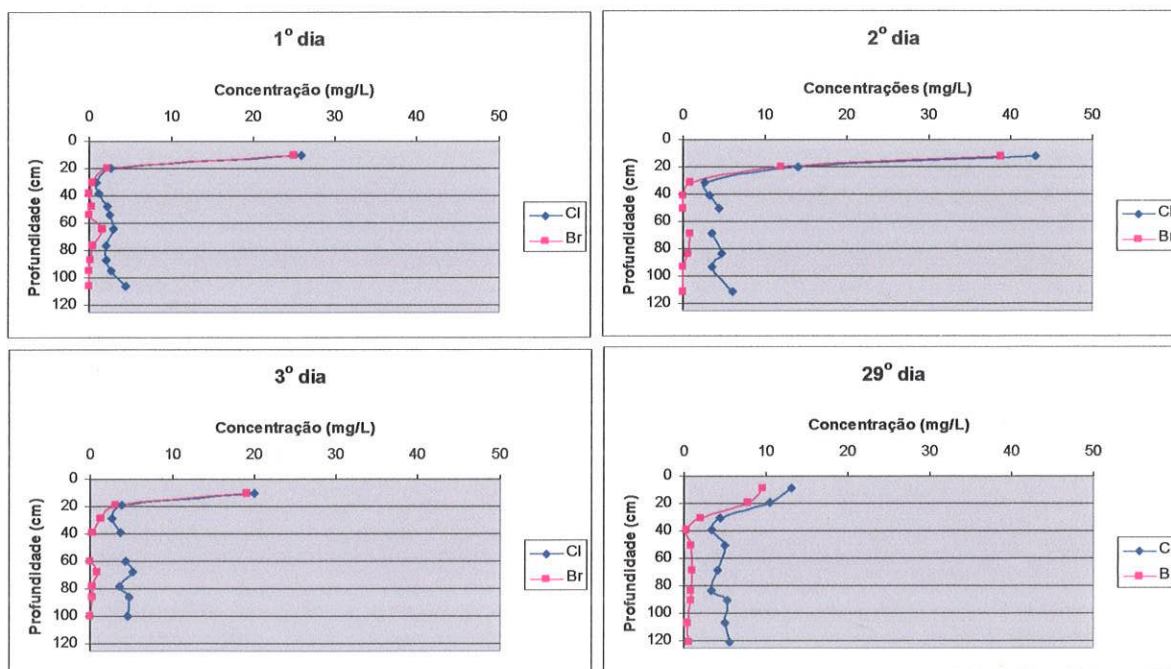
		Precipitações			
		5,2	10,97	16,74	22,5
Contraste de condutividade hidráulica	-14,682	2,40	1,60	1,20	
	-7,631	2,17	2,80	2,55	
	-0,579	2,46	2,40	2,16	
		6,473			

**Figura 99:** Matriz de relação entre o contraste de condutividade hidráulica (m/s) e a recarga (mm/dia) frente às precipitações (mm/dia) para a estação seca (abr/03 a set/03).

#### 6.4. Aplicação dos traçadores brometo e cloreto na zona não saturada

Em uma área de 2x2m foi aplicada uma solução contendo 2000mg/L tanto de cloreto quanto de brometo. Após 24h iniciou-se a coleta de solo em perfis com profundidade de 1m de profundidade amostrando-se a cada 10cm. Os resultados podem ser observados na Figura 100.

Nota-se que houve uma grande diluição das concentrações de brometo e cloreto iniciais. Tal fato pode ser explicado pela a diluição ocorrida devido as águas meteóricas, pois durante a realização do experimento houve uma precipitação total de 153,5mm. Isto é evidenciado pela diminuição das concentrações na profundidade de 10cm com o decorrer do experimento.



**Figura 100:** Perfis com as concentrações dos traçadores cloreto e brometo na zona não saturada.

Os dados mostram que não foi possível a detecção do pulso descendente pois este atravessou o perfil amostrado em menos de 24h, conforme pode ser observado pelo ruído na profundidade de 60cm (Cl 3,0mg/L e Br 1,6mg/L) no primeiro dia de amostragem.

## 6.5. Avaliação e quantificação da recarga

Para avaliação e quantificação da recarga foram utilizados três métodos: balanço hídrico, variação potenciométrica e aproximações darcynianas.

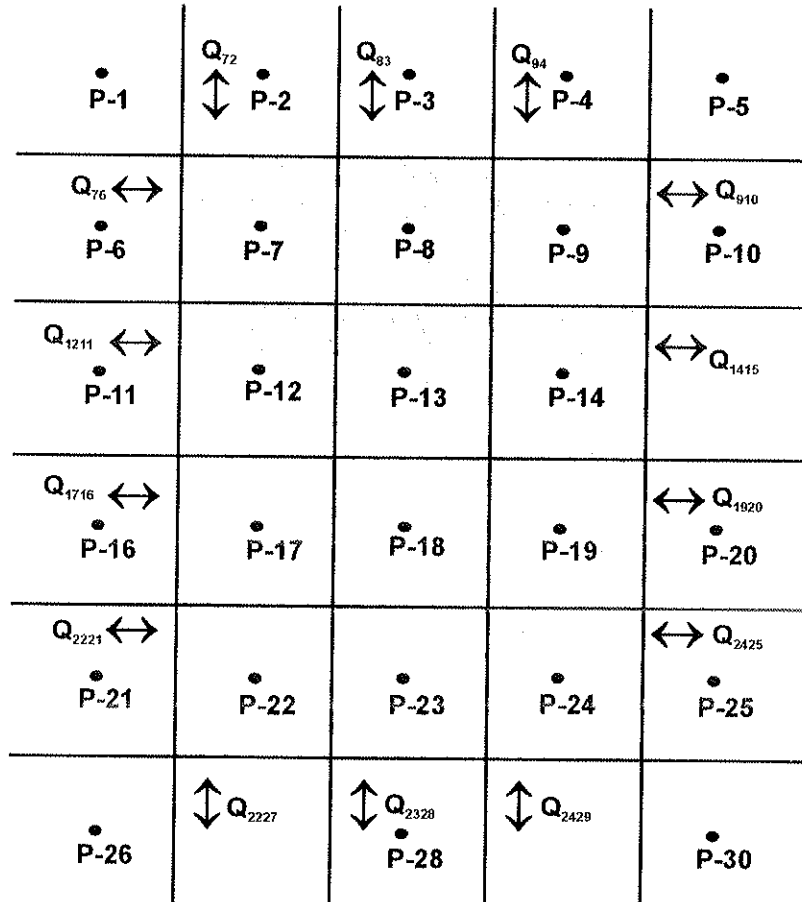
### 6.5.1. Aproximações darcynianas

O método de aproximações darcynianas tradicional (descrito no item 5.9) é normalmente utilizado quando se conhecem as entradas de água do aquífero e as diferenças de carga são geradas exclusivamente pela água de recarga. Como está sendo realizado um estudo localizado de recarga procurou-se analisar as variações da mesma apenas na área de estudo pelo balanço de massa de água do aquífero.

Para tanto a área foi dividida em blocos de 4x4m de superfície, conforme pode ser observado na Figura 101, e isolada a área central (hachurada).

Pelo balanço de massa foram calculadas as vazões de entrada ( $Q_e$ ) e saída ( $Q_s$ ) por cada uma das seções laterais representadas na Figura 101 e também as vazões verticais através dos poços de 3 e 6m. Desta maneira ficam isoladas as entradas e saídas

da porção mais superficial do aquífero. Nota-se que não existem os poços P-15, P-27 e P-29. Para os cálculos envolvendo estes poços foram calculadas as cargas hidráulicas para eles como sendo a média dos poços vizinhos. O mesmo cálculo foi utilizado quando algum dos poços não apresentou medidas de carga hidráulica.



**Figura 101:** Divisão realizada para o cálculo das vazões (Q) de entrada e saída tanto horizontal quanto vertical do aquífero.

Como exemplo, pode-se observar a Figura 102 onde as vazões laterais  $Q_{76}$  (Figura 101) seria o volume de água que entra ou sai pela seção BEHK e a vazão vertical  $Q_{77}$  seria o volume de água que passa pela seção HIKL.

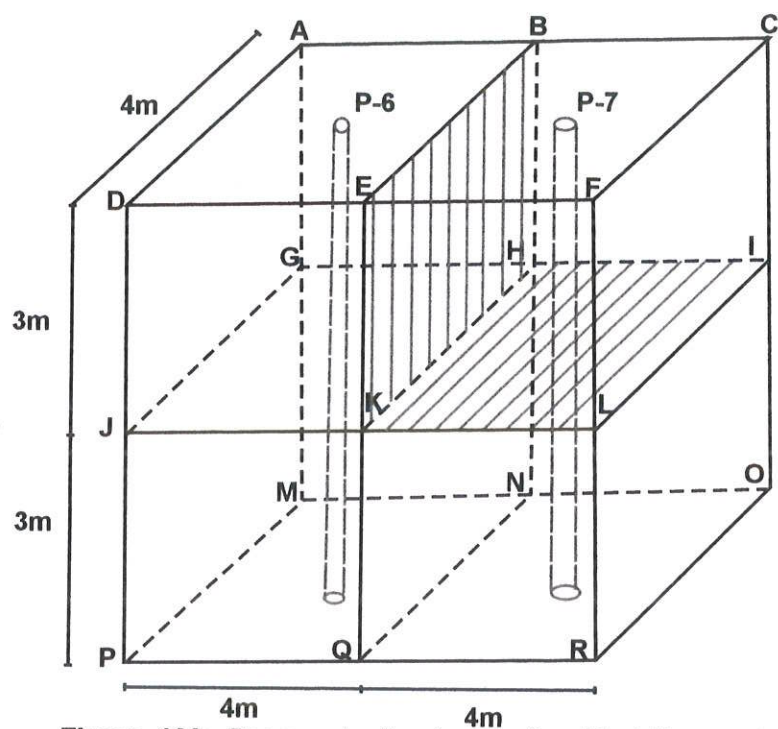


Figura 102: Representação das vazões hipotéticas entre dois poços.

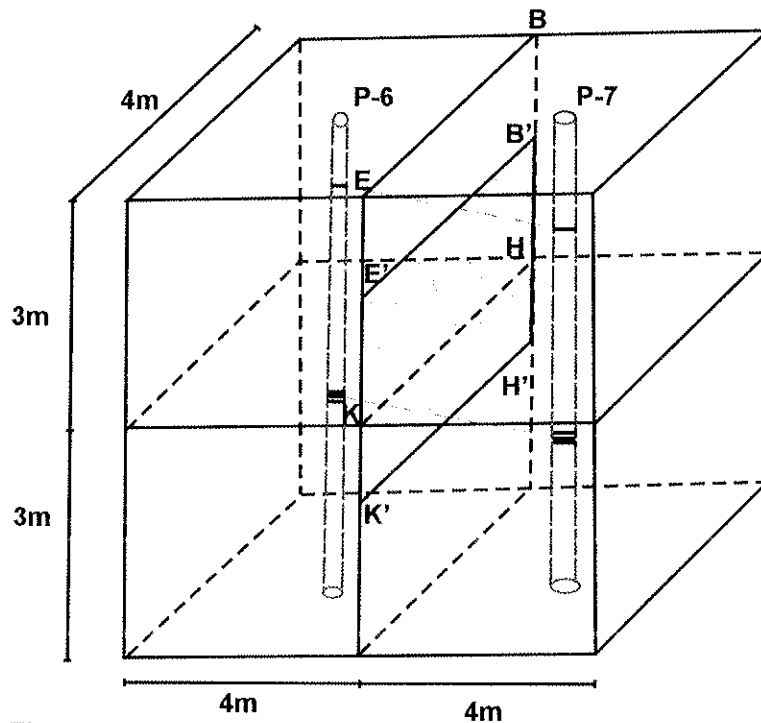
Nessa aproximação considera-se que os níveis de água variam diariamente, mas não variam ao longo de um mesmo dia. Portanto, conforme pode ser visto na Figura 103, a vazão real que passa pela seção lateral entre o poço 6 e 7 seria a seção E'B'K'H' onde a base H'K' não varia no tempo, pois representa a base dos poços. O segmento E'B' pode variar, conforme variam os níveis d'água de ambos os poços, podendo aumentar ou diminuir a seção.

Foram calculados os déficits e excedentes de água na área hachurada (Figura 101) para todas as campanhas. Os dados foram divididos em estação chuvosa 1, seca e chuvosa 2. Os resultados obtidos estão representados na Tabela 8 abaixo:

Tabela 8: Dados de recarga para as estações seca e chuvosa.

Dados	Estação Chuvosa 1		Estação Seca		Estação Chuvosa 2	
	recarga	chuva	recarga	chuva	recarga	chuva
soma (mm/estação)	19.18	440.30	-6.43	107.20	-6.37	461.50
média (mm/d)	0.19	4.59	-0.06	0.82	-0.14	5.02
média X dias (mm/estação)	18.62	440.30	-7.67	107.20	-13.29	461.50

A soma (mm/dia) representa o excedente ou déficit hídrico total ocorrido na área durante a estação enquanto a média (mm/d) representa o excedente ou déficit, ocorridos diariamente. Nota-se que para estação chuvosa 1 ocorre um excedente hídrico na área. Durante a estação seca e chuvosa 2 houve um déficit hídrico do aquífero. Estes dados representam a recarga vertical provinda da superfície.



**Figura 103:** Representação das seções reais utilizadas para o cálculo da vazão entre dois poços.

Foram quantificadas as recargas mensais e os resultados podem ser observados na Tabela 9.

**Tabela 9:** Resultados de recarga mensal.

	<b>Recarga(mm/mês)</b>	<b>Recarga(mm/dia)</b>
<b>dez/02</b>	2.18	0.07
<b>jan/03</b>	6.24	0.20
<b>fev/03</b>	12.03	0.43
<b>mar/03</b>	0.00	0.00
<b>abr/03</b>	0.14	0.01
<b>mai/03</b>	0.00	0.00
<b>jun/03</b>	0.00	0.00
<b>jul/03</b>	0.00	0.00
<b>ago/03</b>	0.00	0.00
<b>set/03</b>	0.00	0.00
<b>out/03</b>	0.00	0.00
<b>nov/03</b>	0.00	0.00
<b>dez/03</b>	0.00	0.00
<b>jan/04</b>	0.00	0.00

Nota-se que o mês de fevereiro apresentou o maior valor de recarga, apesar de apresentar um valor total de precipitação inferior aos meses de dezembro de 2002 (158mm) e janeiro de 2003 (244mm). O mês de abril apesar da baixa precipitação (29mm) apresentou recarga. Os meses de novembro e dezembro de 2003 e janeiro de 2004 apesar do volume total de precipitação serem muito altos (superiores a 80mm/mês) não apresentaram recarga.

O total de recarga gerado pela somatória das recargas mensais foi de 20,59mm (dez/02 a jan/04).

#### **6.5.2. Variação do nível potenciométrico**

Através do método da variação do nível potenciométrico foi realizada a quantificação da recarga além da análise de correlação entre as recargas diárias e as precipitações. O valor de  $S_y$  adotado foi de 0,12 (obtido por JOHNSON, 1967 *apud* HEALY & COOK, 2002) pois representa o material geológico da área.

#### *Correlação entre recargas diárias e precipitação*

Para análise das correlações foram utilizadas recargas diárias e o tratamento dos dados foi dividido em estação chuvosa 1 (dez/02 a mar/03), seca (abr/03 a set/03) e chuvosa 2 (out/03 a jan/04).

Os resultados das correlações para as três estações estão representados na Tabela 10 abaixo:

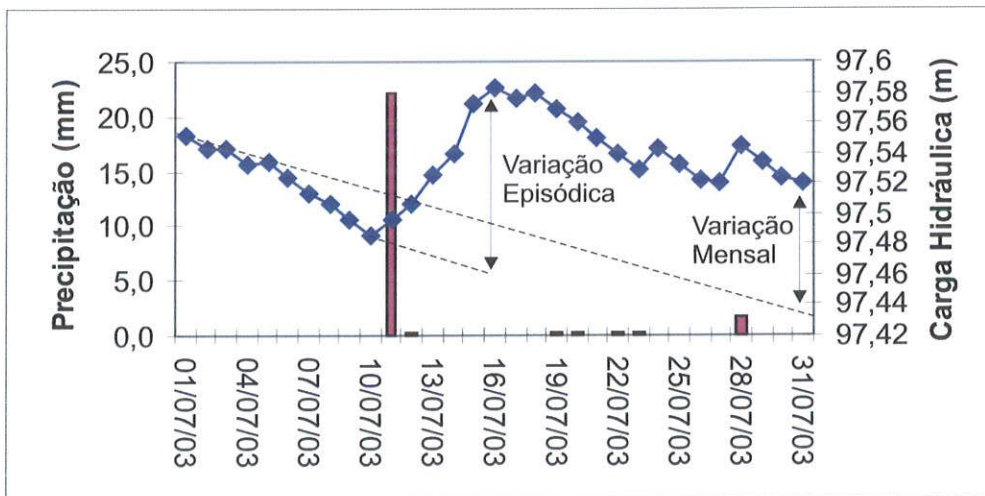
**Tabela 10:** Cálculo de correlação entre as precipitações ocorridas até 7 dias antes das medidas de nível d'água.

Estações	P-0	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7
Chuvosa 1 Recarga	0,43	0,19	0,16	0,09	0,22	0,10	-0,11	0,08
seca Recarga	0,04	0,13	0,14	0,06	0,20	0,04	0,03	-0,02
chuvosa 2 Recarga	0,96	-0,21	0,34	-0,25	-0,18	-0,17	-0,02	0,05

Observa-se que para as estações chuvosa 1 e 2 a precipitação do dia da medida da carga hidráulica apresenta correlação com a recarga, mostrando a rápida resposta do aquífero frente aos eventos de recarga. Durante a estação seca não é observada correlação com as chuvas. Isto ocorre provavelmente porque durante esta estação a maioria das chuvas não gera recarga o que mascara as correlações, ou seja, ocorrem precipitações mas não há recarga portanto não há correlação. Apesar disto alguns períodos da estação seca apresentam recarga conforme será mostrado mais adiante neste item.

#### Quantificação da recarga

O cálculo da recarga por este método foi realizado de duas formas: levando-se em conta variações de níveis d'água causados para cada evento de forte precipitação, e variações mensais, ou seja, diferença do nível freático observado entre o começo e o fim do mês pela extrapolação da curva de rebaixamento padrão do aquífero (Figura 104).



**Figura 104:** Ilustração da extrapolação das curvas de rebaixamento do aquífero para o cálculo por meio das variações episódicas e mensais.



A diferença nos resultados fica evidente nas Tabelas 11 e 12. Se for levado em conta cada episódio de subida de nível, a recarga é bem superior. Isso se dá principalmente pela descarga que ocorre após cada elevação, que só é contabilizada quando o cálculo é feito em períodos que as incluam. Ou seja, a recarga obtida pela somatória das elevações episódicas sempre apresentará valores maiores do que aquelas feitas em períodos maiores. No entanto, quando a descarga ocorre de maneira rápida os efeitos da recarga podem ser mascarados como ocorre nos cálculos mensais. Por exemplo, nos cálculos mensais os meses de abril, maio e junho não apresentaram recarga. No entanto, avaliando-se os eventos de chuvas episódicas (Tabela 11), nestes meses ocorrem recargas, ou seja as chuvas geram acréscimos de água ao aquífero (recarga) mas esta não mantém os níveis elevados por muito tempo pois a pequena intensidade de precipitações e a alta descarga abaixam os níveis d'água.

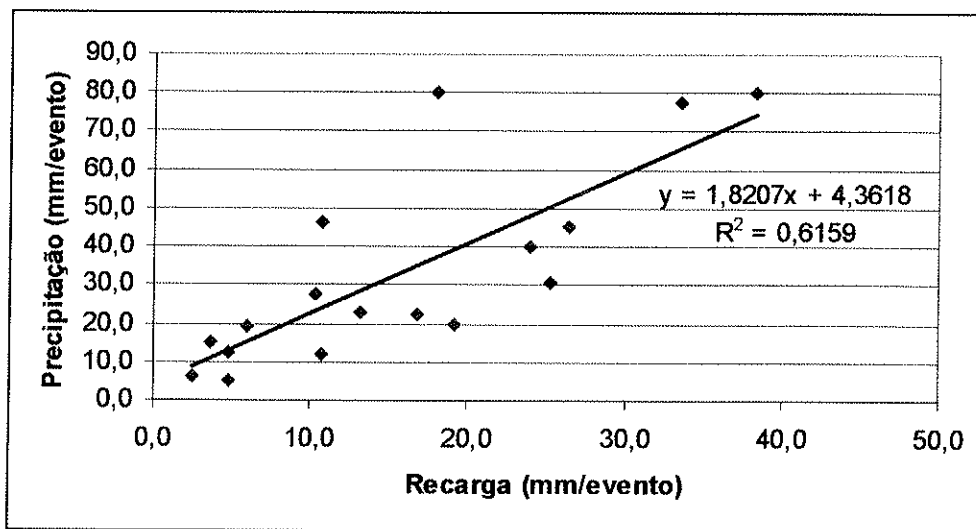
**Tabela 11: Cálculo mensal da recarga.**

	$\Delta h$	$S_y$	Recarga(mm/mês)	Precipitação (mm/mês)	%
dez/02	-	0,12	-	158,20	-
jan/03	0,45	0,12	54,0	243,90	22,14
fev/03	0,26	0,12	31,2	101,80	30,65
mar/03	0,11	0,12	13,2	93,60	14,10
abr/03	-	0,12	-	28,80	-
mai/03	0,00	0,12	0,0	32,00	0,00
jun/03	0,00	0,12	0,0	14,20	0,00
jul/03	0,07	0,12	8,4	25,60	32,81
ago/03	-	0,12	-	17,80	-
set/03	-	0,12	-	40,60	-
out/03	-	0,12	-	127,10	-
nov/03	0,07	0,12	8,4	81,50	10,31
dez/03	0,26	0,12	31,2	175,10	17,82
jan/04	0,57	0,12	68,4	213,00	32,11

**Tabela 12:** Cálculo da recarga por variações episódicas.

Início	Final	$\Delta h$	$S_y$	dias	Recarga (mm/dia)	Recarga (mm/evento)	Precipitação (mm/evento)	%
31/12/02	02/01/03	0,09	0,12	2	5,4	10,8	46,5	23,2
04/01/03	06/01/03	0,11	0,12	2	6,6	13,2	23,0	57,4
16/01/03	19/01/03	0,09	0,12	3	3,5	10,4	27,5	37,8
20/01/03	02/02/03	0,21	0,12	10	2,5	25,2	30,7	82,1
20/02/03	23/02/03	0,16	0,12	3	6,4	19,2	19,6	98,0
03/03/03	04/03/03	0,05	0,12	1	6,0	6,0	19,1	31,4
05/03/03	09/03/03	0,09	0,12	4	2,7	10,8	12,2	88,5
04/04/03	06/04/03	0,04	0,12	2	2,4	4,8	5,2	92,3
24/05/03	26/05/03	0,04	0,12	2	2,4	4,8	12,3	39,0
21/06/03	22/06/03	0,02	0,12	1	2,4	2,4	6,4	37,5
10/07/03	16/07/03	0,14	0,12	6	2,8	16,8	22,5	74,7
27/11/03	08/12/03	0,32	0,12	11	3,5	38,4	79,9	48,1
22/12/03	30/12/03	0,15	0,12	8	2,3	18,0	80,1	22,5
08/01/04	09/01/04	0,20	0,12	1	24,0	24,0	39,9	60,2
15/01/04	16/01/04	0,03	0,12	1	3,6	3,6	15,3	23,5
23/01/04	24/01/04	0,28	0,12	1	33,6	33,6	77,4	43,4
25/01/04	29/01/04	0,22	0,12	4	6,6	26,4	45,2	58,4

Quando se analisa a recarga dos eventos episódicos com a soma das precipitações ocorridas no período de elevação dos níveis d'água observa-se correlação significativa (0,80), conforme pode ser visto na Figura 104.



**Figura 105:** Gráfico de correlação entre a soma das precipitações ocorridas durante um episódio de elevação do nível d'água e a recarga (até 11 dias).

Tal fato reforça que eventos episódicos geram recargas em ambas as estações mesmo quando esta não é observada nas análises mensais.

Muito embora a recarga seja resultado da somatória de todos mecanismos, até o momento, não foi possível isolar como cada um deles controlam a recarga. No entanto, foi constatada a grande influência da chuva na variação dos níveis potenciométricos do aquífero (conforme mostram os resultados estatísticos de correlação (0,80) entre os dois fatores), o que permite através da Equação da Figura 105 estimar a recarga para a área utilizando-se apenas os dados de pluviometria.

### 6.5.3. Balanço Hídrico

Os cálculos de recarga por este método foram realizados de acordo com a Equação 2 e os resultados são apresentados na Tabela 13.

**Tabela 13:** Cálculo da recarga pelo balanço hídrico.

Parâmetro (mm)	2002	2003												2004
	Dez.	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.
ET Pot.	109,0	104,0	122,0	92,3	76,7	52,2	53,7	46,7	41,6	58,3	75,2	83,8	101,1	92,0
P	158,2	243,9	101,8	93,6	28,8	32,0	14,2	25,6	17,8	40,6	127,1	81,5	175,1	201,0
I	158,2	243,9	101,8	93,6	28,8	32,0	14,2	25,6	17,8	40,6	127,1	81,5	175,1	201,0
I-ET Pot.	49,2	139,9	-20,2	1,3	-47,9	-20,2	-39,5	-21,1	-23,8	-17,7	51,9	-2,3	74,0	109,0
ΣNEG(I-ET Pot.)	0,0	0,0	-20,2	0,0	-47,9	-68,1	-107,5	-128,6	-152,5	-170,2	0,0	-2,3	0,0	0,0
Suz	120,0	120,0	106,0	107,3	84,0	72,0	52,0	43,0	36,0	31,0	82,9	80,6	120,0	120,0
ΔSuz	39,4	0,0	-14,0	1,3	-23,3	-12,0	-20,0	-9,0	-7,0	-5,0	51,9	-2,3	39,4	0,0
ET real	109,0	104,0	115,8	92,3	52,1	44,0	34,2	34,6	24,8	45,6	75,2	83,8	101,1	92,0
Recarga (ΔSgw)	9,8	139,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,6	109,0

\*o significado de cada termo da tabela 13 é definido no item 5.9.

Nota-se que para alguns meses das estações chuvosas, apesar dos volumes totais de precipitação serem muito elevados, estes não geram recarga devido aos altos valores de evapotranspiração real. Durante os meses de estação seca o volume de precipitações é sempre inferior a evapotranspiração real, sendo esta totalmente evapotranspirada. Além disso parte do armazenamento de água do solo gerado na estação chuvosa e evapotranspirado durante a estação seca.

Por este método, apenas os meses de dezembro (2002 e 2003) e janeiro (2003 e 2004) apresentaram recargas.

## **6.6 Modelo conceitual de recarga**

O modelo conceitual proposto para explicar o fenômeno de recarga do aquífero pelas observações realizadas no presente estudo é composto por várias etapas. Antes do evento de precipitação a água do aquífero raso está ocupando os poros saturados referindo-se à água de residência. Nesta região durante os períodos de intensa precipitação meteórica e alto potencial de recarga, a água percola pela zona não saturada por meio da matriz de poros do sedimento. Quando cessa os eventos de precipitação, os níveis d'água abaixam rapidamente, voltando ao estado inicial.

Devido as duas estações observadas com diferentes regimes de precipitação, o comportamento do aquífero é distinto em cada um destes períodos. Durante a estação chuvosa os níveis respondem de acordo com o modelo conceitual geral explicado anteriormente, ou seja, rápida subida dos níveis d'água devido a frente de molhamento da matriz de poros do sedimento gerada pelos fortes eventos de precipitação. Na estação seca, nem sempre os níveis d'água respondem às precipitações pois muitas delas são de pequena intensidade e a água que percola através da zona não saturada não é suficiente para vencer a evapotranspiração e a capacidade de campo atingindo assim o aquífero. As frentes de molhamento através da matriz de poros não atingem o aquífero, a não ser em eventos específicos de maior precipitação que ocorrem nesta estação. Quando cessa o evento de precipitação, os níveis d'água abaixam rapidamente devido à descarga natural do aquífero.

## **6.7 Comparação dos métodos de estimativa de recarga**

O método do balanço hídrico, apesar de fornecer valores mensais, deve ser aplicado para períodos longos, de no mínimo um ano e para áreas maiores (milhares de m<sup>2</sup>), normalmente bacias e micro-bacias (LERNER, 1990). Os períodos maiores de observação devem ser utilizados principalmente por causa do balanço de umidade do solo. Caso as precipitações sejam de pequena intensidade e distribuídas ao longo do ano, dificilmente registrará recarga. Portanto apresentará melhores resultados quando aplicado em climas úmidos com estações chuvosas de alta intensidade de precipitações (DEVRIES & SIMMERS, 2002). Para área de estudo, quando comparado com os demais métodos utilizados, registrou os maiores valores de recarga (Tabela 14).

**Tabela 14:** Recargas mensais calculadas segundo os três métodos, e precipitações, em mm/mês, para o período de dezembro 2002 a janeiro de 2004.

<b>Meses</b>	<b>Balanco Hídrico</b>	<b>Varição do Nível Potenciométrico</b>	<b>Estimativa Darcyniana</b>	<b>Precipitações</b>
dez/02	9,8	-	2,04	158,2
jan/03	139,9	54,0	6,24	243,9
fev/03	0,0	31,2	12,03	101,8
mar/03	0,0	13,2	0	93,6
abr/03	0,0	-	0,14	28,8
mai/03	0,0	0,0	0	32
jun/03	0,0	0,0	0	14,2
jul/03	0,0	8,4	0	25,6
ago/03	0,0	-	-	17,8
set/03	0,0	-	-	40,6
out/03	0,0	-	-	127,1
nov/03	0,0	8,4	0	81,5
dez/03	34,6	31,2	0	175,1
jan/04	109,0	68,4	0	213
<b>Total</b>	<b>293,3</b>	<b>214,8</b>	<b>20,45</b>	<b>1353,2</b>

Este método apresentou as maiores incertezas pois os dados de temperaturas foram medidos em estações meteorológicas fora da área de estudo, e interpoladas para mesma. Tal fato, associado aos cálculos semi-empíricos utilizados neste método pode gerar erros significativos na determinação da evapotranspiração real (SAMPER CALVETE, 1998). O que difere este dos demais métodos utilizados é que não realiza medidas diretas do aquífero.

As estimativas darcynianas, conforme utilizada neste projeto, por meio do balanço de massa de água do aquífero registrou os menores valores de recarga. Durante os meses da estação chuvosa 1 (dez/02, jan/03 e fev/03) registrou eventos de recarga. De acordo com a metodologia utilizada, foi calculado o balanço de massa diária para os dias em que houve medida do nível d'água. No período da estação chuvosa 1 foram medidos os níveis d'água diariamente, o que possibilitou com as somatórias mensais do balanço de água do aquífero registrar os eventos de recarga. Durante a estação chuvosa 2 (de out/03 a jan/04) a maioria das medidas dos níveis d'água foi realizada em períodos de 3 a 5 dias. Tal fato interferiu nos cálculos do balanço de massa de água já que para alguns dias em que possa ter ocorrido acréscimo de água ao aquífero não foi registrado, o que na somatória mensal resultou em não ocorrência de recarga. A estimativa darcyniana conforme utilizada neste projeto, necessitaria de medidas diárias dos poços de monitoramento durante todo o período de estudo.

O método de variação do nível potenciométrico apresentou-se como o mais sensível dos três analisados para registrar os eventos de recarga. Esta técnica permitiu registrar recargas nas duas estações chuvosas e na estação seca. O método apresentou resultados mais significativos devido aos menores erros associados aos cálculos da recarga e as boas respostas do aquífero raso frente aos eventos de precipitação. HEALY & COOK (2002) já haviam indicado o melhor desempenho deste método em áreas de hidrogeologia similar ao PET.

## 7. CONCLUSÕES

A dinâmica de recarga em aquíferos livres e rasos apresenta grande influência nos traçados de fluxo da água subterrânea. No entanto, a compreensão dos parâmetros (condutividade hidráulica, topografia, espessura da zona não saturada, etc) que controlam este efeito é muito complexo pois estes podem estar contribuindo igualmente e/ou em tempos distintos dificultando a observação das suas influências individualmente. Isto pode ser evidenciado nas relações da recarga com topografia, espessura da zona não saturada, condutividade hidráulica e cobertura vegetal observadas por meio das matrizes de correlação. Não possível evidenciar com clareza a influência de depressões centimétricas na variação dos níveis d'água e as diferenças centimétricas a métricas de espessura de zona não saturada não refletiram as diferenças de fluxo que poderiam ocorrer nesta zona. A condutividade hidráulica foi o único parâmetro que apresentou uma influência observável já que esta controla o fluxo do aquífero sendo este sensível as variações deste parâmetro.

O aquífero da área de estudo apresenta rápidas respostas frente aos eventos de precipitação tornando-o bastante dinâmico quanto aos eventos de recarga. O comportamento do aquífero é diferenciado dentro de cada uma das estações observadas (chuvosa e seca). Durante o período chuvoso, a correlação entre as cargas hidráulicas e as precipitações, predominando o fluxo descendente. No período de seca, predomina o fluxo ascendente entre as profundidades de 3 e 6m e não há correlação das cargas hidráulicas frente às precipitações. Devido a esta dinâmica, o método de variação do nível potenciométrico apresenta-se como uma boa técnica para estimativa de recarga para este tipo de aquífero. No entanto, deve-se tomar cuidado com os períodos utilizados para realização dos cálculos e também na extrapolação dos resultados, pois os eventos episódicos podem ser subestimados na avaliação mensal. O método de balanço hídrico,

apesar de identificar os períodos de recarga, assim como o método de variação do nível potenciométrico, apresentou os maiores valores de recarga.

O método de estimativa darcyniana apresentou os menores valores de recarga. Este mostrou resultados significativos nos períodos em que houve um monitoramento diário do aquífero, já que os resultados mensais foram realizados pela somatória do balanço de massa de água do aquífero. Durante a segunda estação chuvosa, devido a medições mais espaçadas (a cada 3 dias) não registrou recarga do aquífero neste período.

O método da variação do nível potenciométrico apresentou-se como o mais sensível para registrar recarga. Tal método é o mais aconselhável para estimativa de recarga em aquíferos rasos, quando há a possibilidade de implantação de uma boa rede de monitoramento em locais com níveis d'água representativo e também um programa de monitoramento variando de semanal, para os períodos onde não ocorrem precipitações, a diários após eventos de intensa precipitação em ambas as estações.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. DE & HASUI, Y. (1984). *O Pré-Cambriano do Brasil*. São Paulo, Ed. Edgard Blücher Ltda. 378p.
- ALMEIDA, F.F.M. DE; AMARAL, G.; CORDANI, U.G.; KAWASHITA, K. (1973). The precambrian evolution of the South American cratonic margin south Amazon River. *In: Naim Stehli (eds) – The Ocean Basin and Margins*. New York, 1: 411-446.
- ARAGUÁS, L.; VARGAS, J. R.; ROZANSKI, K. (1994). Transporte de água y del ión nitrato en la zona no saturada bajo condiciones climáticas tropicales. *In: Congreso Latinoamericano de Hidrogeología subterránea, 2.*, Santiago, 1994. Chile, ALHSUD, 3, p1-13
- ARNOLD, J. G.; MUTTIAH, R. S., SRINIVASAN, R., ALLEN, P. M. (2000). Regional estimation of base flow and groundwater recharge in the Upper Mississippi river basin. *Journal of Hydrology* 227, p.21 - 40.
- ATHAVALE, R. N.; MURTI, C. S.; CHAND, R. (1980). Estimation of recharge to the phreatic aquifer of the Lower Maner Basin, India, by using the tritium injection method. *J. Hydrol.* 45, p185-202.
- BALEK, J. (1988). Groundwater recharge concepts. *In: SIMMERS, I. Estimation of natural groundwater recharge. Series C: Mathematical and physical Sciences v. 222*, p. 3 - 9.
- BOUWER (1989). Estimating and enhancing groundwater recharge, *In: SHARMA M.L. (Ed) Groundwater Recharge*. Balkema, rotterdam, p1-10.
- BOWMAN, R. S., RICE, R. C. (1986). Transport of conservative tracers in the field under intermittent flood irrigation. *Water Resour Res* 22 (11), p1531-1536.
- BUTTERS, G. L., JURY, W. A., ERNST, F. F. (1989). Field scale transport of bromide in an unsaturated soil 1. Experimental methodology and results. *Water Resour Res* 25 (7), p1575-1581.
- CASTILLO, A., EL MABROUKI, K., ÁLVAREZ, P. (1999). Experiencia de trazado con bromuro potásico en una parcela piloto de la ZNS del acuífero de la Vega de Granada. *Estudios de la zona no saturada del suelo*, p89-93.
- CETESB (1985). *Resíduos Sólidos Industriais*. CETESB/ASCETESB. São Paulo. 182p.
- CUSTÓDIO, E. E LLAMAS, M. R. (1983). *Hidrología subterránea* 2ª ed. Barcelona, Omega, v. 1. 1157p.



- CUSTÓDIO, E. (1998). Recarga a los acuíferos: aspectos generales sobre el proceso, la evaluación y la incertidumbre, Boletín geológico y Minero, Madrid, vol 109-4, p13-29.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA DO ESTADO DE SÃO PAULO (1975). Estudo de águas subterrâneas, região administrativa I - Grande São Paulo. São Paulo, SOMA, v. 1. 220p.
- DAVIS, S. N.; DE WIEST, R. J. M. (1996). Hidrogeology. 463p.
- DE VRIES, J.J. & SIMMERS, I. (2002). Groundwater recharge: an overview of processes and challenges. Hydrogeology Journal, vol 10, n. 1, february 2002. Springer-Verlag, Berlin. p. 5-17.
- EDMUNDS, W. M., FELLMAN, E., GONI, I.B., PRUDHOMME, C. (2002). Spatial and temporal distribution of groundwater recharge in northern Nigeria. Hidrol. J. 10 (1), p. 205-215.
- FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. (1997). Hidrogeologia conceitos e aplicações. CPRM Fortaleza, 412p.
- FETTER, C. W. (1994). Applied hydrogeology. 3ª ed. New Jersey, Merrill Publishing Company, 691p.
- FOSTER, S., HIRATA R. (1988). Groundwater pollution risk evaluation: a survey manual using available data. 2ª ed. Lima: Pan American Sanitary Engineering and Environmental Science Center (CEPIS/PAHO/WHO), 91p.
- GEE, G. W.; WIERENGA, P. J.; ANDRASKI, B. J.; YOUNG, M. H.; FAYER, M. J.; ROCKHOLD, M. L. (1994). Variations in water balance and recharge potential at tree western desert sites. Soil Sci. Soc. Am. J. 58, p. 63-71.
- GEORGE, R. J., NULSEN, R. A., FERDOWSIAN, R., RAPER, G. P. (1999). Interactions between trees and groundwaters in recharge and discharge areas - A survey of Western Australian sites. Agricultural Water Management 39, p 91 - 113.
- GOES, B. J. M. (1999). Estimate of shallow groundwater recharge in the Hadejia-Nguru wetlands, semi-arid northeastern Nigeria. Hidrol. J. 7 (3), p294-304.
- GUYMON, G. L. (1994). Unsaturated Zone Hydrology. Englewood Cliffs: Prentice Hall. 210p.

- HALL, D. W., RISSER, D. W. (1993). Effects of agricultural nutrient management on nitrogen fate and transport in cancaster county, Pennsylvania. *Water Resour Bull* 29, p55-76.
- HASUI, Y.; ALMEIDA, F.F.M. DE; BRITO NEVES, B.B. (1978a). As estruturas brasileiras. *Cong. Bras. Geologia*, 30, Recife. SBg, Anais.... Recife, v.6: 2594-2608.
- HEALY, R. W., COOK, P. G. (2002). Using groundwater levels to estimate recharge. *Hidrol. J.* 10 (1), p91-109.
- HIRATA, R., FERREIRA, L.M.R. (2001). Os aquíferos da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê: disponibilidade hídrica e vulnerabilidade à poluição. *Revista Brasileira de Geociências*.
- HIRATA, R., FERRARI, L. C. K. M., FERREIRA, L., PEDE, M. (2002). La explotación de las aguas subterráneas em la cuenca hidrográfica del Alto Tietê: cronica de una crisis anunciada. *Boletín Geológico Minero*. Madrid, Espanha. v.113 (3) p.273-282.
- IRITANI, M.A. (1993). Potencial Hidrogeológico da Cidade de São Paulo. São Paulo, 108P. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- KAFRI, U.; BEN ASHER, J. (1978). Computer estimates of natural recharge through soils in southern Arizona, U.S.A. *Journal of Hydrology* 38, p 125 - 138.
- LERNER, D (1990). Techniques. In: LERNER, D.; ISSAR, A.; SIMMERS, I. *Groundwater recharge. A guide to understanding and estimating natural recharge*. International Association of Hydrologists. v. 8. Heise. Hannover, 345p.
- LERNER, D.; ISSAR, A.; SIMMERS, I. (1990). *Groundwater recharge. A guide to understanding and estimating natural recharge*. International Association of Hydrologists. v. 8. Heise. Hannover, 345p.
- LERNER, D. (2002). Identifying and quantifying urban recharge: a review. *Hidrol. J.* 10 (1), p143-152.
- LEXOW, C.; ALBOUY, E. R.; BONORINO, A. G. (1998). Ensayo de infiltracion con un trazador conservativo en la zona no saturada. In: 4º Congreso Latinoamericano de Hidrogeologia subterránea, Montevideo, 1998. Uruguai, ALHSUD, p1260-1269.
- LIMA, P. L.; HIRATA, R.; BERTOLO, R. A.; BAITZ, J. V. (2004) . A interferência antrópica nos padrões naturais de fluxo de água subterránea: um estudo de caso na Bacia de São Paulo, São Paulo, Brasil. *Boletín Geológico y Minero*, Madri, v. 115, p. 391-398.

- MACPHERSON, G. L.; SOPHOCLEOUS, M. (2004). Fast ground-water mixing and basal recharge in an unconfined, alluvial aquifer, Konza LTER site, northeastern Kansas. *Journal of Hydrology* 286, p. 271 - 299.
- REBOUÇAS, A. C. (1992). CONDIÇÕES DE USO E PROTEÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. IN: ABAS, ABGE, SBG/SP. Simpósio sobre os problemas geológicos e geotécnicos da região metropolitana de São Paulo. ATAS 77-78.
- RICCOMINI, C.; COIMBRA, A.M. (1992). Geologia da Bacia Sedimentar. In: NEGRO Jr.,A.; FERREIRA, A.A.; ALONSO, U.R.; LUZ, P.A.C. (eds) Solos da Cidade de São Paulo. São Paulo, ABMS/ABEF: 37-94.
- RICCOMINI, C. (1989). O rift continental do sudeste do Brasil. São Paulo, 256p. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.
- RUSHTON, K. R. (1988). Numerical and conceptual models for recharge estimation in arid and semi - arid zones. In: SIMMERS, I. Estimation of natural groundwater recharge. Series C: Mathematical and physical Sciences v. 222, p.223 - 238.
- SAMPER CALVETE, F.J. 1998. Evaluación de la recarga por la lluvia mediante balances de agua: utilización, calibración e incertidumbres. *Boletín Geológico y Minero*. Madrid. vol. 109(4). p.31-54.
- SANTIAGO, M. F., FRISCHKORN, H., NETO, P. S., MENDES, J. (2001). The mechanism in an alluvial aquifer zone in northeast Brazil. *Ground Water* 39 (1), p18-23.
- SCALON, B. R., HEALY, R. W., COOK, P. G. (2002). Choosing appropriate techniques for quantifying groundwater recharge. *Hidrol. J.* 10 (1), p18-39.
- SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, DE.A; DERZE, G.R.; ASMUS, H.E. (1984). *Geologia do Brasil. Texto Explicativo do Mapa Geológico do Brasil e da Área Oceânica Adjacente, incluindo os Depósitos Minerais*. Escala 1: 2.500.000. Brasília, DNPM, Divisão Geologia e Mineração. 501p.
- SHARMA, M.; CRESSWELL, I; WATSON, J. (1985). Estimates of natural groundwater recharge from the depth distribution of an applied tracer. Proc. 21<sup>st</sup> International Association Hydraulic Research., Melbourne, p65-70.
- SHARMA, M. L.; HUGHES, M. H. (1985). Groundwater recharge estimation using chloride, deuterium and oxygen - 18 profiles in the deep coastal sands of western Australia. *Journal of Hydrology* 81, p. 93 - 109.

- SOPHOCLEOUS, M.; PERRY, C. A. (1985). Experimental studies in natural groundwater - recharge dynamics: the analysis of observed recharge events. *Journal of Hydrology* 81, p. 297 - 332.
- SOPHOCLEOUS, M.; TOWNSEND, M. A.; WHITTEMORE, D. O. (1990). Movement and fate of atrazine and bromide in Central Kansas croplands. *Journal of Hydrology* 115, p. 115 - 137.
- TUCCI, C. E. M. (1993). *Hidrologia: ciência e aplicação*. Porto Alegre: Ed. Da Universidade (Edusp). 943p.
- TYLER, S. W., CHAPMAN, J. B., CONRAD, S. H., HAMMERMEISTER, D. P., BLOUT, D. O., MILLER, J. J., SULLY, M. J., GINANNI, J. M. (1996). Soil-water flux in the southern Great Basin, United States: temporal and spatial variations over the last 120,00 years. *Water Resour Res* 32 (6), p1481-1499.
- VARNIER, C. & HIRATA, R. (2002) – Contaminação da Água Subterrânea por Nitrato no Parque Ecológico do Tietê - São Paulo, Brasil. *Revista Águas Subterrâneas*, n. 16, p. 77-82.
- VARNIER, C. & HIRATA, R. (no prelo) Nitrogen impacts from a septic system in na unconfined aquifer in São Paulo, Brazil. In: Eduardo Usunoff. (Org.). *Groundwater and Human Development - Balkema Special Publication*. Amsterdam, 2004, v. 1, p. 85-98.
- WOOD, W. W., RAINWATER, K. A., THOMPSON, D. B. (1997). Quantifying macropore recharge: examples from a semi-arid area. *Ground Water* 35 (6), p1097-1106.

## **ANEXO - 1:**

**MAPA TOPOGRÁFICO E DE LOCALIZAÇÃO DAS ÁRVORES E DOS  
POÇOS**

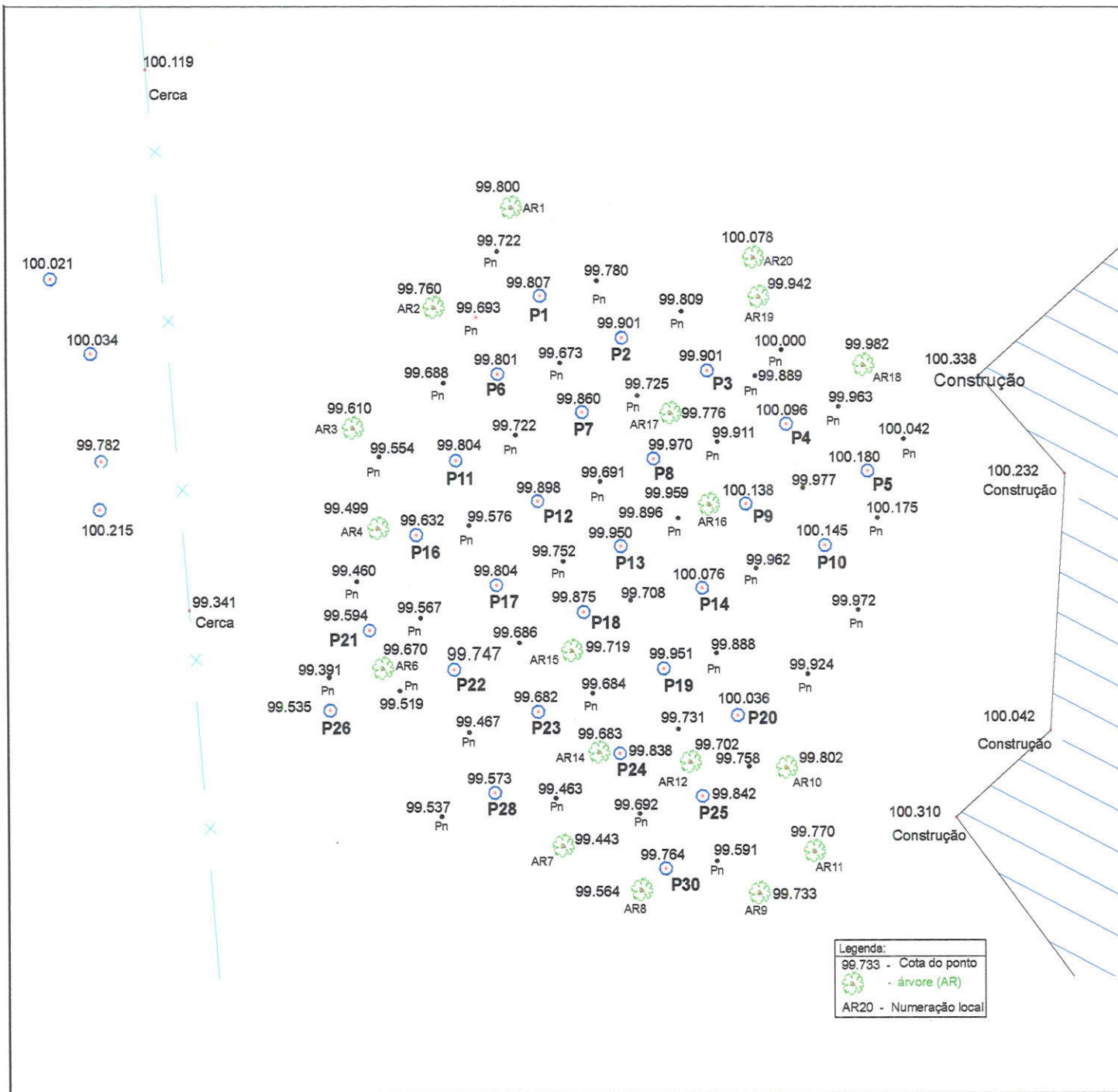


Figura A1-1: Levantamento topográfico da área.

## **ANEXO - 2:**

### **DADOS METEOROLÓGICOS**

**Tabela A2-1:** Dados diários de precipitação medidos na área do PET.

Dezembro de 2002		Janeiro de 2003		Fevereiro de 2003	
Dia	Precipitação (mm)	Dia	Precipitação (mm)	Dia	Precipitação (mm)
1		1	46,5	1	3,5
2		2	1,0	2	1,0
3		3	1,2	3	0,0
4		4	23,0	4	0,0
5		5	7,1	5	0,0
6		6	5,7	6	0,0
7		7	0,0	7	0,0
8		8	0,0	8	0,0
9		9	0,0	9	0,0
10		10	0,0	10	0,0
11		11	27,5	11	0,0
12		12	0,1	12	0,0
13		13	6,0	13	6,1
14	12,8	14	3,5	14	26,1
15	55,5	15	0,0	15	3,3
16	15,3	16	0,0	16	0,0
17	2,7	17	5,7	17	0,0
18	18,1	18	19,5	18	38,1
19	0,0	19	0,0	19	3,4
20	0,0	20	0,0	20	0,7
21	10,3	21	0,0	21	19,6
22	0,0	22	11,5	22	0,0
23	0,0	23	11,4	23	0,0
24	0,0	24	10,1	24	0,0
25	42,5	25	30,7	25	0,0
26	1,0	26	2,0	26	0,0
27	0,0	27	2,5	27	0,0
28	0,0	28	12,0	28	0,0
29	0,0	29	12,0		
30	0,0	30	0,0		
31	0,0	31	4,9		
Total	158,2	Total	243,9	Total	101,8



**Continuação Tabela A2-1: Dados diários de precipitação medidos na área do PET.**

Março de 2003	
Dia	Precipitação (mm)
1	0,0
2	0,0
3	0,0
4	19,1
5	0,0
6	9,0
7	8,8
8	12,2
9	8,9
10	2,2
11	1,4
12	0,0
13	6,2
14	0,3
15	0,0
16	0,0
17	4,4
18	4,9
19	0,0
20	0,1
21	5,3
22	8,5
23	0,7
24	0,0
25	0,4
26	0,2
27	0,0
28	1,0
29	0,0
30	0,0
31	0,0
Total	93,6

Abril de 2003	
Dia	Precipitação (mm)
1	0,0
2	0,0
3	0,0
4	0,0
5	5,2
6	0,0
7	6,9
8	0,5
9	0,0
10	0,0
11	0,0
12	0,0
13	0,0
14	0,0
15	0,0
16	0,0
17	0,0
18	0,0
19	0,0
20	0,1
21	5,3
22	8,5
23	0,7
24	0,0
25	0,4
26	0,2
27	0,0
28	1,0
29	0,0
30	0,0
Total	28,8

Maio de 2003	
Dia	Precipitação (mm)
1	0,0
2	0,0
3	8,4
4	0,1
5	0,0
6	8,5
7	0,8
8	0,0
9	0,0
10	0,9
11	0,0
12	0,0
13	0,0
14	0,0
15	0,8
16	0,0
17	0,0
18	0,1
19	0,1
20	0,0
21	0,0
22	0,0
23	0,0
24	12,3
25	0,0
26	0,0
27	0,0
28	0,0
29	0,0
30	0,0
31	0,0
Total	32,0

**Continuação Tabela A2-1: Dados diários de precipitação medidos na área do PET.**

Junho de 2003		Julho de 2003		Agosto de 2003	
Dia	Precipitação (mm)	Dia	Precipitação (mm)	Dia	Precipitação (mm)
1	0,0	1	0,0	1	0,0
2	0,0	2	0,0	2	0,0
3	0,0	3	0,0	3	0,0
4	0,2	4	0,0	4	0,1
5	6,0	5	0,0	5	0,1
6	1,3	6	0,0	6	0,0
7	0,0	7	0,0	7	6,2
8	0,0	8	0,0	8	0,2
9	0,0	9	0,0	9	0,6
10	0,0	10	0,0	10	2,7
11	0,0	11	22,2	11	0,6
12	0,0	12	0,3	12	0,5
13	0,0	13	0,0	13	0,3
14	0,0	14	0,0	14	0,0
15	0,0	15	0,0	15	0,0
16	0,0	16	0,0	16	0,0
17	0,0	17	0,0	17	0,3
18	0,0	18	0,0	18	0,6
19	0,0	19	0,3	19	0,0
20	6,4	20	0,3	20	0,1
21	0,0	21	0,1	21	0,0
22	0,0	22	0,2	22	0,0
23	0,0	23	0,3	23	0,0
24	0,0	24	0,1	24	1,4
25	0,0	25	0,1	25	0,4
26	0,0	26	0,0	26	0,9
27	0,2	27	0,0	27	0,2
28	0,1	28	1,7	28	2,2
29	0,0	29	0,0	29	0,1
30	0,0	30	0,0	30	0,0
Total	14,2	31	0,0	31	0,3
		Total	25,6	Total	17,8

**Continuação Tabela A2-1: Dados diários de precipitação medidos na área do PET.**

Setembro de 2003	
Dia	Precipitação (mm)
1	6,7
2	0,0
3	0,0
4	0,0
5	0,0
6	0,0
7	0,0
8	0,0
9	0,0
10	0,0
11	19,0
12	0,0
13	0,3
14	1,6
15	0,0
16	12,5
17	0,0
18	0,0
19	0,0
20	0,0
21	0,0
22	0,0
23	0,0
24	0,0
25	0,0
26	0,0
27	0,5
28	0,0
29	0,0
30	0,0
Total	40,6

Outubro de 2003	
Dia	Precipitação (mm)
1	0,0
2	0,0
3	0,0
4	0,0
5	0,0
6	0,0
7	1,6
8	12,3
9	3,5
10	9,3
11	36,0
12	24,7
13	0,1
14	0,1
15	0,0
16	0,0
17	0,0
18	0,0
19	0,0
20	0,0
21	0,2
22	0,8
23	0,3
24	0,2
25	0,0
26	0,0
27	0,0
28	30,1
29	7,5
30	0,4
31	0
Total	127,1

Novembro de 2003	
Dia	Precipitação (mm)
1	0,0
2	1,6
3	1,5
4	0,3
5	0,0
6	8,3
7	0,2
8	0,0
9	0,0
10	0,0
11	0,0
12	0,0
13	1,8
14	25,1
15	0,0
16	0,0
17	11,2
18	12,0
19	0,0
20	0,7
21	1,4
22	0,0
23	0,0
24	0,0
25	4,8
26	0,0
27	4,7
28	6,6
29	1,3
30	0,0
Total	81,5

**Continuação Tabela A2-1: Dados diários de precipitação medidos na área do PET.**

Dezembro de 2003	
Dia	Precipitação (mm)
1	11,0
2	6,7
3	0,0
4	4,7
5	5,0
6	39,0
7	0,9
8	0,0
9	1,3
10	11,2
11	0,0
12	4,6
13	0,9
14	0,0
15	2,9
16	1,4
17	3,8
18	1,6
19	0,0
20	0,0
21	6,5
22	7,5
23	5,0
24	19,4
25	0,0
26	0,0
27	0,0
28	36,0
29	5,7
30	0,0
31	0
Total	175,1

Janeiro de 2004	
Dia	Precipitação (mm)
1	3,4
2	9,9
3	5,7
4	0,0
5	0,0
6	0,0
7	12,0
8	2,4
9	25,5
10	7,4
11	0,0
12	0,0
13	0,3
14	0,0
15	0,0
16	15,3
17	0,0
18	0,0
19	0,0
20	0,0
21	0,0
22	12,5
23	0,5
24	64,4
25	0,9
26	4,4
27	23,6
28	15,5
29	0,8
30	0,0
31	8,5
Total	213

**Tabela A2-2:** Dados de precipitação sobre os poços medidos com os coletores individuais no dia 15/12/2003.

Data da Medição: 15/12/2003			
Poço	Precipitação (Vol. mL)	Precipitação (mm)	Pluviometro(mm)
1	66	2,59	2,9
2	4,3	0,17	
3	42	1,65	
4	88	3,46	
5	160	6,29	
6	150	5,90	
7	78	3,07	
8	66	2,59	
9	16	0,63	
10	106	4,17	
11	86	3,38	
12	174	6,84	
13	128	5,03	
14	164	6,45	
16	26	1,02	
17	112	4,40	
18	41	1,61	
19	106	4,17	
20	80	3,15	
21	56	2,20	
22	100	3,93	
23	59	2,32	
24	87	3,42	
25	101	3,97	
26	79	3,11	
28	105	4,13	
30	54	2,12	

**Tabela A2-3:** Dados de precipitação sobre os poços medidos com os coletores individuais no dia 17/12/2003.

Data da Medição: 17/12/2003			
Poço	Precipitação (Vol. mL)	Precipitação (mm)	Pluviometro(mm)
1	3	0,12	3,8
2	0	0,00	
3	28	1,10	
4	79	3,11	
5	120	4,72	
6	139	5,47	
7	6,4	0,25	
8	22	0,86	
9	112	4,40	
10	102	4,01	
11	43	1,69	
12	158	6,21	
13	89	3,50	
14	92	3,62	
16	6	0,24	
17	63	2,48	
18	11	0,43	
19	82	3,22	
20	51	2,01	
21	9	0,35	
22	77	3,03	
23	5	0,20	
24	107	4,21	
25	93	3,66	
26	23	0,90	
28	64	2,52	
30	82	3,22	

**Tabela A2-4:** Dados de precipitação sobre os poços medidos com os coletores individuais no dia 21/12/2003.

Data da Medição: 21/12/2003			
Poço	Precipitação (Vol. mL)	Precipitação (mm)	Pluviometro(mm)
1	139	5,47	6,5
2	73	2,87	
3	60	2,36	
4	2,64	0,10	
5	286	11,24	
6	276	10,85	
7	85	3,34	
8	61	2,40	
9	234	9,20	
10	204	8,02	
11	70	2,75	
12	184	7,23	
13	178	7,00	
14	172	6,76	
16	62	2,44	
17	157	6,17	
18	56	2,20	
19	159	6,25	
20	127	4,99	
21	29	1,14	
22	199	7,82	
23	64	2,52	
24	147	5,78	
25	205	8,06	
26	108	4,25	
28	134	5,27	
30	152	5,98	

**Tabela A2-5:** Dados de precipitação sobre os poços medidos com os coletores individuais no dia 22/12/2003.

Data da Medição: 22/12/2003			
Poço	Precipitação (Vol. mL)	Precipitação (mm)	Pluviometro(mm)
1	108	4,25	7,5
2	67	2,63	
3	84	3,30	
4	102	4,01	
5	125	4,91	
6	128	5,03	
7	108	4,25	
8	38	1,49	
9	121	4,76	
10	117	4,60	
11	88	3,46	
12	133	5,23	
13	134	5,27	
14	121	4,76	
16	132	5,19	
17	112	4,40	
18	65	2,56	
19	124	4,88	
20	100	3,93	
21	62	2,44	
22	120	4,72	
23	62	2,44	
24	63	2,48	
25	99	3,89	
26	91	3,58	
28	121	4,76	
30	162	6,37	

**Tabela A2-6:** Dados de precipitação sobre os poços medidos com os coletores individuais no dia 23/12/2003.

Data da Medição: 23/12/2003			
Poço	Precipitação (Vol. mL)	Precipitação (mm)	Pluviometro(mm)
1	95	3,74	5,0
2	64	2,52	
3	50	1,97	
4	61	2,40	
5	71	2,79	
6	60	2,36	
7	100	3,93	
8	28	1,10	
9	73	2,87	
10	97	3,81	
11	67	2,63	
12	78	3,07	
13	77	3,03	
14	81	3,18	
16	121	4,76	
17	83	3,26	
18	52	2,04	
19	89	3,50	
20	84	3,30	
21	33	1,30	
22	82	3,22	
23	25	0,98	
24	28	1,10	
25	90	3,54	
26	79	3,11	
28	98	3,85	
30	57	2,24	

**Tabela A2-7:** Dados de precipitação sobre os poços medidos com os coletores individuais no dia 09/01/2004.

Data da Medição: 09/01/2004			
Poço	Precipitação (Vol. mL)	Precipitação (mm)	Pluviometro(mm)
1	420	16,51	25,5
2	415	16,32	
3	472	18,56	
4	686	26,97	
5	662	26,03	
6	970	38,14	
7	675	26,54	
8	472	18,56	
9	773	30,39	
10	785	30,86	
11	463	18,20	
12	758	29,80	
13	781	30,71	
14	755	29,68	
16	547	21,51	
17	665	26,15	
18	363	14,27	
19	806	31,69	
20	773	30,39	
21	600	23,59	
22	745	29,29	
23	345	13,56	
24	520	20,45	
25	863	33,93	
26	-		
28	763	30,00	
30	825	32,44	

**Tabela A2-8:** Dados de precipitação sobre os poços medidos com os coletores individuais no dia 16/01/2004.

Data da Medição: 16/01/2004			
Poço	Precipitação (Vol. mL)	Precipitação (mm)	Pluviometro(mm)
1	244	9,59	15,30
2	345	13,56	
3	221	8,69	
4	352	13,84	
5	451	17,73	
6	574	22,57	
7	140	5,50	
8	307	12,07	
9	427	16,79	
10	308	12,11	
11	197	7,75	
12	361	14,19	
13	377	14,82	
14	361	14,19	
16	263	10,34	
17	407	16,00	
18	163	6,41	
19	245	9,63	
20	345	13,56	
21	269	10,58	
22	208	8,18	
23	382	15,02	
24	-		
25	435	17,10	
26	289	11,36	
28	308	12,11	
30	321	12,62	

**Tabela A2-9:** Dados de temperatura média mensal das três estações meteorológicas utilizadas e resultados finais das interpolações para área de estudo (PET).

Mês	Água Funda	Aeroporto	USP	PET
	Média Mensal	Média Mensal	Média Mensal	Média Mensal
dez/02	22,6	22,5	22,8	22,5
jan/03	22,2	22	21,7	22,1
fev/03	24,2	24,4	25	24,3
mar/03	21,8	21,8	22,1	21,8
abr/03	20,3	20,5	21,2	20,4
mai/03	17,3	17,4	18,1	17,4
jun/03	18,1	17,9	18,9	17,9
jul/03	16,7	16,6	17,3	16,6
ago/03	15,1	15,4	16,1	15,3
set/03	17,4	17,7	18,3	17,6
out/03	19,1	19,5	19,1	19,4
nov/03	19,2	20,4	20,8	20,0
dez/03	21,9	21,7	22,1	21,7
jan/04	20,7	20,8	21,2	20,8



## **ANEXO - 3:**

**DADOS DE CARGAS HIDRÁULICAS DE TODAS AS CAMPANHAS PARA  
OS POÇOS NAS TRÊS PROFUNDIDADES**

Tabela A3-1: Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de dezembro de 2002

Datas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17
10/12/2002	98,10	98,03	97,95	98,01	98,01	97,91	98,01	98,00	98,01	98,00	98,01	98,02	98,01	97,97	98,02
12/12/2002	98,04	97,99	98,05	97,97	97,98	97,98	97,97	97,97	97,98	97,97	97,98	97,99	97,98	97,95	97,99
19/12/2002	98,21	98,16	98,21	98,14	98,16	98,16	98,23	98,13	98,15	98,16	98,15	98,15	98,14	98,11	98,17
20/12/2002	98,18	98,13	98,18	98,11	98,13	98,13	98,16	98,11	98,12	98,12	98,12	98,12	98,11	98,10	98,14
21/12/2002	98,14	98,10	98,15	98,09	98,10	98,10	98,13	98,08	98,10	98,09	98,11	98,11	98,10	98,08	98,14
22/12/2002	98,12	98,09	98,13	98,08	98,08	98,08	98,10	98,07	98,08	98,07	98,08	98,08	98,08	98,08	98,11
23/12/2002	98,11	98,08	98,12	98,11	98,06	98,06	98,07	98,07	98,05	98,06	98,05	98,07	98,07	98,05	98,08
24/12/2002	98,08	98,05	98,11	98,03	98,04	98,04	98,04	98,04	98,02	98,03	98,03	98,07	98,07	98,06	98,07
26/12/2002	98,05	98,01	98,07	97,99	97,99	97,99	98,00	97,99	97,99	98,00	98,04	98,05	98,03	98,00	98,04
27/12/2002	98,03	97,99	98,07	97,99	97,99	97,99	97,98	97,98	97,99	98,00	97,99	98,00	98,00	98,00	98,04
28/12/2002	98,02	97,97	98,03	97,97	97,96	97,97	97,96	97,97	97,99	97,96	97,99	97,99	97,99	97,99	98,00
29/12/2002	97,99	97,97	98,00	97,96	97,96	97,96	97,96	97,96	97,98	97,95	97,98	97,95	97,98	97,97	97,98
30/12/2002	97,97	97,93	98,00	97,93	97,93	97,93	97,91	97,93	97,84	97,93	97,95	97,93	97,96	97,97	97,96
31/12/2002	97,93	97,92	97,98	97,92	97,92	97,89	97,91	97,90	97,91	97,91	97,94	97,94	97,94	97,94	97,94
média	98,07	98,03	98,08	98,01	98,02	98,01	98,03	98,01	98,01	98,01	98,02	98,03	98,01	97,99	98,03
s	0,08	0,07	0,08	0,07	0,07	0,08	0,09	0,07	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08
Máximo	98,21	98,16	98,21	98,14	98,16	98,16	98,23	98,13	98,15	98,16	98,15	98,15	98,14	98,11	98,17
Mínimo	97,93	97,92	97,95	97,92	97,92	97,89	97,91	97,90	97,91	97,90	97,92	97,93	97,91	97,87	97,92
Máx-Mín	0,28	0,24	0,26	0,22	0,24	0,27	0,32	0,23	0,31	0,26	0,23	0,22	0,23	0,24	0,25

Continuação Tabela A3-1: Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de dezembro de 2002

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,98	98,00	97,89	98,05	97,98	97,99	97,99	97,98	98,03	98,00	98,00
97,96	97,99	97,96	98,02	97,96	97,96	97,97	97,95	98,01	97,96	97,99
98,13	98,15	98,14	98,26	98,12	98,12	98,13	98,12	98,17	98,14	98,16
98,09	98,13	98,11	98,14	98,10	98,09	98,10	98,08	98,13	98,11	98,13
98,07	98,10	98,09	98,20	98,08	98,08	98,08	98,07	98,11	98,09	98,10
98,06	98,09	98,07	98,08	98,07	98,06	98,07	98,04	98,09	98,07	98,08
98,04	98,08	98,05	98,06	98,05	98,04	98,04	98,02	98,07	98,03	98,07
98,01	98,05	98,02	98,04	98,02	98,02	98,02	98,00	98,05	98,03	98,04
97,98	98,01	97,98	98,02	97,99	97,97	97,99	97,97	98,01	98,00	98,00
97,97	98,00	97,97	97,99	97,98	97,97	97,97	97,95	97,99	97,97	97,99
97,94	97,98	97,95	97,97	97,94	97,95	97,96	97,93	97,98	97,96	97,97
97,93	97,96	97,93	97,94	97,93	97,94	97,95	97,92	97,96	97,95	97,95
97,91	97,93	97,92	97,93	97,88	97,92	97,92	97,88	97,94	97,94	97,93
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
98,01	98,03	98,01	98,05	98,01	98,01	98,02	97,99	98,04	98,02	97,91
0,06	0,07	0,08	0,09	0,07	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	-
98,13	98,15	98,14	98,26	98,12	98,12	98,13	98,12	98,17	98,14	-
97,91	97,93	97,89	97,93	97,88	97,92	97,92	97,88	97,94	97,94	-
0,22	0,22	0,25	0,33	0,24	0,20	0,21	0,24	0,23	0,20	-

Tabela A3-2: Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de janeiro de 2003

Datas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17
2/1/2003	98,02	97,97	97,99	97,97	97,97	97,87	97,96	97,94	97,95	97,94	97,95	97,96	97,96	97,91	97,95
3/1/2003	97,98	97,95	97,98	97,93	97,95	97,95	97,92	97,95	97,94	97,85	97,95	97,96	97,94	97,92	97,93
4/1/2003	97,96	97,94	97,98	97,91	97,93	97,92	97,90	97,94	97,93	97,83	97,94	97,93	97,94	97,92	97,93
5/1/2003	97,98	98,02	97,96	98,00	98,01	97,91	97,91	98,00	98,00	97,90	97,92	97,92	98,01	97,98	98,01
6/1/2003	98,08	98,01	98,07	98,00	98,01	98,00	98,01	98,00	98,00	98,00	98,01	98,00	98,01	97,98	98,01
7/1/2003	98,05	97,99	98,04	97,98	97,98	97,97	97,98	97,99	97,99	97,96	97,99	98,00	98,01	97,97	98,01
8/1/2003	97,95	97,98	98,03	97,97	97,98	97,97	97,96	97,96	97,98	97,96	97,99	97,95	97,98	97,96	97,97
9/1/2003	97,95	97,96	98,01	97,95	97,96	97,60	97,66	97,94	97,95	97,94	97,96	97,96	97,97	97,94	97,96
10/1/2003	97,95	97,97	98,02	97,95	97,97	97,61	97,66	97,95	97,95	97,95	97,95	97,95	97,95	97,91	97,94
11/1/2003	97,98	98,00	98,04	98,05	97,99	97,65	97,69	97,98	97,95	97,99	97,96	97,95	97,96	97,91	97,95
12/1/2003	97,86	97,95	97,91	97,84	97,82	97,52	97,82	97,84	97,86	97,77	97,78	97,83	97,84	98,00	97,86
13/1/2003	97,86	97,95	97,91	97,84	97,82	97,52	97,82	97,84	97,86	97,77	97,78	97,83	97,84	98,00	97,86
14/1/2003	97,89	97,87	97,92	97,83	97,80	97,50	97,83	97,84	97,86	97,77	97,78	97,83	97,84	98,00	97,86
15/1/2003	97,87	97,90	97,95	97,85	97,82	97,53	97,85	97,86	97,87	97,78	97,75	97,81	97,83	97,97	97,86
16/1/2003	97,84	97,91	97,85	97,77	97,83	97,78	97,82	97,86	97,87	97,80	97,77	97,83	97,85	97,99	97,86
17/1/2003	97,81	97,90	97,87	97,79	97,82	97,79	97,84	97,82	97,80	97,76	97,78	97,76	97,82	97,89	97,81
18/1/2003	97,83	97,93	97,89	97,81	97,84	97,80	97,84	97,84	97,84	97,78	97,80	97,78	97,84	97,90	97,83
19/1/2003	97,94	97,97	97,91	97,83	97,85	97,81	97,85	97,86	97,88	97,80	97,82	97,80	97,86	97,92	97,85
20/1/2003	97,93	97,96	97,89	97,81	97,83	97,79	97,84	97,85	97,87	97,79	97,82	97,84	97,86	97,91	97,85
21/1/2003	97,85	98,02	97,95	97,83	97,84	97,80	97,85	97,85	97,87	97,81	97,82	97,84	97,86	97,93	97,86
22/1/2003	97,87	98,03	97,97	97,84	97,85	97,81	97,86	97,84	97,86	97,81	97,79	97,82	97,85	97,98	97,81
23/1/2003	97,99	98,05	97,99	97,86	97,87	97,93	97,87	97,85	97,89	97,82	97,81	97,84	97,86	97,99	97,82
24/1/2003	98,05	98,07	98,17	97,87	97,88	97,89	98,21	97,88	97,88	97,84	97,81	97,84	97,86	98,00	97,85
25/1/2003	98,06	98,08	98,19	97,89	97,90	97,91	98,21	97,90	97,90	97,85	97,90	97,88	97,90	97,85	97,90
26/1/2003	98,08	98,10	98,21	97,91	97,92	97,93	98,23	97,92	97,91	97,87	97,93	97,90	97,93	97,88	97,93
27/1/2003	98,10	98,12	98,24	97,94	97,94	97,96	98,25	97,99	98,14	97,90	97,96	97,94	97,96	97,91	97,97
28/1/2003	98,11	98,14	98,26	97,96	97,96	97,97	98,26	98,00	98,16	97,91	97,97	97,94	97,97	97,92	97,99
29/1/2003	98,13	98,06	98,27	97,97	97,97	97,98	98,27	98,02	98,17	97,94	97,99	97,95	97,98	97,93	98,00
30/1/2003	98,14	98,09	98,28	97,98	97,98	98,00	98,28	98,04	98,18	97,95	98,00	97,96	97,99	97,92	97,99
31/1/2003	98,19	98,10	98,29	98,00	97,99	98,01	98,28	98,05	98,20	97,96	98,00	97,96	98,00	97,95	98,03
média	97,97	98,00	98,04	97,90	97,91	97,82	97,96	97,92	97,94	97,87	97,89	97,89	97,91	97,94	98,02
s	0,10	0,07	0,13	0,07	0,07	0,16	0,19	0,07	0,11	0,08	0,09	0,07	0,06	0,04	0,07
Máximo	98,19	98,14	98,29	98,05	98,01	98,01	98,28	98,05	98,20	98,00	98,01	98,00	98,01	98,01	98,03
Mínimo	97,81	97,87	97,85	97,77	97,80	97,50	97,66	97,80	97,80	97,76	97,75	97,76	97,82	97,85	97,81
Máx-Min	0,38	0,27	0,44	0,28	0,21	0,51	0,62	0,25	0,40	0,24	0,26	0,24	0,19	0,16	0,22

Continuação Tabela A3-2:Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de janeiro de 2003

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,94	97,94	97,92	98,12	97,94	97,94	97,96	97,93	97,95	97,94	97,96
97,93	97,93	97,91	97,99	97,93	97,94	97,93	97,92	97,93	97,94	97,94
97,91	97,92	97,90	97,98	97,92	97,93	97,92	97,91	97,92	97,93	97,92
97,99	97,97	97,89	98,00	97,99	98,08	97,98	97,91	98,00	97,90	97,97
97,98	97,99	97,98	98,04	98,00	98,00	97,99	97,88	98,01	97,99	98,00
97,96	97,99	97,96	98,00	97,97	97,96	97,97	97,94	97,98	97,96	97,98
97,93	97,98	97,90	97,99	97,95	97,95	97,95	97,94	97,98	97,96	97,98
97,94	97,94	97,79	97,86	97,79	97,82	97,80	97,77	97,80	97,79	97,88
97,94	97,95	97,80	97,87	97,80	97,83	97,81	97,78	97,81	97,80	97,88
97,96	97,98	97,83	97,89	97,93	97,85	97,87	97,80	97,83	97,83	97,92
97,51	98,00	97,80	97,93	97,82	97,85	97,80	97,81	97,79	97,81	97,82
97,51	98,00	97,80	97,93	97,82	97,85	97,80	97,81	97,79	97,81	97,82
97,80	97,98	97,80	97,89	97,79	97,84	97,81	97,79	97,80	97,79	97,82
97,82	98,00	97,82	97,91	97,80	97,84	97,83	97,81	97,82	97,81	97,84
97,78	97,82	97,80	97,87	97,76	97,80	97,81	97,78	97,75	97,77	97,81
97,80	97,83	97,81	97,88	97,77	97,81	97,83	97,79	97,77	97,79	97,82
97,82	97,84	97,82	97,89	97,78	97,83	97,84	97,80	97,78	97,80	97,83
97,84	97,86	97,84	97,91	97,79	97,84	97,85	97,81	97,79	97,81	97,85
97,83	97,85	97,82	97,90	97,79	97,83	97,85	97,80	97,78	97,79	97,84
97,78	97,99	97,80	97,85	97,81	98,22	97,84	97,81	97,80	97,81	97,86
97,78	98,00	97,81	97,86	97,82	98,23	97,84	97,82	97,81	97,82	97,87
97,80	98,01	97,82	97,88	97,84	98,24	97,86	97,84	97,82	97,83	97,90
97,88	98,02	97,87	97,98	97,82	97,85	97,86	97,86	97,88	97,86	97,92
97,90	98,03	97,89	98,01	97,84	97,87	97,88	97,89	97,90	97,87	97,94
97,92	98,04	97,91	98,02	97,85	97,88	97,90	97,91	97,91	97,89	97,96
97,96	98,16	97,94	98,04	97,88	97,92	97,93	97,94	97,95	97,93	98,00
97,98	98,19	97,95	98,05	97,90	97,93	97,97	97,96	97,97	97,95	98,01
98,00	98,20	97,96	98,06	97,92	97,94	97,99	97,98	97,98	97,96	98,02
98,01	98,21	97,99	98,08	97,93	97,95	98,01	97,99	98,00	97,97	98,04
98,04	98,23	98,00	98,09	97,94	97,96	98,03	98,00	98,00	97,98	98,05
97,88	97,99	97,88	97,96	97,87	97,92	97,89	97,86	97,88	97,87	
0,12	0,11	0,07	0,08	0,07	0,12	0,07	0,07	0,09	0,07	
98,04	98,23	98,00	98,12	98,00	98,24	98,03	98,00	98,01	97,99	
97,51	97,82	97,79	97,85	97,76	97,80	97,80	97,77	97,75	97,77	
0,53	0,41	0,21	0,27	0,24	0,44	0,23	0,23	0,26	0,22	

Tabela A3-3: Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de fevereiro de 2003

Datas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17
1/2/2003	98,20	98,11	98,30	98,01	98,00	98,02	98,29	98,06	98,21	97,97	98,01	97,98	98,01	97,96	98,04
2/2/2003	98,20	98,12	98,30	98,02	98,00	98,03	98,30	98,07	98,22	97,98	98,02	97,99	98,02	97,97	98,05
3/2/2003	98,19	98,12	98,30	98,03	97,99	98,02	98,27	98,05	98,20	97,96	98,01	97,97	98,00	97,94	98,03
4/2/2003	97,98	97,95	98,01	98,01	97,97	98,01	98,25	98,04	98,18	97,95	98,00	97,96	97,99	97,93	98,02
5/2/2003	97,97	97,93	98,00	98,00	97,96	98,00	98,24	98,03	98,17	97,94	97,99	97,95	97,98	97,92	98,01
6/2/2003	97,96	97,91	97,98	97,98	97,95	97,99	98,22	98,02	98,16	97,93	97,97	97,94	97,97	97,91	98,00
7/2/2003	97,91	97,92	97,99	97,99	97,96	98,00	98,22	98,03	98,16	97,94	97,98	97,95	97,98	97,92	98,01
8/2/2003	97,90	97,93	97,98	97,98	97,97	98,00	98,21	98,04	98,17	97,95	97,99	97,95	97,98	97,92	98,00
9/2/2003	97,87	97,92	97,98	97,95	97,94	97,82	98,03	98,01	98,18	97,92	97,97	97,94	98,06	97,88	98,01
10/2/2003	97,87	97,91	97,97	97,93	97,92	97,81	97,87	98,15	98,01	97,82	97,97	97,94	98,06	97,88	98,01
11/2/2003	97,84	97,83	97,92	97,76	97,81	97,79	97,79	97,79	98,01	97,82	98,01	98,00	98,05	97,86	97,98
12/2/2003	97,82	97,80	97,89	97,78	97,78	97,75	97,76	97,78	97,80	97,76	97,78	97,78	97,89	97,78	97,80
13/2/2003	97,77	97,78	97,86	97,75	97,77	97,70	97,73	97,76	97,75	97,73	97,74	97,73	97,75	97,74	97,77
14/2/2003	97,99	97,83	97,90	97,78	97,80	97,75	97,77	97,78	97,79	97,75	97,76	97,76	97,71	97,69	97,71
19/2/2003	98,07	98,03	98,03	98,02	98,02	98,00	98,02	98,01	98,02	98,01	98,02	98,01	98,02	98,00	98,01
20/2/2003	98,03	98,01	98,01	98,00	98,08	97,99	97,97	97,98	98,00	97,99	98,00	97,99	98,00	98,00	98,01
21/2/2003	98,15	98,05	98,18	98,04	98,04	98,04	98,04	98,03	98,05	98,04	98,02	98,03	98,04	97,98	98,04
22/2/2003	98,16	98,06	98,19	98,05	98,05	98,03	98,05	98,04	98,06	98,05	98,03	98,04	98,05	98,01	98,05
23/2/2003	98,17	98,07	98,20	98,06	98,06	98,04	98,06	98,05	98,07	98,06	98,04	98,05	98,06	98,02	98,06
24/2/2003	98,01	97,98	98,03	97,98	97,99	97,98	97,98	97,97	97,99	97,96	97,97	97,97	97,95	97,94	97,95
25/2/2003	98,00	97,97	98,01	97,92	97,97	97,97	97,95	97,96	97,97	97,94	97,96	97,97	97,95	97,94	97,95
26/2/2003	97,98	97,96	98,00	97,95	97,95	97,94	97,94	97,94	97,95	97,93	97,94	97,94	97,94	97,92	97,93
27/2/2003	97,96	97,95	97,99	97,94	97,94	97,93	97,93	97,93	97,93	97,92	97,93	97,93	97,93	97,91	97,91
28/2/2003	97,92	97,94	97,97	97,92	97,92	97,91	97,91	97,91	97,91	97,91	97,91	97,91	97,91	97,92	97,91
média	97,99	97,96	98,04	97,95	97,95	97,94	98,03	97,97	98,03	97,93	97,95	97,94	97,96	97,91	97,96
s	0,12	0,09	0,13	0,09	0,08	0,10	0,18	0,10	0,14	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,10
Máximo	98,20	98,12	98,30	98,06	98,08	98,04	98,30	98,15	98,22	98,06	98,04	98,05	98,06	98,02	98,06
Mínimo	97,77	97,78	97,86	97,75	97,77	97,70	97,73	97,76	97,75	97,73	97,74	97,73	97,71	97,69	97,71
Máx-Min	0,43	0,34	0,44	0,31	0,31	0,34	0,57	0,39	0,47	0,33	0,30	0,32	0,35	0,33	0,35

Continuação Tabela A3-3: Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de fevereiro de 2003

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
98,05	98,24	98,01	98,10	97,95	97,97	98,04	98,01	98,00	97,99	98,06
98,05	98,25	98,02	98,11	97,95	97,98	98,05	98,02	98,01	98,00	98,07
98,01	98,22	98,00	98,08	97,93	97,95	98,03	98,00	97,98	97,99	98,05
98,00	98,21	97,99	98,07	97,92	97,95	98,02	97,99	97,97	97,98	98,01
97,99	98,20	97,98	98,06	97,91	97,94	98,01	97,98	97,96	97,97	98,00
97,98	98,19	97,97	98,05	97,90	97,93	97,99	97,96	97,95	97,96	97,99
97,97	98,17	97,95	98,04	97,89	97,92	97,97	97,95	97,93	97,94	97,99
97,96	98,18	97,94	98,05	97,90	97,91	97,98	97,95	97,94	97,95	97,99
97,97	98,15	97,91	98,02	97,86	97,89	97,97	97,95	97,92	97,93	97,96
97,94	98,14	97,87	98,00	97,84	97,85	97,95	97,90	97,88	97,91	97,94
97,92	98,05	97,81	97,97	97,79	97,82	97,90	97,84	97,82	97,84	97,84
97,75	97,80	97,76	97,77	97,77	97,79	97,77	97,74	97,77	97,75	97,78
97,76	97,80	97,74	97,78	97,75	97,75	97,73	97,73	97,76	97,74	97,75
97,70	97,73	97,69	97,82	97,71	97,66	97,69	97,70	97,62	97,70	97,75
97,99	98,01	97,99	98,09	98,01	98,09	98,01	97,99	98,01	98,00	98,02
97,98	98,00	97,97	98,05	97,99	98,00	97,99	97,94	98,00	97,98	98,00
98,02	98,02	98,04	98,10	98,03	98,02	98,03	98,01	98,02	98,03	98,04
98,03	98,03	98,05	98,11	98,03	98,03	98,04	98,02	98,03	98,04	98,05
98,04	98,04	98,06	98,12	98,04	98,04	98,05	98,03	98,04	98,05	98,06
97,95	97,99	97,96	98,09	97,96	97,98	97,97	97,95	97,97	97,97	97,98
97,95	97,98	97,94	97,96	97,95	97,95	97,95	97,94	97,96	97,95	97,96
97,93	97,96	97,93	97,96	97,93	97,93	97,93	97,92	97,94	97,93	97,94
97,92	97,95	97,92	97,95	97,92	97,92	97,92	97,91	97,93	97,92	97,93
97,90	97,94	97,90	97,92	97,90	97,91	97,90	97,90	97,91	97,90	97,91
97,95	98,05	97,94	98,01	97,91	97,92	97,96	97,93	97,93	97,94	
0,09	0,14	0,10	0,10	0,09	0,09	0,10	0,09	0,10	0,09	
98,05	98,25	98,06	98,12	98,04	98,09	98,05	98,03	98,04	98,05	
97,70	97,73	97,69	97,77	97,71	97,66	97,69	97,70	97,62	97,70	
0,35	0,52	0,37	0,35	0,33	0,43	0,36	0,33	0,42	0,35	

Tabela A3-4: Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de março de 2003

Datas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17
1/3/2003	97,92	97,93	97,96	97,91	97,91	97,89	97,89	97,89	97,88	97,89	97,91	97,91	97,91	97,87	97,90
2/3/2003	97,91	97,92	97,95	97,90	97,90	97,87	97,87	97,87	97,87	97,87	97,90	97,90	97,90	97,87	97,89
3/3/2003	97,88	97,90	97,93	97,87	97,87	97,86	97,86	97,87	97,88	97,87	97,85	97,88	97,87	97,85	97,86
4/3/2003	98,00	98,02	97,95	97,89	97,89	97,88	97,87	97,89	97,91	97,87	97,90	97,90	97,88	97,88	97,88
5/3/2003	97,94	97,89	97,93	97,89	97,89	97,88	97,97	97,89	97,91	97,87	97,90	97,90	97,88	97,88	97,88
6/3/2003	97,91	97,90	97,93	97,87	97,90	97,87	97,96	97,89	97,89	97,85	97,90	97,90	97,88	97,88	97,88
7/3/2003	97,92	97,91	97,94	97,89	97,91	97,89	97,96	97,91	97,89	97,88	97,90	97,90	97,88	97,87	97,87
8/3/2003	97,93	97,92	97,89	97,90	97,92	97,90	97,97	97,93	97,92	97,91	97,90	97,90	97,92	97,90	97,88
9/3/2003	98,09	97,96	97,98	97,94	97,95	97,94	98,01	98,15	97,95	97,95	97,92	97,94	97,92	97,91	97,90
10/3/2003	98,01	97,98	97,99	97,98	97,97	97,96	97,97	97,95	97,96	97,95	97,96	97,95	97,92	97,91	97,90
11/3/2003	98,01	97,98	97,99	97,98	97,97	97,96	97,97	97,95	97,96	97,95	97,96	97,95	97,92	97,91	97,90
12/3/2003	97,97	97,97	97,98	97,96	97,95	97,95	97,97	97,95	97,97	97,96	97,97	97,96	97,97	97,96	97,92
13/3/2003	97,97	97,95	97,98	97,96	97,95	97,95	97,96	97,94	97,96	97,94	97,97	97,98	97,97	97,97	97,96
14/3/2003	97,98	97,96	97,99	97,97	97,95	97,93	97,94	97,94	97,95	97,94	97,96	97,95	97,96	97,95	97,95
15/3/2003	97,92	97,94	97,96	97,93	97,92	97,92	97,92	97,95	97,96	97,95	97,95	97,95	97,95	97,93	97,93
16/3/2003	97,91	97,92	97,94	97,91	97,90	97,91	97,90	97,90	97,92	97,91	97,92	97,91	97,92	97,93	97,91
17/3/2003	97,91	97,91	97,94	97,91	97,91	97,89	97,89	97,90	97,90	97,89	97,91	97,89	97,90	97,91	97,89
18/3/2003	97,90	97,90	97,93	97,90	97,90	97,89	97,89	97,90	97,91	97,89	97,90	97,90	97,91	97,89	97,89
19/3/2003	97,90	97,90	97,93	97,90	97,90	97,89	97,89	97,89	97,90	97,89	97,90	97,90	97,91	97,89	97,89
20/3/2003	97,89	97,89	97,92	97,89	97,89	97,88	97,88	97,90	97,90	97,88	97,89	97,90	97,88	97,88	97,88
21/3/2003	97,88	97,88	97,91	97,88	97,89	97,87	97,87	97,89	97,89	97,87	97,88	97,89	97,89	97,88	97,88
22/3/2003	97,87	97,87	97,90	97,87	97,88	97,86	97,86	97,88	97,88	97,86	97,87	97,88	97,88	97,87	97,87
23/3/2003	97,86	97,86	97,89	97,86	97,87	97,84	97,84	97,86	97,87	97,85	97,86	97,86	97,86	97,86	97,86
24/3/2003	97,87	97,88	97,91	97,87	97,87	97,83	97,84	97,86	97,86	97,84	97,85	97,85	97,85	97,85	97,85
25/3/2003	97,87	97,87	97,90	97,86	97,86	97,85	97,86	97,86	97,85	97,83	97,84	97,84	97,85	97,84	97,84
26/3/2003	97,86	97,87	97,89	97,86	97,86	97,85	97,86	97,86	97,85	97,86	97,86	97,85	97,86	97,85	97,84
27/3/2003	97,86	97,87	97,88	97,86	97,86	97,85	97,86	97,86	97,86	97,85	97,87	97,83	97,84	97,85	97,85
28/3/2003	97,85	97,86	97,88	97,86	97,85	97,84	97,85	97,86	97,86	97,84	97,86	97,85	97,86	97,84	97,84
29/3/2003	97,84	97,85	97,87	97,84	97,85	97,83	97,84	97,85	97,85	97,83	97,84	97,84	97,82	97,83	97,83
30/3/2003	97,83	97,84	97,86	97,83	97,84	97,82	97,83	97,84	97,84	97,84	97,82	97,83	97,82	97,82	97,82
31/3/2003	97,82	97,83	97,85	97,82	97,83	97,81	97,82	97,83	97,83	97,81	97,83	97,82	97,82	97,81	97,81
média	97,91	97,91	97,93	97,89	97,90	97,88	97,90	97,80	97,82	97,80	97,82	97,81	97,82	97,80	97,80
s	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,06	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04
Máximo	98,09	98,02	97,99	97,98	97,97	97,96	98,01	98,15	97,97	97,96	97,97	97,98	97,97	97,97	97,96
Mínimo	97,82	97,83	97,85	97,82	97,82	97,80	97,81	97,82	97,82	97,80	97,82	97,80	97,80	97,79	97,79
Máx-Mín	0,27	0,19	0,14	0,16	0,15	0,16	0,20	0,33	0,15	0,16	0,15	0,18	0,17	0,18	0,17

Continuação Tabela A3-4: Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de março de 2003

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,88	97,93	97,87	97,90	97,89	97,89	97,89	97,87	97,88	97,88	97,90
97,87	97,92	97,86	97,89	97,88	97,88	97,88	97,87	97,87	97,87	97,89
97,86	97,91	97,84	97,88	97,86	97,86	97,87	97,85	97,85	97,86	97,87
97,89	97,93	97,86	97,90	97,88	97,88	97,89	97,87	97,87	97,88	97,90
97,86	97,87	97,80	97,90	97,97	97,87	97,89	97,86	97,87	97,88	97,89
97,88	97,89	97,86	97,91	97,98	97,89	97,91	97,88	97,88	97,89	97,90
97,89	97,90	97,87	97,92	97,98	97,90	97,93	97,89	97,89	97,90	97,91
97,91	97,92	97,89	97,93	97,99	97,91	97,94	97,91	97,90	97,91	97,92
97,94	97,94	97,93	97,95	98,02	97,94	97,97	97,84	97,93	97,94	97,97
97,95	97,96	97,94	97,96	98,03	97,95	97,99	97,96	97,95	97,96	97,97
97,95	97,96	97,94	98,05	97,96	97,97	97,97	97,96	97,95	97,96	97,97
97,94	97,95	97,93	98,04	97,95	97,96	97,96	97,94	97,96	97,96	97,97
97,94	97,95	97,93	97,99	97,95	97,94	97,94	97,93	97,95	97,95	97,95
97,95	97,96	97,94	98,00	97,96	97,95	97,95	97,94	97,96	97,96	97,96
97,92	97,93	97,90	97,97	97,92	97,92	97,91	97,91	97,92	97,92	97,92
97,90	97,91	97,87	97,96	97,90	97,90	97,89	97,89	97,90	97,91	97,90
97,89	97,90	97,89	97,96	97,90	97,89	97,90	97,89	97,90	97,91	97,90
97,89	97,91	97,88	97,90	97,89	97,88	97,89	97,89	97,90	97,90	97,90
97,87	97,90	97,87	97,88	97,89	97,88	97,89	97,89	97,90	97,89	97,89
97,86	97,89	97,86	97,87	97,88	97,87	97,88	97,88	97,89	97,89	97,89
97,85	97,88	97,86	97,86	97,87	97,85	97,88	97,87	97,88	97,88	97,88
97,84	97,87	97,85	97,85	97,86	97,85	97,87	97,86	97,87	97,87	97,87
97,83	97,86	97,84	97,84	97,85	97,84	97,86	97,85	97,86	97,86	97,86
97,84	97,86	97,84	97,85	97,86	97,84	97,86	97,84	97,85	97,76	97,85
97,86	97,85	97,84	97,84	97,85	97,84	97,86	97,84	97,85	97,77	97,85
97,85	97,88	97,83	97,86	97,86	97,83	97,85	97,83	97,84	97,76	97,85
97,84	97,87	97,82	97,86	97,86	97,86	97,86	97,84	97,86	97,85	97,86
97,83	97,86	97,81	97,85	97,85	97,86	97,85	97,83	97,85	97,84	97,85
97,82	97,85	97,80	97,84	97,84	97,85	97,84	97,83	97,85	97,83	97,84
97,81	97,84	97,79	97,83	97,83	97,84	97,82	97,82	97,84	97,82	97,83
97,80	97,83	97,78	97,82	97,82	97,83	97,81	97,81	97,83	97,81	97,82
97,88	97,90	97,87	97,90	97,91	97,88	97,89	97,87	97,89	97,88	97,81
0,04	0,04	0,04	0,06	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,06	
97,95	97,96	97,94	98,05	98,03	97,97	97,99	97,96	97,97	97,96	
97,80	97,83	97,78	97,82	97,82	97,83	97,81	97,80	97,82	97,82	
0,15	0,13	0,16	0,23	0,21	0,14	0,18	0,16	0,15	0,20	



Tabela A3-5: Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de abril de 2003

Datas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17
1/4/2003	97,81	97,82	97,81	97,82	97,81	97,80	97,81	97,83	97,81	97,80	97,82	97,81	97,81	97,81	97,79
2/4/2003	97,81	97,81	97,81	97,81	97,80	97,80	97,80	97,82	97,80	97,80	97,82	97,81	97,81	97,81	97,79
3/4/2003	97,80	97,81	97,81	97,81	97,80	97,79	97,80	97,81	97,80	97,79	97,80	97,80	97,81	97,80	97,79
4/4/2003	97,79	97,80	97,80	97,80	97,79	97,78	97,79	97,80	97,79	97,78	97,79	97,80	97,81	97,80	97,78
5/4/2003	97,82	97,83	97,88	97,83	97,82	97,82	97,81	97,84	97,83	97,81	97,82	97,80	97,83	97,82	97,79
6/4/2003	97,84	97,85	97,90	97,83	97,84	97,85	97,85	97,86	97,85	97,83	97,84	97,82	97,85	97,83	97,79
7/4/2003	97,80	97,81	97,79	97,81	97,80	97,79	97,80	97,81	97,80	97,79	97,80	97,80	97,80	97,80	97,81
8/4/2003	97,81	97,81	97,80	97,81	97,80	97,80	97,80	97,80	97,80	97,79	97,80	97,80	97,80	97,80	97,79
9/4/2003	97,79	97,81	97,80	97,81	97,80	97,79	97,80	97,80	97,80	97,80	97,81	97,81	97,80	97,80	97,79
10/4/2003	97,79	97,81	97,79	97,81	97,80	97,79	97,80	97,80	97,80	97,78	97,81	97,79	97,80	97,80	97,79
11/4/2003	97,80	97,81	97,80	97,81	97,81	97,79	97,79	97,80	97,79	97,78	97,80	97,78	97,80	97,78	97,78
12/4/2003	97,79	97,81	97,80	97,81	97,80	97,78	97,79	97,80	97,79	97,78	97,80	97,78	97,80	97,77	97,77
13/4/2003	97,78	97,80	97,79	97,80	97,79	97,77	97,77	97,78	97,77	97,75	97,77	97,77	97,78	97,76	97,76
14/4/2003	97,79	97,79	97,78	97,78	97,78	97,77	97,77	97,79	97,77	97,77	97,77	97,77	97,78	97,75	97,74
15/4/2003	97,76	97,78	97,78	97,78	97,77	97,76	97,76	97,77	97,77	97,76	97,78	97,77	97,78	97,77	97,77
16/4/2003	97,77	97,77	97,77	97,77	97,77	97,75	97,76	97,76	97,76	97,75	97,77	97,77	97,77	97,76	97,76
19/4/2003	97,81	97,82	97,83	97,80	97,81	97,80	97,81	97,80	97,80	97,81	97,81	97,83	97,81	97,80	97,80
20/4/2003	97,80	97,81	97,82	97,79	97,80	97,79	97,80	97,79	97,79	97,80	97,80	97,82	97,80	97,79	97,79
21/4/2003	97,79	97,80	97,81	97,78	97,79	97,78	97,79	97,78	97,78	97,79	97,79	97,82	97,80	97,79	97,79
22/4/2003	97,78	97,79	97,80	97,77	97,78	97,77	97,78	97,77	97,77	97,78	97,79	97,82	97,79	97,78	97,78
média	97,79	97,81	97,81	97,80	97,80	97,79	97,79	97,80	97,79	97,79	97,78	97,81	97,78	97,79	97,78
s	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Máximo	97,84	97,85	97,90	97,83	97,84	97,85	97,85	97,86	97,85	97,86	97,85	97,84	97,83	97,85	97,81
Mínimo	97,76	97,77	97,77	97,77	97,77	97,75	97,76	97,76	97,76	97,75	97,77	97,76	97,76	97,75	97,74
Máx-Mín	0,08	0,08	0,13	0,06	0,07	0,10	0,09	0,10	0,09	0,08	0,07	0,07	0,09	0,08	0,07

Tabela A3-6: Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de maio de 2003

Datas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17
10/5/2003	97,71	97,72	97,71	97,72	97,70	97,70	97,71	97,70	97,70	97,70	97,72	97,71	97,71	97,71	97,71
11/5/2003	97,71	97,71	97,70	97,71	97,70	97,69	97,70	97,70	97,70	97,69	97,71	97,70	97,70	97,70	97,70
12/5/2003	97,70	97,71	97,69	97,71	97,70	97,69	97,70	97,70	97,69	97,69	97,70	97,70	97,70	97,69	97,69
13/5/2003	97,69	97,70	97,68	97,70	97,69	97,68	97,69	97,69	97,68	97,68	97,69	97,69	97,70	97,68	97,69
14/5/2003	97,68	97,69	97,67	97,69	97,69	97,67	97,68	97,68	97,68	97,67	97,62	97,69	97,70	97,68	97,69
15/5/2003	97,68	97,70	97,68	97,70	97,69	97,67	97,68	97,68	97,68	97,67	97,62	97,69	97,70	97,68	97,69
16/5/2003	97,67	97,69	97,68	97,69	97,69	97,67	97,67	97,67	97,68	97,67	97,62	97,68	97,71	97,66	97,67
17/5/2003	97,66	97,68	97,67	97,68	97,68	97,66	97,66	97,66	97,67	97,65	97,61	97,68	97,70	97,65	97,66
18/5/2003	97,65	97,68	97,65	97,67	97,67	97,65	97,65	97,65	97,66	97,66	97,60	97,67	97,69	97,64	97,65
19/5/2003	97,64	97,67	97,64	97,66	97,66	97,64	97,64	97,64	97,65	97,66	97,59	97,66	97,68	97,63	97,63
22/5/2003	97,65	97,66	97,64	97,68	97,66	97,64	97,64	97,64	97,65	97,59	97,58	97,65	97,67	97,62	97,62
23/5/2003	97,63	97,64	97,61	97,66	97,66	97,64	97,62	97,64	97,65	97,65	97,67	97,65	97,65	97,67	97,64
24/5/2003	97,63	97,68	97,59	97,64	97,62	97,60	97,62	97,62	97,63	97,61	97,63	97,61	97,61	97,63	97,62
25/5/2003	97,64	97,67	97,59	97,63	97,63	97,65	97,63	97,63	97,63	97,64	97,66	97,63	97,61	97,63	97,60
26/5/2003	97,69	97,66	97,64	97,65	97,64	97,66	97,64	97,64	97,65	97,65	97,69	97,65	97,65	97,64	97,65
27/5/2003	97,67	97,66	97,64	97,61	97,63	97,63	97,62	97,63	97,65	97,65	97,69	97,65	97,65	97,64	97,65
28/5/2003	97,66	97,65	97,63	97,60	97,62	97,63	97,61	97,62	97,64	97,63	97,65	97,64	97,64	97,63	97,63
29/5/2003	97,65	97,64	97,62	97,59	97,61	97,62	97,60	97,61	97,63	97,61	97,63	97,62	97,62	97,62	97,62
30/5/2003	97,64	97,66	97,65	97,61	97,64	97,65	97,62	97,63	97,65	97,63	97,63	97,62	97,62	97,62	97,62
31/5/2003	97,63	97,65	97,53	97,65	97,64	97,62	97,62	97,65	97,64	97,64	97,64	97,64	97,64	97,64	97,64
média	97,66	97,68	97,65	97,66	97,65	97,65	97,65	97,65	97,66	97,65	97,65	97,66	97,66	97,65	97,66
s	0,03	0,02	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03
Máximo	97,71	97,72	97,71	97,72	97,70	97,70	97,71	97,70	97,70	97,70	97,72	97,71	97,72	97,71	97,71
Mínimo	97,63	97,64	97,53	97,59	97,61	97,60	97,60	97,61	97,63	97,59	97,58	97,61	97,61	97,62	97,60
Máx-Mín	0,08	0,08	0,18	0,13	0,09	0,10	0,11	0,09	0,07	0,11	0,14	0,10	0,11	0,09	0,11

Continuação Tabela A3-5:Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de abril de 2003

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,80	97,82	97,79	97,81	97,81	97,80	97,81	97,76	97,81	97,81	97,81
97,80	97,81	97,79	97,80	97,80	97,80	97,81	97,79	97,81	97,81	97,81
97,79	97,80	97,79	97,80	97,80	97,80	97,81	97,79	97,81	97,80	97,80
97,78	97,79	97,78	97,79	97,79	97,79	97,80	97,79	97,80	97,79	97,80
97,79	97,82	97,80	97,82	97,82	97,83	97,82	97,78	97,79	97,78	97,79
97,81	97,84	97,82	97,83	97,83	97,85	97,83	97,80	97,81	97,82	97,82
97,80	97,80	97,77	97,81	97,80	97,80	97,80	97,83	97,83	97,85	97,84
97,80	97,80	97,79	97,81	97,80	97,80	97,81	97,79	97,80	97,80	97,80
97,79	97,75	97,77	97,80	97,80	97,80	97,81	97,79	97,80	97,80	97,80
97,78	97,75	97,76	97,80	97,80	97,80	97,80	97,79	97,80	97,79	97,79
97,78	97,76	97,78	97,81	97,80	97,79	97,80	97,78	97,81	97,78	97,79
97,78	97,75	97,77	97,80	97,80	97,79	97,80	97,79	97,80	97,78	97,79
97,77	97,75	97,76	97,78	97,79	97,78	97,79	97,78	97,79	97,78	97,79
97,77	97,78	97,76	97,78	97,77	97,77	97,78	97,77	97,78	97,77	97,77
97,77	97,78	97,75	97,77	97,77	97,76	97,77	97,76	97,77	97,77	97,78
97,76	97,78	97,75	97,76	97,76	97,75	97,76	97,76	97,77	97,77	97,77
97,80	97,80	97,79	97,87	97,81	97,81	97,81	97,76	97,77	97,77	97,76
97,79	97,79	97,78	97,86	97,80	97,80	97,80	97,78	97,80	97,81	97,81
97,78	97,78	97,77	97,85	97,79	97,80	97,80	97,78	97,79	97,80	97,80
97,77	97,77	97,76	97,84	97,78	97,78	97,78	97,77	97,78	97,79	97,79
97,79	97,78	97,78	97,81	97,80	97,79	97,78	97,76	97,77	97,78	97,78
0,01	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
97,81	97,84	97,82	97,87	97,83	97,85	97,83	97,83	97,83	97,85	97,85
97,76	97,75	97,75	97,76	97,76	97,76	97,76	97,76	97,77	97,77	97,77
0,05	0,09	0,07	0,11	0,07	0,10	0,07	0,07	0,06	0,08	

Continuação Tabela A3-6:Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de maio de 2003

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,70	97,74	97,69	97,73	97,71	97,71	97,71	97,70	97,71	97,71	97,71
97,69	97,73	97,69	97,72	97,70	97,70	97,70	97,69	97,70	97,70	97,70
97,69	97,72	97,69	97,71	97,70	97,70	97,68	97,69	97,72	97,69	97,70
97,69	97,70	97,68	97,69	97,69	97,69	97,69	97,68	97,69	97,69	97,69
97,68	97,69	97,67	97,68	97,69	97,68	97,68	97,67	97,68	97,68	97,68
97,68	97,68	97,66	97,67	97,69	97,68	97,68	97,67	97,67	97,67	97,68
97,67	97,67	97,65	97,67	97,69	97,68	97,67	97,67	97,67	97,67	97,67
97,66	97,66	97,64	97,66	97,66	97,67	97,66	97,66	97,66	97,66	97,66
97,65	97,65	97,63	97,66	97,67	97,66	97,65	97,65	97,64	97,66	97,66
97,64	97,64	97,62	97,65	97,66	97,65	97,64	97,64	97,63	97,65	97,65
97,65	97,68	97,65	97,67	97,66	97,65	97,64	97,64	97,63	97,65	97,64
97,63	97,65	97,63	97,65	97,64	97,63	97,64	97,62	97,63	97,66	97,66
97,61	97,63	97,61	97,63	97,62	97,61	97,62	97,60	97,63	97,64	97,64
97,63	97,64	97,64	97,72	97,64	97,63	97,64	97,63	97,61	97,62	97,62
97,65	97,64	97,65	97,72	97,63	97,64	97,65	97,63	97,63	97,64	97,64
97,64	97,64	97,64	97,71	97,62	97,64	97,65	97,63	97,64	97,65	97,65
97,63	97,63	97,63	97,70	97,61	97,64	97,65	97,62	97,63	97,64	97,64
97,62	97,62	97,62	97,69	97,60	97,63	97,64	97,62	97,62	97,63	97,63
97,65	97,64	97,64	97,71	97,62	97,65	97,64	97,61	97,61	97,62	97,62
97,64	97,66	97,64	97,64	97,65	97,64	97,63	97,63	97,63	97,64	97,64
97,66	97,66	97,65	97,68	97,66	97,66	97,66	97,62	97,63	97,64	97,63
0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03
97,70	97,74	97,69	97,73	97,71	97,71	97,71	97,70	97,72	97,71	97,71
97,61	97,62	97,61	97,63	97,60	97,61	97,62	97,60	97,61	97,62	97,62
0,09	0,12	0,08	0,10	0,11	0,10	0,09	0,10	0,11	0,09	

Tabela A3-7: Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de junho de 2003

Datas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17
1/6/2003	97,62	97,58	97,52	97,64	97,63	97,61	97,61	97,64	97,63	97,63	97,63	97,63	97,62	97,62	97,63
2/6/2003	97,61	97,63	97,51	97,63	97,62	97,60	97,60	97,63	97,62	97,62	97,62	97,63	97,61	97,61	97,62
3/6/2003	97,61	97,62	97,49	97,62	97,61	97,60	97,59	97,62	97,61	97,61	97,62	97,61	97,61	97,61	97,62
4/6/2003	97,64	97,69	97,66	97,65	97,67	97,65	97,64	97,66	97,66	97,65	97,68	97,66	97,68	97,65	97,65
5/6/2003	97,64	97,69	97,66	97,65	97,67	97,65	97,64	97,66	97,66	97,65	97,68	97,66	97,68	97,65	97,65
6/6/2003	97,62	97,67	97,64	97,63	97,65	97,63	97,62	97,64	97,64	97,63	97,66	97,64	97,66	97,65	97,65
7/6/2003	97,63	97,64	97,59	97,64	97,64	97,63	97,63	97,63	97,63	97,63	97,66	97,64	97,66	97,63	97,63
8/6/2003	97,62	97,63	97,58	97,63	97,63	97,62	97,62	97,62	97,62	97,62	97,62	97,64	97,62	97,63	97,62
9/6/2003	97,62	97,65	97,63	97,63	97,63	97,62	97,61	97,62	97,62	97,62	97,62	97,62	97,61	97,62	97,61
10/6/2003	97,62	97,65	97,58	97,63	97,63	97,62	97,63	97,63	97,62	97,65	97,63	97,61	97,62	97,61	97,61
11/6/2003	97,61	97,64	97,57	97,62	97,62	97,61	97,62	97,62	97,62	97,63	97,64	97,61	97,62	97,63	97,62
12/6/2003	97,60	97,63	97,56	97,61	97,61	97,60	97,61	97,61	97,60	97,61	97,62	97,60	97,61	97,62	97,61
13/6/2003	97,59	97,62	97,54	97,60	97,61	97,58	97,60	97,60	97,61	97,60	97,61	97,62	97,61	97,60	97,61
14/6/2003	97,58	97,60	97,53	97,59	97,59	97,56	97,58	97,58	97,57	97,58	97,60	97,61	97,58	97,60	97,60
15/6/2003	97,57	97,59	97,52	97,58	97,58	97,56	97,58	97,58	97,57	97,58	97,59	97,59	97,57	97,58	97,58
16/6/2003	97,56	97,58	97,51	97,57	97,57	97,55	97,57	97,57	97,57	97,58	97,59	97,59	97,57	97,58	97,57
17/6/2003	97,57	97,61	97,54	97,60	97,59	97,58	97,57	97,60	97,58	97,59	97,60	97,58	97,56	97,57	97,56
18/6/2003	97,56	97,59	97,51	97,58	97,57	97,56	97,57	97,57	97,55	97,57	97,56	97,60	97,59	97,57	97,58
19/6/2003	97,57	97,62	97,54	97,59	97,58	97,57	97,58	97,58	97,56	97,58	97,57	97,58	97,56	97,56	97,56
20/6/2003	97,58	97,61	97,57	97,60	97,60	97,59	97,67	97,59	97,58	97,61	97,60	97,61	97,58	97,57	97,57
21/6/2003	97,57	97,60	97,56	97,59	97,59	97,58	97,66	97,58	97,57	97,60	97,59	97,60	97,58	97,58	97,58
22/6/2003	97,61	97,62	97,55	97,61	97,61	97,58	97,59	97,58	97,60	97,58	97,61	97,60	97,57	97,57	97,57
23/6/2003	97,60	97,61	97,54	97,60	97,60	97,57	97,58	97,58	97,59	97,60	97,58	97,60	97,60	97,57	97,59
24/6/2003	97,59	97,60	97,53	97,59	97,59	97,56	97,57	97,57	97,58	97,56	97,60	97,59	97,59	97,56	97,58
25/6/2003	97,58	97,59	97,52	97,58	97,58	97,55	97,56	97,57	97,58	97,56	97,59	97,58	97,58	97,55	97,57
26/6/2003	97,57	97,58	97,51	97,57	97,57	97,54	97,55	97,55	97,56	97,54	97,57	97,56	97,56	97,53	97,55
27/6/2003	97,56	97,57	97,50	97,56	97,56	97,53	97,54	97,54	97,55	97,53	97,56	97,55	97,55	97,52	97,54
28/6/2003	97,55	97,56	97,49	97,55	97,55	97,52	97,53	97,53	97,54	97,52	97,55	97,54	97,54	97,51	97,53
29/6/2003	97,54	97,55	97,48	97,54	97,54	97,51	97,52	97,52	97,53	97,51	97,54	97,53	97,53	97,50	97,52
30/6/2003	97,54	97,57	97,54	97,55	97,55	97,50	97,51	97,54	97,56	97,53	97,56	97,55	97,55	97,52	97,54
média	97,59	97,62	97,55	97,60	97,60	97,58	97,59	97,59	97,59	97,59	97,60	97,60	97,59	97,58	97,59
s	0,03	0,04	0,05	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03
Máximo	97,64	97,69	97,66	97,65	97,67	97,65	97,67	97,66	97,66	97,65	97,68	97,66	97,68	97,65	97,65
Mínimo	97,54	97,55	97,48	97,54	97,54	97,50	97,51	97,52	97,53	97,51	97,54	97,53	97,53	97,50	97,52
Máx-Mín	0,10	0,14	0,18	0,11	0,13	0,15	0,16	0,14	0,13	0,14	0,14	0,13	0,15	0,15	0,13

Continuação Tabela A3-7:Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de junho de 2003

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,63	97,65	97,63	97,63	97,64	97,63	97,62	97,61	97,62	97,63	97,62
97,62	97,64	97,62	97,62	97,63	97,62	97,61	97,60	97,61	97,62	97,61
97,61	97,63	97,61	97,61	97,62	97,61	97,60	97,59	97,60	97,61	97,60
97,65	97,68	97,64	97,71	97,66	97,65	97,65	97,65	97,64	97,65	97,66
97,65	97,68	97,64	97,71	97,66	97,65	97,65	97,65	97,64	97,65	97,66
97,63	97,66	97,62	97,69	97,64	97,63	97,63	97,63	97,62	97,63	97,64
97,63	97,63	97,62	97,66	97,64	97,63	97,63	97,62	97,63	97,63	97,64
97,62	97,62	97,61	97,65	97,63	97,62	97,62	97,61	97,62	97,62	97,63
97,62	97,59	97,61	97,61	97,62	97,61	97,62	97,61	97,61	97,62	97,62
97,63	97,59	97,61	97,67	97,63	97,62	97,63	97,62	97,61	97,62	97,62
97,62	97,58	97,60	97,66	97,62	97,61	97,62	97,62	97,63	97,62	97,62
97,61	97,57	97,59	97,65	97,61	97,60	97,62	97,61	97,62	97,61	97,62
97,60	97,59	97,56	97,64	97,59	97,59	97,60	97,60	97,61	97,60	97,61
97,59	97,57	97,55	97,63	97,58	97,57	97,58	97,59	97,61	97,58	97,60
97,58	97,56	97,55	97,62	97,58	97,57	97,58	97,57	97,60	97,57	97,58
97,57	97,55	97,54	97,61	97,57	97,56	97,57	97,57	97,59	97,57	97,58
97,58	97,59	97,58	97,62	97,59	97,59	97,59	97,58	97,59	97,59	97,59
97,57	97,55	97,54	97,61	97,57	97,56	97,57	97,56	97,58	97,56	97,56
97,58	97,56	97,55	97,62	97,58	97,57	97,58	97,56	97,58	97,56	97,56
97,59	97,62	97,56	97,63	97,60	97,58	97,59	97,59	97,59	97,57	97,58
97,58	97,61	97,55	97,62	97,59	97,57	97,58	97,58	97,60	97,57	97,58
97,59	97,60	97,58	97,66	97,60	97,60	97,60	97,58	97,59	97,56	97,60
97,58	97,59	97,57	97,65	97,59	97,60	97,60	97,56	97,59	97,56	97,59
97,57	97,58	97,56	97,64	97,58	97,59	97,59	97,55	97,58	97,58	97,59
97,56	97,57	97,55	97,63	97,57	97,58	97,58	97,54	97,57	97,56	97,58
97,55	97,56	97,54	97,62	97,56	97,57	97,57	97,53	97,56	97,55	97,57
97,54	97,55	97,53	97,61	97,56	97,56	97,56	97,52	97,55	97,55	97,56
97,53	97,54	97,52	97,60	97,54	97,55	97,55	97,51	97,54	97,54	97,55
97,52	97,53	97,51	97,59	97,53	97,54	97,54	97,50	97,53	97,52	97,54
97,54	97,54	97,53	97,61	97,55	97,53	97,53	97,49	97,52	97,51	97,53
97,59	97,59	97,58	97,63	97,60	97,55	97,54	97,50	97,52	97,52	97,52
0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04
97,65	97,68	97,64	97,71	97,66	97,65	97,65	97,65	97,64	97,65	97,65
97,52	97,53	97,51	97,59	97,53	97,53	97,53	97,49	97,52	97,65	97,52
0,13	0,15	0,13	0,12	0,13	0,12	0,12	0,16	0,12	0,14	0,14

Tabela A3-8: Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de julho de 2003

Datas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17
1/7/2003	97,54	97,57	97,54	97,55	97,55	97,55	97,55	97,54	97,56	97,54	97,56	97,55	97,55	97,52	97,54
2/7/2003	97,54	97,56	97,54	97,54	97,55	97,50	97,54	97,54	97,56	97,53	97,56	97,55	97,56	97,52	97,54
3/7/2003	97,54	97,56	97,53	97,54	97,55	97,47	97,54	97,53	97,56	97,53	97,59	97,55	97,58	97,52	97,53
4/7/2003	97,53	97,55	97,52	97,53	97,54	97,48	97,53	97,52	97,55	97,52	97,58	97,54	97,57	97,51	97,52
5/7/2003	97,52	97,56	97,53	97,56	97,56	97,55	97,54	97,55	97,57	97,51	97,57	97,54	97,56	97,50	97,50
6/7/2003	97,51	97,55	97,52	97,55	97,55	97,54	97,53	97,54	97,56	97,50	97,56	97,53	97,55	97,49	97,49
7/7/2003	97,50	97,54	97,51	97,54	97,54	97,53	97,52	97,53	97,55	97,49	97,55	97,52	97,54	97,48	97,48
8/7/2003	97,52	97,54	97,51	97,53	97,53	97,53	97,51	97,52	97,54	97,48	97,54	97,51	97,53	97,47	97,47
9/7/2003	97,51	97,53	97,50	97,52	97,52	97,52	97,50	97,51	97,53	97,47	97,53	97,50	97,52	97,46	97,46
10/7/2003	97,50	97,52	97,49	97,51	97,51	97,51	97,49	97,50	97,52	97,46	97,52	97,49	97,51	97,45	97,45
11/7/2003	97,51	97,53	97,50	97,52	97,52	97,52	97,50	97,51	97,53	97,47	97,53	97,50	97,52	97,46	97,46
12/7/2003	97,52	97,54	97,51	97,53	97,53	97,53	97,51	97,52	97,54	97,48	97,54	97,51	97,53	97,47	97,47
13/7/2003	97,54	97,56	97,53	97,55	97,55	97,55	97,53	97,54	97,56	97,50	97,56	97,53	97,55	97,49	97,49
14/7/2003	97,56	97,62	97,60	97,60	97,58	97,60	97,60	97,54	97,60	97,50	97,56	97,53	97,55	97,49	97,49
15/7/2003	97,63	97,63	97,61	97,61	97,59	97,59	97,59	97,55	97,61	97,59	97,60	97,60	97,56	97,58	97,58
16/7/2003	97,62	97,61	97,59	97,60	97,59	97,58	97,58	97,59	97,60	97,58	97,59	97,59	97,59	97,57	97,57
17/7/2003	97,61	97,60	97,58	97,59	97,58	97,58	97,58	97,58	97,59	97,57	97,59	97,57	97,57	97,56	97,56
18/7/2003	97,59	97,58	97,54	97,58	97,58	97,58	97,56	97,59	97,59	97,57	97,58	97,57	97,58	97,59	97,58
19/7/2003	97,58	97,57	97,53	97,57	97,57	97,57	97,55	97,58	97,58	97,56	97,57	97,56	97,57	97,58	97,57
20/7/2003	97,57	97,56	97,52	97,56	97,56	97,56	97,54	97,57	97,57	97,55	97,56	97,55	97,56	97,57	97,56
21/7/2003	97,56	97,55	97,51	97,55	97,55	97,55	97,53	97,56	97,56	97,54	97,55	97,54	97,55	97,56	97,55
22/7/2003	97,55	97,54	97,50	97,54	97,54	97,54	97,52	97,55	97,55	97,53	97,54	97,53	97,54	97,53	97,54
23/7/2003	97,54	97,53	97,49	97,53	97,53	97,53	97,51	97,54	97,54	97,52	97,53	97,53	97,54	97,55	97,54
24/7/2003	97,54	97,53	97,49	97,55	97,55	97,55	97,54	97,55	97,55	97,53	97,53	97,52	97,53	97,54	97,53
25/7/2003	97,53	97,52	97,48	97,54	97,54	97,53	97,53	97,54	97,54	97,52	97,54	97,54	97,53	97,53	97,53
26/7/2003	97,52	97,51	97,47	97,53	97,53	97,52	97,52	97,53	97,53	97,51	97,53	97,53	97,52	97,52	97,52
27/7/2003	97,51	97,50	97,47	97,53	97,53	97,52	97,52	97,53	97,53	97,51	97,53	97,53	97,52	97,52	97,51
28/7/2003	97,55	97,56	97,50	97,55	97,55	97,54	97,56	97,55	97,52	97,54	97,55	97,53	97,54	97,54	97,54
29/7/2003	97,54	97,55	97,49	97,54	97,54	97,53	97,55	97,54	97,51	97,53	97,55	97,53	97,56	97,54	97,54
30/7/2003	97,53	97,54	97,47	97,53	97,53	97,52	97,54	97,53	97,50	97,52	97,54	97,52	97,55	97,53	97,53
31/7/2003	97,53	97,54	97,47	97,53	97,53	97,52	97,54	97,53	97,50	97,52	97,53	97,51	97,54	97,52	97,52
média	97,54	97,55	97,52	97,54	97,55	97,54	97,54	97,54	97,55	97,53	97,52	97,50	97,53	97,51	97,51
s	0,03	0,03	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,04	0,04
Máximo	97,63	97,63	97,61	97,61	97,59	97,60	97,60	97,60	97,61	97,59	97,60	97,60	97,59	97,59	97,58
Mínimo	97,50	97,50	97,47	97,51	97,51	97,47	97,49	97,50	97,50	97,46	97,52	97,49	97,51	97,45	97,45
Máx-Mín	0,13	0,13	0,14	0,10	0,08	0,13	0,11	0,10	0,11	0,13	0,08	0,11	0,08	0,14	0,13

Continuação Tabela A3-8: Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de julho de 2003

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,55	97,56	97,55	97,61	97,56	97,55	97,54	97,54	97,55	97,56	97,55
97,54	97,55	97,54	97,60	97,55	97,54	97,54	97,53	97,55	97,51	97,54
97,54	97,54	97,55	97,60	97,54	97,53	97,55	97,52	97,55	97,52	97,54
97,53	97,53	97,54	97,59	97,53	97,52	97,54	97,51	97,54	97,51	97,53
97,54	97,52	97,53	97,57	97,52	97,51	97,52	97,49	97,53	97,50	97,53
97,53	97,51	97,52	97,56	97,51	97,50	97,51	97,48	97,52	97,49	97,52
97,52	97,50	97,51	97,55	97,50	97,49	97,50	97,47	97,51	97,48	97,51
97,51	97,49	97,50	97,54	97,49	97,48	97,49	97,46	97,50	97,47	97,51
97,50	97,48	97,49	97,53	97,48	97,47	97,48	97,45	97,49	97,46	97,51
97,49	97,47	97,48	97,52	97,47	97,46	97,47	97,44	97,48	97,45	97,50
97,50	97,48	97,49	97,53	97,48	97,47	97,48	97,45	97,49	97,46	97,49
97,51	97,49	97,50	97,54	97,49	97,48	97,49	97,46	97,50	97,47	97,50
97,53	97,51	97,52	97,56	97,51	97,50	97,51	97,48	97,52	97,49	97,51
97,53	97,50	97,51	97,55	97,50	97,50	97,51	97,48	97,50	97,47	97,53
97,54	97,51	97,59	97,64	97,51	97,51	97,52	97,48	97,52	97,48	97,54
97,59	97,50	97,58	97,63	97,60	97,50	97,59	97,56	97,53	97,49	97,57
97,58	97,49	97,57	97,62	97,59	97,58	97,58	97,54	97,57	97,58	97,58
97,57	97,60	97,57	97,63	97,58	97,58	97,58	97,54	97,57	97,58	97,58
97,56	97,59	97,56	97,62	97,57	97,57	97,57	97,56	97,59	97,57	97,58
97,55	97,58	97,55	97,61	97,56	97,56	97,55	97,54	97,58	97,56	97,57
97,54	97,57	97,54	97,60	97,55	97,55	97,56	97,53	97,57	97,55	97,57
97,53	97,56	97,53	97,59	97,54	97,54	97,55	97,53	97,56	97,54	97,56
97,52	97,55	97,52	97,58	97,53	97,53	97,54	97,52	97,55	97,53	97,55
97,54	97,55	97,54	97,59	97,54	97,53	97,53	97,51	97,54	97,52	97,54
97,53	97,54	97,53	97,58	97,53	97,53	97,54	97,55	97,55	97,54	97,53
97,52	97,53	97,52	97,57	97,52	97,52	97,53	97,53	97,54	97,53	97,54
97,52	97,52	97,52	97,57	97,52	97,52	97,52	97,52	97,53	97,52	97,53
97,54	97,55	97,52	97,59	97,55	97,52	97,52	97,52	97,52	97,52	97,52
97,53	97,54	97,51	97,58	97,54	97,54	97,54	97,52	97,56	97,55	97,52
97,52	97,53	97,50	97,57	97,53	97,52	97,53	97,51	97,55	97,54	97,54
97,52	97,53	97,50	97,57	97,53	97,52	97,52	97,50	97,54	97,54	97,53
97,53	97,52	97,53	97,58	97,53	97,52	97,52	97,50	97,53	97,53	97,52
0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	
97,59	97,60	97,59	97,64	97,60	97,58	97,59	97,56	97,59	97,59	
97,49	97,47	97,48	97,52	97,47	97,46	97,47	97,44	97,48	97,45	
0,10	0,13	0,11	0,12	0,13	0,12	0,12	0,12	0,11	0,14	

Tabela A3-9: Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de agosto de 2003

Datas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17
1/8/2003	97,52	97,53	97,46	97,52	97,52	97,51	97,53	97,52	97,49	97,51	97,51	97,50	97,52	97,50	97,50
2/8/2003	97,51	97,52	97,45	97,51	97,51	97,50	97,52	97,51	97,48	97,50	97,50	97,49	97,51	97,49	97,49
3/8/2003	97,50	97,52	97,44	97,51	97,51	97,50	97,52	97,51	97,48	97,50	97,50	97,49	97,51	97,49	97,49
4/8/2003	97,49	97,51	97,43	97,50	97,50	97,49	97,51	97,50	97,47	97,49	97,49	97,48	97,50	97,48	97,49
5/8/2003	97,48	97,50	97,44	97,49	97,49	97,48	97,50	97,49	97,46	97,48	97,48	97,47	97,49	97,48	97,49
6/8/2003	97,47	97,49	97,43	97,50	97,48	97,47	97,49	97,48	97,45	97,47	97,47	97,46	97,48	97,47	97,49
7/8/2003	97,47	97,49	97,43	97,50	97,48	97,47	97,49	97,48	97,45	97,47	97,47	97,46	97,48	97,47	97,49
8/8/2003	97,46	97,48	97,42	97,49	97,47	97,46	97,48	97,47	97,44	97,46	97,46	97,45	97,47	97,45	97,47
médias	97,48	97,51	97,44	97,50	97,50	97,49	97,51	97,49	97,46	97,49	97,48	97,48	97,47	97,45	97,47
s	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
Máximo	97,52	97,53	97,46	97,52	97,52	97,51	97,53	97,52	97,49	97,51	97,51	97,50	97,52	97,50	97,50
Mínimo	97,46	97,48	97,42	97,49	97,47	97,46	97,48	97,47	97,44	97,46	97,46	97,45	97,47	97,45	97,47
Máx-Mín	0,06	0,05	0,04	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03

Tabela A3-10: Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de outubro de 2003

Datas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17
30/10/2003	97,73	97,70	97,73	97,70	97,71	97,68	97,68	97,68	97,68	97,68	97,69	97,69	97,69	97,68	97,67

Tabela A3-11: Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de novembro de 2003

Datas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17
4/11/2003	97,66	97,66	97,67	97,66	97,66	97,64	97,64	97,65	97,65	97,64	97,65	97,65	97,65	97,64	97,64
6/11/2003	97,65	97,67	97,67	97,67	97,66	97,64	97,65	97,65	97,65	97,64	97,65	97,65	97,65	97,65	97,64
14/11/2003	97,76	97,65	97,66	97,66	97,65	97,63	97,63	97,63	97,64	97,63	97,64	97,64	97,64	97,63	97,63
17/11/2003	97,64	97,67	97,67	97,67	97,67	97,64	97,64	97,65	97,65	97,65	97,66	97,65	97,66	97,65	97,64
19/11/2003	97,65	97,65	97,68	97,67	97,67	97,64	97,64	97,65	97,65	97,65	97,66	97,65	97,66	97,65	97,63
21/11/2003	97,63	97,64	97,65	97,64	97,64	97,62	97,62	97,62	97,62	97,61	97,63	97,62	97,62	97,62	97,61
25/11/2003	97,61	97,60	97,61	97,60	97,61	97,58	97,58	97,59	97,59	97,58	97,59	97,59	97,59	97,58	97,58
27/11/2003	97,59	97,59	97,59	97,60	97,61	97,57	97,57	97,58	97,58	97,57	97,58	97,58	97,58	97,58	97,58
30/11/2003	97,60	97,61	97,61	97,61	97,61	97,59	97,59	97,59	97,60	97,59	97,60	97,60	97,60	97,59	97,58
média	97,64	97,64	97,65	97,64	97,64	97,62	97,62	97,62	97,62	97,62	97,63	97,63	97,62	97,62	97,62
s	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Máximo	97,76	97,67	97,68	97,67	97,67	97,65	97,66	97,65	97,65	97,65	97,66	97,65	97,66	97,65	97,64
Mínimo	97,59	97,59	97,59	97,60	97,60	97,57	97,57	97,58	97,58	97,57	97,58	97,58	97,58	97,57	97,56
Máx-Mín	0,17	0,08	0,09	0,07	0,07	0,08	0,09	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	0,08

Continuação Tabela A3-9:Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de agosto de 2003

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,51	97,52	97,49	97,56	97,52	97,51	97,51	97,49	97,52	97,52	97,51
97,50	97,51	97,48	97,55	97,51	97,50	97,50	97,48	97,51	97,51	97,50
97,50	97,51	97,48	97,55	97,51	97,50	97,50	97,48	97,51	97,51	97,50
97,49	97,50	97,49	97,54	97,50	97,49	97,49	97,47	97,50	97,51	97,50
97,48	97,49	97,48	97,53	97,49	97,48	97,48	97,46	97,49	97,50	97,49
97,47	97,48	97,47	97,52	97,48	97,47	97,47	97,45	97,49	97,49	97,48
97,47	97,48	97,47	97,52	97,48	97,47	97,47	97,45	97,48	97,48	97,47
97,46	97,47	97,46	97,51	97,47	97,46	97,46	97,44	97,48	97,48	97,47
97,49	97,49	97,48	97,53	97,50	97,48	97,48	97,44	97,47	97,48	97,46
0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	
97,51	97,52	97,49	97,56	97,52	97,51	97,51	97,49	97,52	97,52	97,52
97,46	97,47	97,46	97,51	97,47	97,46	97,46	97,44	97,47	97,48	97,46
0,05	0,05	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	

Continuação Tabela A3-10:Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de outubro de 2003

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,67	97,69	97,68	97,73	97,68	97,68	97,68	97,68	97,68	97,68	97,69

Continuação Tabela A3-11:Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de novembro de 2003

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,64	97,64	97,64	97,65	97,65	97,64	97,65	97,64	97,65	97,64	97,65
97,64	97,65	97,65	97,65	97,65	97,65	97,65	98,04	97,65	97,64	97,65
97,62	97,63	97,63	97,69	97,63	97,63	97,64	97,63	97,63	97,63	97,67
97,65	97,64	97,64	97,67	97,65	97,65	97,65	97,65	97,65	97,63	97,64
97,64	97,65	97,64	97,65	97,65	97,65	97,65	97,65	97,65	97,65	97,65
97,60	97,62	97,62	97,62	97,62	97,62	97,62	97,64	97,65	97,64	97,65
97,58	97,59	97,55	97,59	97,59	97,62	97,62	97,62	97,62	97,62	97,62
97,57	97,57	97,57	97,58	97,58	97,58	97,58	97,58	97,58	97,58	97,58
97,58	97,59	97,60	97,60	97,59	97,57	97,58	97,57	97,57	97,57	97,58
97,61	97,62	97,62	97,63	97,59	97,59	97,59	97,59	97,59	97,59	97,60
0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,14	0,03	0,03	0,03
97,65	97,65	97,65	97,69	97,65	97,65	97,65	98,04	97,65	97,65	97,65
97,57	97,57	97,55	97,58	97,57	97,57	97,58	97,57	97,65	97,65	97,57
0,08	0,08	0,10	0,11	0,08	0,08	0,07	0,47	0,08	0,08	0,08



Tabela A3-12: Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de dezembro de 2003

Datas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17
2/12/2003	97,63	97,64	97,65	97,64	97,64	97,62	97,63	97,63	97,62	97,62	97,63	97,62	97,63	97,62	97,62
5/12/2003	97,62	97,63	97,63	97,63	97,63	97,61	97,61	97,61	97,61	97,61	97,61	97,61	97,62	97,61	97,62
8/12/2003	97,78	97,75	97,79	97,75	97,77	97,61	97,61	97,61	97,61	97,61	97,61	97,61	97,62	97,61	97,62
10/12/2003	97,74	97,74	97,79	97,75	97,75	97,74	97,74	97,74	97,74	97,73	97,62	97,61	97,62	97,61	97,60
14/12/2003	97,70	97,70	97,73	97,70	97,71	97,68	97,68	97,73	97,73	97,73	97,75	97,74	97,62	97,61	97,60
15/12/2003	97,69	97,70	97,72	97,70	97,71	97,67	97,68	97,68	97,68	97,68	97,69	97,69	97,73	97,73	97,73
16/12/2003	97,68	97,68	97,70	97,68	97,69	97,67	97,68	97,68	97,68	97,68	97,69	97,69	97,69	97,69	97,68
17/12/2003	97,66	97,68	97,69	97,18	97,68	97,66	97,67	97,67	97,67	97,66	97,67	97,69	97,68	97,68	97,67
18/12/2003	97,66	97,67	97,69	97,68	97,68	97,66	97,66	97,66	97,66	97,66	97,67	97,69	97,67	97,68	97,67
19/12/2003	97,67	97,67	97,69	97,68	97,68	97,66	97,66	97,66	97,66	97,66	97,67	97,69	97,67	97,68	97,67
20/12/2003	97,66	97,65	97,67	97,66	97,67	97,66	97,66	97,66	97,66	97,66	97,66	97,66	97,67	97,66	97,66
21/12/2003	97,67	97,67	97,68	97,67	97,67	97,64	97,64	97,64	97,66	97,66	97,66	97,66	97,67	97,66	97,65
22/12/2003	97,67	97,66	97,67	97,67	97,67	97,65	97,66	97,66	97,66	97,66	97,66	97,66	97,66	97,66	97,65
23/12/2003	97,65	97,67	97,68	97,67	97,67	97,65	97,65	97,65	97,65	97,65	97,65	97,65	97,65	97,65	97,65
26/12/2003	97,72	97,70	97,72	97,70	97,70	97,69	97,66	97,66	97,66	97,65	97,65	97,65	97,65	97,65	97,64
30/12/2003	97,80	97,77	97,81	97,78	97,78	97,77	97,77	97,77	97,69	97,68	97,69	97,69	97,66	97,65	97,64
média	97,68	97,69	97,71	97,65	97,69	97,67	97,67	97,67	97,77	97,77	97,76	97,69	97,69	97,68	97,68
s	0,05	0,04	0,05	0,13	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Máximo	97,80	97,77	97,81	97,78	97,78	97,77	97,77	97,77	97,77	97,76	97,67	97,67	97,67	97,67	97,67
Mínimo	97,62	97,63	97,63	97,18	97,63	97,61	97,61	97,61	97,61	97,61	97,61	97,61	97,61	97,61	97,61
Máx-Mín	0,18	0,14	0,18	0,60	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15	0,14	0,16	0,12	0,17	0,17

Tabela A3-13: Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de janeiro de 2004

Datas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17
6/1/2004	97,74	97,74	97,76	97,74	97,74	97,72	97,73	97,73	97,73	97,72	97,73	97,73	97,73	97,72	97,72
8/1/2004	97,75	97,75	97,76	97,75	97,75	97,73	97,74	97,73	97,74	97,73	97,74	97,73	97,73	97,72	97,72
9/1/2004	98,04	97,89	97,93	97,89	98,06	97,90	97,87	97,87	97,87	97,89	97,87	97,87	97,74	97,73	97,73
10/1/2004	97,99	97,89	97,92	97,88	97,88	97,89	97,86	97,86	97,86	97,88	97,86	97,87	97,74	97,73	97,73
11/1/2004	97,89	97,86	97,89	97,87	97,86	97,86	97,86	97,86	97,86	97,88	97,86	97,87	97,88	97,86	97,87
12/1/2004	97,86	97,84	97,87	97,83	97,84	97,83	97,82	97,82	97,82	97,85	97,84	97,84	97,84	97,85	97,86
13/1/2004	97,84	97,82	97,85	97,82	97,82	97,81	97,80	97,80	97,82	97,82	97,82	97,84	97,84	97,83	97,84
14/1/2004	97,82	97,81	97,84	97,81	97,81	97,81	97,80	97,80	97,80	97,80	97,80	97,80	97,80	97,79	97,82
15/1/2004	97,80	97,79	97,82	97,80	97,79	97,79	97,79	97,79	97,79	97,79	97,79	97,80	97,80	97,79	97,80
16/1/2004	97,90	97,81	97,84	97,81	97,81	97,77	97,78	97,78	97,78	97,77	97,78	97,79	97,79	97,78	97,79
17/1/2004	97,82	97,79	97,82	97,79	97,79	97,81	97,79	97,79	97,78	97,77	97,78	97,78	97,78	97,77	97,77
18/1/2004	97,79	97,78	97,80	97,79	97,78	97,76	97,77	97,77	97,77	97,79	97,79	97,79	97,80	97,78	97,79
19/1/2004	97,78	97,77	97,79	97,78	97,77	97,76	97,77	97,77	97,77	97,76	97,77	97,78	97,78	97,77	97,78
20/1/2004	97,76	97,76	97,78	97,76	97,76	97,74	97,75	97,75	97,76	97,75	97,76	97,76	97,76	97,75	97,76
21/1/2004	97,75	97,76	97,77	97,76	97,75	97,73	97,74	97,74	97,75	97,74	97,75	97,75	97,75	97,74	97,75
22/1/2004	97,77	97,78	97,79	97,78	97,77	97,76	97,76	97,76	97,76	97,73	97,74	97,74	97,75	97,74	97,75
23/1/2004	97,77	97,77	97,78	97,78	97,77	97,75	97,76	97,76	97,76	97,75	97,77	97,76	97,76	97,75	97,75
24/1/2004	98,08	98,06	98,09	98,05	98,07	98,10	98,09	98,03	98,00	98,02	97,76	97,76	97,76	97,75	97,75
25/1/2004	98,08	98,03	98,05	98,02	98,02	98,04	98,03	98,03	98,04	98,10	98,04	98,08	98,05	98,05	98,05
29/1/2004	98,14	98,09	98,11	98,07	98,08	98,10	98,09	98,05	98,06	98,08	98,08	98,04	98,01	97,99	98,07
média	97,87	97,84	97,86	97,84	97,85	97,83	97,83	97,82	97,82	97,83	97,82	97,83	97,83	97,82	97,83
s	0,12	0,10	0,10	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12	0,10	0,11	0,10	0,11	0,10	0,11	0,11
Máximo	98,14	98,09	98,11	98,07	98,08	98,10	98,09	98,05	98,06	98,10	98,05	98,09	98,07	98,05	98,07
Mínimo	97,74	97,74	97,76	97,74	97,74	97,72	97,73	97,73	97,73	97,72	97,73	97,73	97,73	97,73	97,72
Máx-Mín	0,40	0,35	0,35	0,33	0,34	0,38	0,36	0,32	0,33	0,38	0,32	0,36	0,34	0,33	0,35

Continuação Tabela A3-12:Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de dezembro de 2003

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,61	97,62	97,62	97,63	97,62	97,62	97,62	97,62	97,62	97,62	97,63
97,60	97,61	97,62	97,62	97,61	97,61	97,61	97,61	97,61	97,61	97,61
97,73	97,73	97,74	97,74	97,73	97,74	97,73	97,73	97,73	97,73	97,74
97,72	97,73	97,73	97,73	97,73	97,72	97,73	97,73	97,73	97,72	97,73
97,67	97,68	97,68	97,70	97,68	97,68	97,69	97,68	97,68	97,68	97,69
97,68	97,67	97,68	97,69	97,68	97,68	97,68	97,67	97,68	97,68	97,68
97,66	97,66	97,66	97,67	97,67	97,66	97,66	97,66	97,66	97,66	97,67
97,65	97,66	97,66	97,67	97,66	97,66	97,66	97,65	97,66	97,66	97,64
97,65	97,66	97,66	97,66	97,66	97,66	97,66	97,66	97,66	97,65	97,66
97,63	97,64	97,64	97,65	97,64	97,64	97,64	97,63	97,64	97,64	97,64
97,64	97,66	97,66	97,66	97,66	97,66	97,66	97,65	97,66	97,65	97,66
97,64	97,65	97,65	97,66	97,65	97,65	97,65	97,65	97,65	97,65	97,65
97,64	97,65	97,65	97,65	97,65	97,65	97,65	97,65	97,65	97,65	97,65
97,68	97,68	97,69	97,73	97,70	97,69	97,69	97,68	97,68	97,68	97,69
97,75	97,77	97,76	97,83	97,76	97,76	97,76	97,76	97,77	97,75	97,77
97,66	97,67	97,68	97,68	97,67	97,67	97,68	97,66	97,67	97,67	97,67
0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
97,75	97,77	97,76	97,83	97,76	97,76	97,76	97,76	97,77	97,75	97,75
97,60	97,61	97,62	97,62	97,61	97,61	97,61	97,61	97,61	97,61	97,61
0,15	0,16	0,14	0,21	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,14	0,14

Continuação Tabela A3-13:Dados de carga hidráulica para os poços de 3m no período de janeiro de 2004

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,72	97,73	97,73	97,73	97,74	97,72	97,73	97,72	97,72	97,72	97,73
97,73	97,74	97,73	97,75	97,75	97,73	97,73	97,73	97,73	97,73	97,74
97,86	97,86	97,89	97,94	97,98	97,86	97,86	97,87	98,01	97,86	97,90
97,84	97,85	97,87	97,87	97,87	97,85	97,86	97,85	97,88	97,84	97,87
97,82	97,83	97,84	97,85	97,84	97,83	97,83	97,83	97,86	97,82	97,85
97,80	97,81	97,82	97,82	97,83	97,81	97,81	97,81	97,82	97,80	97,82
97,79	97,80	97,80	97,80	97,81	97,80	97,80	97,80	97,80	97,79	97,81
97,77	97,79	97,79	97,80	97,80	97,78	97,79	97,78	97,79	97,78	97,79
97,76	97,77	97,78	97,78	97,79	97,77	97,78	97,77	97,78	97,77	97,78
97,77	97,79	97,79	97,81	97,80	97,79	97,79	97,79	97,79	97,78	97,80
97,77	97,78	97,78	97,78	97,79	97,77	97,78	97,77	97,77	97,77	97,78
97,76	97,76	97,76	97,77	97,78	97,76	97,77	97,76	97,76	97,76	97,78
97,75	97,76	97,75	97,76	97,77	97,75	97,76	97,76	97,76	97,75	97,77
97,73	97,75	97,74	97,75	97,76	97,74	97,75	97,75	97,75	97,74	97,76
97,73	97,74	97,74	97,74	97,75	97,74	97,74	97,73	97,74	97,73	97,75
97,75	97,76	97,76	97,78	97,77	97,76	97,76	97,75	97,76	97,75	97,74
97,74	97,75	97,75	97,76	97,77	97,75	97,76	97,76	97,76	97,75	97,76
98,02	98,03	98,05	98,08	98,04	98,03	98,03	98,03	98,06	98,01	97,76
97,98	98,00	98,00	98,01	98,01	98,00	98,00	98,00	98,00	97,98	98,05
98,04	98,05	98,06	98,05	98,07	98,05	98,05	98,05	98,05	98,04	98,01
97,81	97,81	97,83	97,83	97,84	97,81	97,82	97,81	97,83	97,81	98,07
0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10	0,11	0,09	
98,04	98,05	98,06	98,08	98,07	98,05	98,05	98,05	98,06	98,04	
97,72	97,73	97,73	97,73	97,74	97,72	97,73	97,72	97,72	97,72	
0,32	0,32	0,33	0,35	0,33	0,33	0,32	0,33	0,34	0,32	

Tabela A3-14: Dados de carga hidráulica para os poços de 6m no período de dezembro de 2002

Datas	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17	P18	P19
10/12/2002	98,00	98,02	98,00	98,00	97,99	97,95	98,00	97,99	98,00	97,98	97,99	97,99	98,01	97,97	97,97	98,00	97,98
12/12/2002	97,96	97,98	97,97	97,97	97,96	97,97	97,98	97,96	97,97	97,95	97,99	97,95	97,98	97,94	97,95	97,96	97,95
19/12/2002	98,14	98,15	98,14	98,14	98,13	98,14	98,15	98,13	98,14	98,12	98,16	98,12	98,14	98,11	98,12	98,13	98,12
20/12/2002	98,12	98,12	98,11	98,11	98,10	98,08	98,12	98,10	98,11	98,08	98,13	98,09	98,12	98,08	98,09	98,10	98,08
21/12/2002	98,09	98,10	98,08	98,09	98,08	98,08	98,09	98,08	98,09	98,07	98,12	98,07	98,10	98,06	98,06	98,08	98,07
22/12/2002	98,07	98,08	98,07	98,07	98,06	98,07	98,08	98,06	98,06	98,05	98,10	98,06	98,07	98,04	98,05	98,06	98,05
23/12/2002	98,05	98,07	98,05	98,06	98,03	98,04	98,06	98,04	98,06	98,03	98,09	98,04	98,05	98,03	98,03	98,05	98,04
24/12/2002	98,04	98,04	98,04	98,04	98,02	98,02	98,04	98,02	98,02	98,01	98,07	98,01	98,04	98,00	98,01	98,01	98,01
26/12/2002	97,98	97,99	98,00	98,00	97,99	98,00	98,00	97,99	98,01	97,98	98,03	97,99	98,00	97,97	97,97	98,00	97,98
27/12/2002	97,98	98,00	97,98	97,98	97,97	97,97	97,99	97,98	97,98	97,95	98,02	97,97	97,99	97,95	97,96	97,97	97,96
28/12/2002	97,97	97,97	97,96	97,97	97,96	97,97	97,97	97,97	97,97	97,95	98,01	97,95	97,98	97,93	97,95	97,97	97,93
29/12/2002	97,95	97,96	97,94	97,94	97,94	97,94	97,95	97,92	97,95	97,92	97,99	97,93	97,96	97,92	97,93	97,94	97,93
30/12/2002	97,94	97,93	97,92	97,93	97,93	97,93	97,93	97,92	97,89	97,91	97,97	97,92	97,93	97,90	97,91	97,92	97,92
31/12/2002	97,91	97,91	97,92	97,92	97,90	97,92	97,92	97,91	97,92	97,88	97,95	97,88	97,91	97,88	97,73	-	-
média	98,01	98,02	98,01	98,02	98,01	98,01	98,02	98,00	98,01	98,00	98,04	98,00	98,02	97,99	97,98	98,01	98,00
s	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,09	0,06	0,06
Máximo	98,14	98,15	98,14	98,14	98,13	98,14	98,15	98,13	98,14	98,12	98,16	98,12	98,14	98,11	98,12	98,13	98,12
Mínimo	97,93	97,91	97,92	97,92	97,90	97,92	97,92	97,91	97,89	97,88	97,95	97,88	97,91	97,88	97,73	97,92	97,92
Máx-Min	0,23	0,24	0,22	0,22	0,23	0,22	0,23	0,22	0,25	0,24	0,21	0,24	0,23	0,23	0,39	0,21	0,20

Continuação Tabela A3-14: Dados de carga hidráulica para os poços de 6m no período de dezembro de 2002

P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
98,00	97,97	97,98	98,00	97,98	97,99	97,97	97,98	97,98	97,99
97,97	97,94	97,96	97,97	97,96	97,97	97,95	97,95	97,95	97,96
98,13	98,11	98,12	98,13	98,13	98,13	98,12	98,12	98,11	98,13
98,09	98,08	98,09	98,11	98,10	98,09	98,09	98,09	98,09	98,10
98,08	98,06	98,07	98,09	98,07	98,08	98,07	98,08	98,07	98,08
98,06	98,04	98,06	98,07	98,06	98,06	98,06	98,05	98,05	98,06
98,04	98,03	98,04	98,05	98,03	98,04	98,03	98,04	98,04	98,05
98,03	98,00	98,02	98,03	98,02	98,02	98,01	98,00	98,01	98,03
98,00	97,97	97,97	98,00	97,98	97,99	97,98	97,98	97,98	97,99
97,97	97,96	97,97	97,97	97,96	97,97	97,97	97,96	97,96	97,98
97,96	97,93	97,94	97,96	97,95	97,97	97,96	97,95	97,95	97,96
97,94	97,94	97,93	97,94	97,93	97,95	97,94	97,93	97,94	97,94
97,94	97,90	97,91	97,93	97,93	97,93	97,92	97,91	97,92	97,92
-	-	-	-	-	-	-	-	-	97,90
98,01	98,00	98,00	98,02	98,01	98,02	98,00	98,01	98,01	
0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	
98,13	98,11	98,12	98,13	98,13	98,13	98,12	98,12	98,11	
97,94	97,90	97,91	97,93	97,93	97,93	97,92	97,91	97,92	
0,19	0,21	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20	0,21	0,19	

Tabela A3-15: Dados de carga hidráulica para os poços de 6m no período de janeiro de 2003

Datas	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17	P18	P19
2/1/2003	97,96	97,96	97,86	97,95	97,95	97,86	97,97	97,95	97,96	97,94	97,97	97,95	97,97	97,93	97,94	97,94	97,92
3/1/2003	97,94	97,96	97,83	97,96	97,94	97,84	97,95	97,95	97,95	97,93	97,97	97,92	97,96	97,91	97,93	97,94	97,94
4/1/2003	97,93	97,95	97,81	97,95	97,93	97,83	97,93	97,93	97,94	97,92	97,96	97,91	97,95	97,89	97,92	97,93	97,92
5/1/2003	97,90	98,01	97,83	98,01	97,99	97,90	98,01	98,01	97,90	97,97	97,99	97,98	98,01	97,98	97,99	98,00	97,99
6/1/2003	98,01	98,00	97,89	98,00	97,99	97,90	98,00	98,00	98,01	97,99	98,00	97,99	98,00	97,98	97,98	97,99	97,98
7/1/2003	97,98	97,98	97,84	97,98	97,97	97,86	97,98	97,98	97,98	97,96	97,99	97,96	98,00	97,95	97,95	97,97	97,97
8/1/2003	97,96	97,97	97,84	97,97	97,95	97,86	97,97	97,96	97,97	97,95	97,99	97,95	97,98	97,94	97,95	97,96	97,95
9/1/2003	97,96	97,97	97,75	97,95	97,59	97,66	97,95	97,94	97,94	97,93	97,97	97,93	97,95	97,82	97,92	97,95	97,93
10/1/2003	97,96	97,97	97,75	97,96	97,59	97,67	97,96	97,95	97,94	97,94	97,97	97,94	97,96	97,82	97,93	97,96	97,94
11/1/2003	97,99	98,00	97,79	98,00	97,61	97,70	97,98	97,98	97,97	97,97	98,00	97,97	97,99	97,84	97,96	97,97	97,96
12/1/2003	97,74	97,86	97,83	97,84	97,39	97,78	97,84	97,82	97,75	97,78	97,85	97,80	97,86	97,83	98,00	97,84	97,81
13/1/2003	97,74	97,86	97,83	97,84	97,39	97,78	97,84	97,82	97,75	97,78	97,85	97,80	97,86	97,83	98,00	97,84	97,81
14/1/2003	97,75	97,86	97,84	97,84	97,41	97,82	98,04	97,82	97,76	97,77	97,85	97,80	97,84	97,79	97,93	97,82	97,78
15/1/2003	97,78	97,88	97,87	97,86	97,52	97,84	98,07	97,84	97,78	97,79	97,87	97,82	97,86	97,81	97,95	97,84	97,80
16/1/2003	97,71	97,84	97,80	97,83	97,77	97,84	97,71	97,77	97,73	97,77	97,85	97,79	97,95	97,85	97,90	97,80	97,81
17/1/2003	97,80	97,86	97,82	97,82	97,77	97,83	97,73	97,79	97,75	97,79	97,87	97,81	97,96	97,87	97,91	97,82	97,83
18/1/2003	97,73	97,88	97,84	97,84	97,79	97,85	97,75	97,81	97,77	97,81	97,89	97,83	97,98	97,88	97,92	97,83	97,84
19/1/2003	97,77	97,86	97,86	97,85	97,80	97,87	97,76	97,82	97,80	97,81	97,91	97,84	98,00	97,89	97,93	97,86	97,86
20/1/2003	97,79	97,85	97,84	97,83	97,78	97,83	97,74	97,80	97,79	97,80	97,88	97,83	97,99	97,87	97,92	97,85	97,84
21/1/2003	97,80	97,98	97,74	97,83	97,82	97,73	97,75	97,84	97,81	97,79	97,85	97,81	97,83	97,80	97,82	97,83	97,85
22/1/2003	97,81	98,00	97,75	97,84	97,83	97,74	97,76	97,85	97,82	97,80	97,86	97,83	97,84	97,81	97,83	97,84	97,86
23/1/2003	97,82	98,01	97,77	97,85	97,85	97,76	97,77	97,87	97,84	97,81	97,89	97,85	97,85	97,82	97,84	97,86	97,88
24/1/2003	97,89	97,91	97,81	97,87	97,88	97,83	97,87	97,87	97,84	97,82	97,88	97,85	97,89	97,83	97,86	97,87	97,87
25/1/2003	97,91	97,93	97,84	97,88	97,90	97,85	97,89	97,89	97,86	97,84	97,89	97,87	97,92	97,85	97,88	97,89	97,89
26/1/2003	97,92	97,95	97,86	97,91	97,92	97,87	97,91	97,91	97,88	97,86	97,90	97,88	97,94	97,87	97,90	97,91	97,91
27/1/2003	97,96	97,97	97,89	97,95	97,95	97,89	97,96	97,93	97,91	97,89	97,93	97,90	97,98	97,90	97,93	97,96	97,97
28/1/2003	97,98	97,99	97,90	97,97	97,96	97,91	97,97	97,94	97,92	97,90	97,95	97,91	97,99	97,91	97,95	97,98	97,99
29/1/2003	98,03	98,05	97,91	97,98	97,98	97,93	97,98	97,95	97,94	97,92	97,97	97,94	98,00	97,92	97,97	98,00	98,01
30/1/2003	98,04	98,07	97,93	97,99	97,99	97,95	98,00	97,97	97,95	97,93	97,99	97,95	98,01	97,93	97,98	98,01	98,02
31/1/2003	98,10	98,08	97,94	98,01	98,00	97,96	98,01	97,98	97,95	97,94	97,99	97,96	98,02	97,93	97,99	98,01	98,03
média	97,89	97,95	97,83	97,91	97,81	97,83	97,90	97,90	97,87	97,87	97,92	97,89	97,94	97,88	97,93	97,90	97,91
s	0,11	0,07	0,05	0,07	0,19	0,08	0,11	0,07	0,08	0,07	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,07	0,07
Máximo	98,10	98,08	97,94	98,01	98,00	97,96	98,07	98,01	98,01	97,99	98,00	97,99	98,02	97,98	98,00	98,01	98,03
Mínimo	97,71	97,84	97,74	97,82	97,39	97,66	97,71	97,77	97,73	97,77	97,85	97,79	97,83	97,79	97,82	97,80	97,78
Máx-Mín	0,39	0,24	0,20	0,19	0,61	0,30	0,36	0,24	0,28	0,22	0,15	0,20	0,19	0,19	0,18	0,21	0,25

Continuação Tabela A3-15: Dados de carga hidráulica para os poços de 6m no período de janeiro de 2003

P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,96	97,94	97,94	97,96	97,95	97,96	98,04	97,94	97,94	97,95
97,92	97,92	97,93	97,94	97,92	97,94	97,92	97,94	97,93	97,93
97,91	97,90	97,91	97,93	97,91	97,94	97,91	97,93	97,92	97,92
98,00	97,97	97,99	98,00	97,99	98,00	98,01	97,87	97,98	97,97
97,98	97,97	97,99	98,00	97,99	98,00	97,88	97,98	97,98	97,98
97,98	97,96	97,97	97,98	97,97	97,96	97,96	97,97	97,95	97,96
97,96	97,90	97,95	97,96	97,95	97,96	97,95	97,94	97,94	97,95
97,94	97,78	97,77	97,81	97,80	97,81	97,73	97,78	97,78	97,86
97,95	97,79	97,78	97,82	97,81	97,82	97,74	97,79	97,79	97,86
97,98	97,81	97,80	97,84	97,86	97,86	97,75	97,82	97,81	97,89
97,93	97,79	97,81	97,80	97,81	97,79	97,82	97,70	97,79	97,80
97,93	97,79	97,81	97,80	97,81	97,79	97,82	97,70	97,79	97,80
97,83	97,77	97,81	97,74	97,82	97,79	97,77	97,69	97,80	97,80
97,85	97,79	97,83	97,79	97,83	97,81	97,79	97,71	97,82	97,82
97,93	97,79	97,81	97,75	97,79	97,80	97,80	97,67	97,78	97,80
97,94	97,80	97,82	97,76	97,80	97,80	97,81	97,68	97,80	97,82
97,95	97,81	97,83	97,77	97,81	97,81	97,82	97,69	97,81	97,83
97,96	97,82	97,84	97,78	97,83	97,83	97,83	97,71	97,83	97,84
97,95	97,81	97,82	97,76	97,81	97,83	97,82	97,70	97,82	97,83
97,80	97,82	97,80	97,83	97,83	97,82	97,76	97,78	97,83	97,81
97,81	97,83	97,81	97,84	97,84	97,81	97,77	97,79	97,83	97,82
97,83	97,85	97,82	97,86	97,85	97,85	97,80	97,80	97,85	97,84
98,05	97,87	97,86	97,88	97,86	97,85	97,89	97,86	97,86	97,87
98,07	97,88	97,88	97,90	97,85	97,86	97,91	97,87	97,87	97,89
98,09	97,90	97,90	97,91	97,87	97,87	97,93	97,88	97,88	97,90
98,13	97,93	97,93	97,95	97,89	97,91	97,95	97,90	97,91	97,94
98,15	97,94	97,95	97,96	97,91	97,96	97,97	97,92	97,93	97,95
98,22	97,97	97,96	97,97	97,92	97,97	97,99	97,94	97,94	97,97
98,23	97,98	97,97	97,98	97,94	97,99	98,00	97,95	97,96	97,99
98,24	97,99	97,98	97,99	97,95	98,01	98,01	97,96	97,97	98,00
97,98	97,87	97,87	97,88	97,87	97,88	97,87	97,83	97,87	
0,12	0,07	0,07	0,09	0,06	0,06	0,09	0,10	0,07	
98,24	97,99	97,99	98,00	97,99	98,01	98,04	97,98	97,98	
97,80	97,77	97,77	97,74	97,79	97,79	97,73	97,67	97,78	
0,44	0,22	0,22	0,26	0,20	0,22	0,31	0,31	0,20	

Tabela A3-16: Dados de carga hidráulica para os poços de 6m no período de fevereiro de 2003

Datas	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17	P18	P19
1/2/2003	98,11	98,08	97,95	98,02	98,01	97,97	98,02	97,99	97,96	97,95	98,00	97,97	98,03	97,94	98,00	98,02	98,04
2/2/2003	98,19	98,09	97,96	98,03	98,02	97,98	98,03	98,00	97,97	97,96	98,01	97,98	98,03	97,95	98,01	98,03	98,05
3/2/2003	98,18	98,08	97,94	98,01	98,01	97,87	98,02	97,99	97,96	97,93	98,01	97,96	98,02	97,95	97,99	98,01	97,99
4/2/2003	97,91	97,94	97,92	98,00	98,00	97,86	98,01	97,98	97,95	97,92	97,99	97,96	98,01	97,94	97,98	98,00	97,98
5/2/2003	97,86	97,92	97,91	97,99	97,99	97,85	98,00	97,97	97,94	97,91	97,98	97,94	98,00	97,93	97,97	97,99	97,97
6/2/2003	97,85	97,91	97,90	97,97	97,98	97,83	97,99	97,96	97,93	97,90	97,96	97,92	97,99	97,90	97,95	97,98	97,96
7/2/2003	97,88	97,92	97,91	97,98	97,99	97,84	98,00	97,97	97,94	97,89	97,97	97,93	98,00	97,91	97,96	97,86	97,94
8/2/2003	97,89	97,93	97,92	97,99	97,98	97,86	97,99	97,98	97,95	97,90	97,98	97,94	98,01	97,92	97,97	97,87	97,95
9/2/2003	97,84	97,91	97,89	97,98	97,81	97,85	97,98	97,95	97,94	97,86	97,95	97,92	98,05	97,89	97,95	97,83	97,95
10/2/2003	97,81	97,90	97,87	97,97	97,80	97,87	97,94	98,17	97,95	97,57	97,94	97,98	98,06	97,85	97,91	97,81	97,94
11/2/2003	97,78	97,82	97,71	97,80	97,78	97,73	97,83	97,79	97,76	97,78	97,81	97,76	97,82	97,79	97,79	97,79	97,93
12/2/2003	97,77	97,81	97,72	97,79	97,84	97,73	97,80	97,77	97,76	97,76	97,77	97,75	97,79	97,75	97,76	97,77	97,77
13/2/2003	97,74	97,77	97,70	97,76	97,74	97,75	97,79	97,74	97,73	97,72	97,76	97,73	97,78	97,75	97,76	97,76	97,75
14/2/2003	97,79	97,82	97,74	97,79	97,74	97,74	97,81	97,77	97,77	97,77	97,78	97,75	97,73	97,68	97,70	97,73	97,74
19/2/2003	98,03	98,03	98,02	98,01	98,01	98,01	98,03	98,01	98,01	98,00	98,03	98,00	98,02	97,99	98,00	98,01	98,00
20/2/2003	98,01	98,00	97,99	97,97	97,99	97,99	98,00	97,98	98,00	97,98	98,01	97,98	98,01	97,97	97,98	97,99	97,98
21/2/2003	98,03	98,04	98,03	98,03	98,03	98,02	98,05	98,04	98,04	98,02	98,02	98,02	98,03	98,01	98,01	98,02	98,02
22/2/2003	98,04	98,05	98,04	98,04	98,04	98,03	98,06	98,05	98,05	98,03	98,03	98,04	98,04	98,02	98,02	98,03	98,04
23/2/2003	98,05	98,06	98,05	98,05	98,05	98,04	98,07	98,06	98,06	98,04	98,04	98,05	98,05	98,03	98,03	98,04	98,05
24/2/2003	98,02	97,99	97,98	97,98	97,97	97,97	97,99	97,97	97,98	97,95	98,00	97,96	97,98	97,94	97,95	97,97	97,95
25/2/2003	97,98	97,97	97,96	97,96	97,96	97,95	97,97	97,96	97,97	97,94	97,99	97,95	97,97	97,94	97,94	97,95	97,95
26/2/2003	97,95	97,95	97,95	97,94	97,93	97,93	97,96	97,94	97,95	97,92	97,97	97,93	97,95	97,91	97,92	97,93	97,92
27/2/2003	97,93	97,94	97,94	97,93	97,92	97,92	97,95	97,93	97,93	97,91	97,96	97,92	97,94	97,90	97,91	97,92	97,91
28/2/2003	97,92	97,94	97,92	97,92	97,91	97,90	97,93	97,91	97,91	97,90	97,94	97,91	97,93	97,88	97,90	97,91	97,90
média	97,94	97,95	97,91	97,95	97,94	97,90	97,97	97,95	97,93	97,90	97,95	97,93	97,96	97,91	97,94	97,92	97,95
s	0,12	0,09	0,10	0,08	0,10	0,09	0,08	0,10	0,09	0,11	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,08
Máximo	98,19	98,09	98,05	98,05	98,05	98,04	98,07	98,17	98,06	98,04	98,04	98,05	98,06	98,03	98,03	98,04	98,05
Mínimo	97,74	97,77	97,70	97,76	97,74	97,73	97,79	97,74	97,73	97,57	97,76	97,73	97,73	97,68	97,70	97,73	97,74
Máx-Mín	0,45	0,32	0,35	0,29	0,31	0,31	0,28	0,43	0,33	0,47	0,28	0,32	0,33	0,35	0,33	0,31	0,31

Continuação Tabela A3-16: Dados de carga hidráulica para os poços de 6m no período de fevereiro de 2003

P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
98,25	98,00	97,99	98,00	97,96	98,02	98,02	97,97	97,98	98,01
98,26	98,01	98,00	98,01	97,97	98,03	98,03	97,97	97,99	98,02
98,25	98,01	97,97	97,99	97,96	98,02	98,01	97,94	97,97	98,00
98,24	98,00	97,97	97,98	97,95	98,01	98,00	97,93	97,96	97,98
98,22	97,98	97,96	97,95	97,94	98,00	97,99	97,92	97,95	97,96
98,21	97,97	97,95	97,94	97,93	97,98	97,98	97,90	97,94	97,95
98,20	97,96	97,94	97,93	97,92	97,96	97,96	97,88	97,95	97,95
98,21	97,95	97,94	97,94	97,92	97,97	97,97	97,89	97,96	97,95
98,19	97,93	97,92	97,92	97,90	97,95	97,96	97,88	97,94	97,93
98,16	97,89	97,90	97,89	97,87	97,94	97,92	97,84	97,90	97,91
98,15	97,82	97,85	97,82	97,81	97,87	97,81	97,79	97,85	97,82
97,77	97,76	97,79	97,77	97,76	97,76	97,76	97,75	97,75	97,77
97,77	97,73	97,75	97,75	97,74	97,74	97,72	97,71	97,77	97,75
97,71	97,71	97,70	97,72	97,67	97,70	97,70	97,63	97,67	97,73
98,01	97,98	98,01	98,01	98,01	98,02	97,98	98,00	97,99	98,01
98,00	97,96	97,98	98,01	97,99	97,99	97,97	97,99	97,98	97,99
98,03	98,01	98,02	98,05	98,02	98,03	98,03	98,03	98,01	98,03
98,04	98,02	98,03	98,06	98,03	98,04	98,04	98,04	98,02	98,04
98,05	98,03	98,04	98,07	98,04	98,05	98,05	98,05	98,03	98,05
97,97	97,95	97,96	97,98	97,96	97,96	97,96	97,96	97,95	97,97
97,96	97,94	97,95	97,96	97,94	97,95	97,95	97,95	97,94	97,96
97,94	97,91	97,93	97,94	97,92	97,93	97,93	97,93	97,92	97,93
97,93	97,90	97,92	97,93	97,91	97,92	97,92	97,92	97,91	97,92
97,92	97,88	97,91	97,91	97,89	97,90	97,90	97,90	97,90	97,91
98,06	97,93	97,93	97,94	97,92	97,95	97,94	97,91	97,93	
0,16	0,09	0,08	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,09	
98,26	98,03	98,04	98,07	98,04	98,05	98,05	98,05	98,03	
97,71	97,71	97,70	97,72	97,67	97,70	97,70	97,63	97,67	
0,55	0,32	0,34	0,35	0,37	0,35	0,35	0,42	0,36	

Tabela A3-17: Dados de carga hidráulica para os poços de 6m no período de março de 2003

Datas	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17	P18	P19
1/3/2003	97,91	97,93	97,91	97,91	97,99	97,88	97,91	97,89	97,89	97,89	97,93	97,90	97,91	97,87	97,89	97,89	97,88
2/3/2003	97,90	97,92	97,90	97,90	97,87	98,04	97,90	97,88	97,88	97,87	97,92	97,89	97,90	97,86	97,88	97,88	97,87
3/3/2003	97,87	97,88	97,87	97,87	97,86	97,86	97,89	97,86	97,88	97,85	97,90	97,86	97,88	97,85	97,85	97,86	97,86
4/3/2003	97,90	97,90	97,89	97,89	97,88	97,97	97,91	97,88	97,90	97,88	97,91	97,89	97,90	97,87	97,87	97,88	97,89
5/3/2003	97,90	97,89	97,89	97,89	97,87	97,97	97,91	97,87	97,89	97,87	97,92	97,89	97,89	97,88	97,87	97,88	97,86
6/3/2003	97,91	97,90	97,88	97,89	97,88	97,98	97,92	97,88	97,88	97,88	97,90	97,90	97,90	97,88	97,88	97,99	97,88
7/3/2003	97,92	97,90	97,90	97,90	97,90	97,99	97,93	97,89	97,89	97,90	97,91	97,93	97,91	97,89	97,89	97,99	97,89
8/3/2003	97,94	97,91	97,91	97,91	97,90	98,01	97,94	97,90	97,91	97,91	97,93	97,95	97,93	97,90	97,90	98,01	97,89
9/3/2003	97,97	97,96	97,95	97,94	97,94	98,04	97,97	97,94	97,94	97,94	97,97	97,95	97,96	97,92	97,92	97,95	97,94
10/3/2003	97,98	97,95	97,97	97,97	97,96	97,97	97,98	97,94	97,97	97,95	97,97	97,96	97,98	97,96	97,95	97,96	97,95
11/3/2003	97,98	97,95	97,97	97,97	97,96	97,97	97,98	97,94	97,98	97,96	97,98	97,97	97,98	97,97	97,96	97,96	97,95
12/3/2003	97,97	97,94	97,95	97,96	97,95	97,96	97,97	97,93	97,97	97,95	97,97	97,96	97,97	97,96	97,95	97,95	97,94
13/3/2003	97,97	97,95	97,96	97,95	97,93	97,94	97,96	97,94	97,95	97,94	97,96	97,95	97,96	97,93	97,94	97,94	97,94
14/3/2003	97,98	97,96	97,97	97,96	97,94	97,95	97,97	97,95	97,96	97,95	97,97	97,96	97,97	97,94	97,95	97,95	97,95
15/3/2003	97,93	97,93	97,92	97,93	97,92	97,92	97,94	97,92	97,93	97,90	97,94	97,91	97,93	97,90	97,91	97,91	97,91
16/3/2003	97,92	97,91	97,90	97,91	97,91	97,90	97,92	97,90	97,91	97,88	97,92	97,89	97,91	97,88	97,89	97,89	97,89
17/3/2003	97,92	97,91	97,90	97,90	97,89	97,90	97,92	97,90	97,91	97,89	97,92	97,90	97,91	97,89	97,89	97,89	97,89
18/3/2003	97,91	97,90	97,90	97,90	97,89	97,90	97,91	97,89	97,89	97,88	97,92	97,89	97,90	97,88	97,88	97,90	97,89
19/3/2003	97,90	97,90	97,89	97,89	97,88	97,88	97,88	97,91	97,90	97,88	97,91	97,89	97,90	97,88	97,88	97,88	97,87
20/3/2003	97,89	97,89	97,88	97,88	97,88	97,87	97,90	97,89	97,89	97,87	97,90	97,88	97,89	97,86	97,87	97,87	97,86
21/3/2003	97,88	97,88	97,87	97,87	97,87	97,86	97,89	97,88	97,88	97,86	97,89	97,87	97,88	97,85	97,86	97,87	97,85
22/3/2003	97,87	97,87	97,86	97,86	97,86	97,85	97,88	97,87	97,87	97,85	97,88	97,86	97,87	97,84	97,85	97,86	97,84
23/3/2003	97,86	97,86	97,85	97,85	97,85	97,84	97,87	97,86	97,86	97,84	97,87	97,85	97,86	97,83	97,84	97,85	97,83
24/3/2003	97,87	97,88	97,87	97,87	97,84	97,83	97,86	97,86	97,85	97,83	97,86	97,84	97,85	97,84	97,85	97,86	97,83
25/3/2003	97,87	97,87	97,86	97,86	97,86	97,86	97,85	97,85	97,85	97,85	97,87	97,83	97,84	97,84	97,84	97,86	97,85
26/3/2003	97,86	97,87	97,86	97,86	97,85	97,86	97,88	97,86	97,86	97,85	97,87	97,85	97,87	97,84	97,85	97,85	97,85
27/3/2003	97,86	97,87	97,86	97,86	97,84	97,85	97,87	97,85	97,86	97,84	97,86	97,84	97,86	97,83	97,84	97,85	97,84
28/3/2003	97,85	97,86	97,85	97,85	97,83	97,84	97,86	97,85	97,85	97,83	97,85	97,83	97,85	97,82	97,83	97,84	97,83
29/3/2003	97,84	97,85	97,84	97,84	97,82	97,83	97,85	97,84	97,84	97,82	97,84	97,82	97,84	97,81	97,82	97,83	97,82
30/3/2003	97,83	97,84	97,83	97,83	97,81	97,82	97,84	97,83	97,83	97,81	97,83	97,81	97,83	97,80	97,81	97,82	97,81
31/3/2003	97,82	97,83	97,82	97,82	97,80	97,81	97,83	97,82	97,82	97,80	97,82	97,80	97,83	97,79	97,80	97,81	97,80
média	97,90	97,90	97,89	97,89	97,89	97,91	97,91	97,88	97,89	97,88	97,90	97,89	97,89	97,87	97,88	97,89	97,88
s	0,05	0,03	0,04	0,04	0,05	0,07	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04	0,05	0,04
Máximo	97,98	97,96	97,97	97,97	97,99	98,04	97,98	97,95	97,98	97,96	97,98	97,97	97,98	97,97	97,96	98,01	97,95
Mínimo	97,82	97,83	97,82	97,82	97,80	97,81	97,83	97,82	97,82	97,80	97,82	97,80	97,83	97,79	97,80	97,81	97,80
Máx-Mín	0,16	0,13	0,15	0,15	0,19	0,23	0,15	0,13	0,16	0,16	0,16	0,17	0,15	0,18	0,16	0,20	0,15



Continuação Tabela A3-17: Dados de carga hidráulica para os poços de 6m no período de março de 2003

P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,91	97,87	97,89	97,90	97,88	97,89	97,89	97,89	97,89	97,90
97,90	97,86	97,88	97,89	97,87	97,88	97,87	97,88	97,88	97,89
97,89	97,85	97,87	97,88	97,86	97,87	97,86	97,86	97,87	97,87
97,91	97,87	97,91	97,90	97,88	97,89	97,89	97,88	97,90	97,89
97,91	97,87	97,91	97,90	97,94	97,88	97,89	97,88	97,88	97,89
97,92	97,86	97,92	97,91	97,95	97,90	97,88	97,89	97,88	97,90
97,93	97,87	97,93	97,92	97,97	97,91	97,89	97,90	97,89	97,91
97,94	97,89	97,94	97,93	97,99	97,92	97,91	97,91	97,90	97,93
97,97	97,94	97,96	97,97	98,03	97,96	97,94	97,94	97,93	97,95
97,99	97,96	97,97	97,98	98,04	97,97	97,95	97,96	97,95	97,97
97,97	97,94	97,95	97,97	97,95	97,97	97,95	97,96	97,96	97,96
97,96	97,93	97,94	97,96	97,94	97,96	97,94	97,95	97,94	97,95
97,95	97,93	97,94	97,95	97,94	97,94	97,93	97,94	97,93	97,94
97,96	97,94	97,95	97,96	97,95	97,95	97,94	97,95	97,94	97,95
97,92	97,90	97,91	97,93	97,91	97,92	97,92	97,92	97,91	97,92
97,90	97,87	97,89	97,91	97,89	97,90	97,90	97,90	97,89	97,90
97,90	97,89	97,90	97,90	97,89	97,90	97,89	97,89	97,89	97,90
97,90	97,88	97,89	97,90	97,88	97,89	97,89	97,89	97,88	97,89
97,90	97,87	97,88	97,89	97,88	97,89	97,88	97,89	97,88	97,89
97,89	97,86	97,87	97,88	97,87	97,88	97,87	97,88	97,88	97,88
97,88	97,86	97,86	97,87	97,86	97,87	97,86	97,87	97,87	97,87
97,87	97,85	97,85	97,86	97,85	97,86	97,85	97,86	97,86	97,86
97,86	97,84	97,84	97,85	97,84	97,85	97,84	97,85	97,76	97,85
97,87	97,85	97,84	97,85	97,84	97,85	97,85	97,86	97,76	97,85
97,85	97,84	97,84	97,85	97,83	97,85	97,84	97,85	97,75	97,85
97,86	97,83	97,86	97,86	97,86	97,86	97,85	97,86	97,85	97,86
97,86	97,82	97,86	97,86	97,86	97,85	97,84	97,85	97,84	97,85
97,86	97,81	97,85	97,85	97,85	97,85	97,84	97,84	97,83	97,84
97,85	97,80	97,84	97,84	97,84	97,84	97,83	97,83	97,82	97,83
97,84	97,79	97,83	97,83	97,83	97,83	97,82	97,82	97,81	97,82
97,83	97,78	97,82	97,82	97,82	97,82	97,81	97,81	97,80	97,81
97,90	97,87	97,89	97,90	97,89	97,89	97,88	97,89	97,88	
0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,04	0,05	
97,99	97,96	97,97	97,98	98,04	97,97	97,95	97,96	97,96	
97,83	97,78	97,82	97,82	97,82	97,82	97,81	97,81	97,75	
0,16	0,18	0,15	0,16	0,22	0,15	0,14	0,15	0,21	

Tabela A3-18: Dados de carga hidráulica para os poços de 6m no período de abril de 2003

Datas	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17	P18	P19
1/4/2003	97,82	97,82	97,81	97,81	97,80	97,81	97,82	97,80	97,82	97,80	97,84	97,79	97,82	97,80	97,79	97,80	97,80
2/4/2003	97,81	97,82	97,81	97,80	97,80	97,80	97,82	97,80	97,82	97,80	97,83	97,79	97,82	97,80	97,79	97,80	97,80
3/4/2003	97,81	97,81	97,81	97,80	97,79	97,80	97,81	97,80	97,81	97,79	97,82	97,79	97,81	97,79	97,78	97,80	97,79
4/4/2003	97,80	97,80	97,80	97,79	97,78	97,79	97,80	97,79	97,80	97,78	97,81	97,78	97,80	97,78	97,77	97,79	97,78
5/4/2003	97,83	97,83	97,83	97,82	97,82	97,81	97,83	97,83	97,82	97,81	97,83	97,80	97,83	97,81	97,79	97,81	97,79
6/4/2003	97,84	97,85	97,85	97,84	97,85	97,85	97,83	97,85	97,84	97,82	97,85	97,81	97,86	97,82	97,82	97,83	97,81
7/4/2003	97,81	97,81	97,81	97,80	97,79	97,81	97,82	97,80	97,81	97,79	97,81	97,79	97,82	97,79	97,79	97,80	97,79
8/4/2003	97,81	97,82	97,81	97,81	97,80	97,80	97,82	97,80	97,81	97,80	97,81	97,80	97,81	97,79	97,79	97,80	97,80
9/4/2003	97,80	97,81	97,81	97,80	97,79	97,80	97,81	97,80	97,80	97,78	97,81	97,79	97,80	97,78	97,78	97,79	97,79
10/4/2003	97,79	97,81	97,81	97,81	97,79	97,80	97,81	97,80	97,80	97,79	97,80	97,79	97,80	97,77	97,77	97,78	97,79
11/4/2003	97,80	97,81	97,81	97,81	97,79	97,80	97,81	97,80	97,79	97,78	97,80	97,79	97,80	97,77	97,77	97,79	97,79
12/4/2003	97,79	97,81	97,81	97,81	97,78	97,80	97,80	97,80	97,79	97,77	97,79	97,78	97,79	97,76	97,76	97,79	97,78
13/4/2003	97,78	97,80	97,80	97,80	97,77	97,79	97,78	97,79	97,77	97,75	97,77	97,77	97,78	97,76	97,74	97,78	97,77
14/4/2003	97,77	97,79	97,78	97,78	97,77	97,77	97,80	97,77	97,78	97,77	97,79	97,77	97,79	97,77	97,77	97,77	97,76
15/4/2003	97,78	97,78	97,78	97,77	97,76	97,77	97,79	97,77	97,77	97,76	97,79	97,75	97,78	97,76	97,76	97,77	97,77
16/4/2003	97,77	97,78	97,77	97,76	97,75	97,76	97,78	97,77	97,77	97,76	97,78	97,75	97,77	97,76	97,76	97,77	97,76
19/4/2003	97,81	97,82	97,80	97,81	97,80	97,81	97,77	97,81	97,81	97,81	97,81	97,79	97,82	97,80	97,80	97,81	97,80
20/4/2003	97,80	97,81	97,79	97,80	97,79	97,80	97,76	97,80	97,80	97,80	97,80	97,78	97,81	97,79	97,79	97,80	97,79
21/4/2003	97,79	97,80	97,78	97,79	97,78	97,79	97,75	97,79	97,79	97,79	97,79	97,77	97,80	97,78	97,78	97,79	97,78
22/4/2003	97,78	97,79	97,77	97,78	97,77	97,78	97,74	97,78	97,78	97,78	97,78	97,76	97,79	97,77	97,77	97,78	97,77
média	97,80	97,81	97,80	97,80	97,79	97,80	97,80	97,80	97,79	97,79	97,80	97,78	97,80	97,78	97,78	97,79	97,79
s	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01
Máximo	97,84	97,85	97,85	97,84	97,85	97,85	97,83	97,85	97,84	97,82	97,85	97,81	97,86	97,82	97,82	97,83	97,81
Mínimo	97,77	97,78	97,77	97,76	97,75	97,76	97,74	97,77	97,77	97,75	97,77	97,75	97,77	97,76	97,74	97,77	97,76
Máx-Mín	0,07	0,07	0,08	0,08	0,10	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07	0,08	0,06	0,09	0,06	0,08	0,06	0,05

Tabela A3-19: Dados de carga hidráulica para os poços de 6m no período de maio de 2003

Datas	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17	P18	P19
10/5/2003	97,72	97,72	97,72	97,71	97,70	97,71	97,73	97,70	97,70	97,70	97,73	97,70	97,72	97,70	97,69	97,70	97,71
11/5/2003	97,69	97,71	97,71	97,70	97,70	97,70	97,72	97,70	97,70	97,69	97,72	97,69	97,71	97,69	97,68	97,70	97,69
12/5/2003	97,71	97,72	97,70	97,70	97,70	97,70	97,72	97,69	97,70	97,69	97,72	97,68	97,71	97,69	97,68	97,70	97,69
13/5/2003	97,71	97,71	97,69	97,69	97,69	97,69	97,71	97,69	97,69	97,68	97,71	97,67	97,71	97,68	97,69	97,69	97,68
14/5/2003	97,70	97,70	97,70	97,70	97,69	97,69	97,71	97,69	97,69	97,68	97,71	97,67	97,71	97,67	97,67	97,68	97,67
15/5/2003	97,69	97,70	97,69	97,69	97,68	97,68	97,70	97,68	97,69	97,67	97,61	97,68	97,71	97,66	97,67	97,69	97,68
16/5/2003	97,68	97,70	97,69	97,69	97,67	97,67	97,69	97,68	97,68	97,67	97,61	97,68	97,71	97,65	97,66	97,68	97,67
17/5/2003	97,67	97,69	97,68	97,68	97,66	97,67	97,68	97,67	97,67	97,66	97,60	97,67	97,70	97,65	97,65	97,67	97,66
18/5/2003	97,68	97,68	97,67	97,68	97,65	97,65	97,67	97,65	97,67	97,60	97,60	97,66	97,68	97,64	97,64	97,67	97,66
19/5/2003	97,67	97,67	97,66	97,67	97,64	97,64	97,66	97,64	97,66	97,59	97,59	97,65	97,67	97,63	97,63	97,66	97,65
22/5/2003	97,66	97,67	97,68	97,65	97,64	97,65	97,68	97,65	97,66	97,65	97,69	97,65	97,65	97,65	97,65	97,66	97,65
23/5/2003	97,64	97,65	97,66	97,63	97,62	97,63	97,66	97,63	97,64	97,63	97,67	97,63	97,63	97,63	97,63	97,64	97,63
24/5/2003	97,68	97,69	97,64	97,61	97,60	97,61	97,64	97,62	97,62	97,61	97,65	97,61	97,61	97,61	97,61	97,67	97,61
25/5/2003	97,67	97,68	97,63	97,62	97,65	97,62	97,65	97,63	97,63	97,64	97,67	97,63	97,62	97,64	97,64	97,64	97,63
26/5/2003	97,66	97,66	97,65	97,64	97,66	97,63	97,66	97,64	97,65	97,65	97,68	97,65	97,65	97,64	97,65	97,63	97,65
27/5/2003	97,65	97,67	97,61	97,63	97,64	97,62	97,64	97,63	97,65	97,63	97,67	97,64	97,64	97,63	97,64	97,64	97,64
28/5/2003	97,64	97,66	97,60	97,62	97,63	97,61	97,63	97,62	97,64	97,62	97,66	97,63	97,63	97,63	97,63	97,63	97,63
29/5/2003	97,63	97,65	97,59	97,61	97,62	97,60	97,62	97,61	97,63	97,61	97,65	97,62	97,62	97,62	97,62	97,62	97,62
30/5/2003	97,65	97,67	97,61	97,64	97,65	97,62	97,64	97,63	97,65	97,63	97,67	97,64	97,64	97,64	97,64	97,64	97,65
31/5/2003	97,63	97,65	97,65	97,64	97,63	97,63	97,65	97,63	97,65	97,64	97,66	97,64	97,65	97,63	97,64	97,64	97,63
média	97,67	97,68	97,66	97,66	97,66	97,65	97,67	97,65	97,66	97,65	97,66	97,65	97,66	97,65	97,65	97,66	97,66
s	0,03	0,02	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,04	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03
Máximo	97,72	97,72	97,72	97,71	97,70	97,71	97,73	97,70	97,70	97,70	97,73	97,70	97,72	97,70	97,69	97,70	97,71
Mínimo	97,63	97,65	97,59	97,61	97,60	97,60	97,62	97,61	97,62	97,59	97,59	97,61	97,61	97,61	97,61	97,62	97,61
Máx-Mín	0,09	0,07	0,13	0,10	0,10	0,11	0,11	0,09	0,08	0,11	0,14	0,09	0,11	0,09	0,08	0,08	0,10

Continuação Tabela A3-18: Dados de carga hidráulica para os poços de 6m no período de abril de 2003

P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,81	97,79	97,81	97,81	97,80	97,81	97,81	97,81	97,79	97,81
97,81	97,79	97,80	97,80	97,80	97,81	97,80	97,81	97,79	97,80
97,80	97,79	97,80	97,80	97,80	97,81	97,79	97,80	97,79	97,80
97,79	97,78	97,79	97,79	97,79	97,80	97,78	97,79	97,78	97,79
97,82	97,80	97,81	97,81	97,82	97,83	97,81	97,81	97,82	97,82
97,84	97,81	97,82	97,84	97,83	97,84	97,82	97,83	97,85	97,83
97,80	97,78	97,80	97,81	97,80	97,80	97,80	97,80	97,80	97,80
97,81	97,79	97,80	97,81	97,80	97,81	97,80	97,80	97,80	97,80
97,75	97,77	97,79	97,80	97,80	97,80	97,79	97,80	97,79	97,79
97,75	97,76	97,79	97,80	97,79	97,80	97,78	97,81	97,79	97,79
97,75	97,78	97,79	97,80	97,79	97,80	97,80	97,80	97,79	97,79
97,75	97,78	97,79	97,79	97,79	97,79	97,79	97,80	97,78	97,79
97,74	97,77	97,79	97,78	97,78	97,78	97,78	97,79	97,77	97,78
97,78	97,76	97,77	97,78	97,78	97,78	97,77	97,77	97,77	97,77
97,77	97,75	97,76	97,78	97,76	97,77	97,77	97,77	97,75	97,77
97,77	97,75	97,76	97,78	97,75	97,76	97,77	97,77	97,74	97,76
97,81	97,79	97,80	97,81	97,81	97,81	97,81	97,80	97,81	97,80
97,80	97,78	97,79	97,80	97,80	97,80	97,80	97,79	97,80	97,79
97,79	97,77	97,78	97,79	97,79	97,79	97,79	97,78	97,79	97,78
97,78	97,76	97,77	97,78	97,78	97,78	97,78	97,77	97,78	97,77
97,78	97,78	97,79	97,80	97,79	97,80	97,79	97,80	97,79	97,79
0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	
97,84	97,81	97,82	97,84	97,83	97,84	97,82	97,83	97,85	
97,74	97,75	97,76	97,78	97,75	97,76	97,77	97,77	97,74	
0,10	0,06	0,06	0,06	0,08	0,08	0,05	0,06	0,11	

Continuação Tabela A3-19: Dados de carga hidráulica para os poços de 6m no período de maio de 2003

P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,71	97,69	97,70	97,71	97,71	97,71	97,70	97,71	97,71	97,71
97,70	97,69	97,69	97,71	97,70	97,70	97,69	97,70	97,70	97,70
97,69	97,69	97,69	97,70	97,70	97,69	97,69	97,70	97,69	97,70
97,69	97,68	97,69	97,70	97,69	97,70	97,69	97,69	97,68	97,69
97,69	97,67	97,68	97,69	97,68	97,69	97,68	97,68	97,68	97,69
97,68	97,66	97,68	97,69	97,68	97,68	97,67	97,67	97,68	97,68
97,68	97,65	97,67	97,69	97,68	97,67	97,67	97,67	97,67	97,67
97,67	97,64	97,66	97,68	97,67	97,66	97,66	97,66	97,66	97,66
97,65	97,63	97,66	97,67	97,66	97,65	97,65	97,64	97,66	97,65
97,64	97,62	97,65	97,66	97,65	97,64	97,64	97,63	97,65	97,64
97,66	97,65	97,65	97,66	97,65	97,66	97,65	97,65	97,65	97,66
97,64	97,63	97,63	97,64	97,63	97,64	97,64	97,63	97,63	97,64
97,62	97,61	97,61	97,62	97,61	97,62	97,62	97,61	97,61	97,62
97,63	97,64	97,64	97,64	97,63	97,64	97,64	97,63	97,63	97,64
97,64	97,65	97,65	97,63	97,64	97,65	97,63	97,64	97,65	97,65
97,64	97,64	97,71	97,62	97,64	97,65	97,62	97,63	97,64	97,64
97,63	97,63	97,70	97,61	97,64	97,65	97,62	97,62	97,63	97,63
97,62	97,62	97,69	97,60	97,63	97,64	97,61	97,61	97,62	97,62
97,64	97,64	97,71	97,62	97,65	97,67	97,63	97,63	97,64	97,64
97,66	97,63	97,64	97,65	97,64	97,63	97,67	97,63	97,64	97,64
97,66	97,65	97,67	97,66	97,66	97,66	97,65	97,65	97,66	
0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
97,71	97,69	97,71	97,71	97,71	97,71	97,70	97,71	97,71	
97,62	97,61	97,61	97,60	97,61	97,62	97,61	97,61	97,61	
0,09	0,08	0,10	0,11	0,10	0,09	0,09	0,10	0,10	

Tabela A3-20: Dados de carga hidráulica para os poços de 6m no período de junho de 2003

Datas	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17	P18	P19
1/6/2003	97,62	97,64	97,64	97,63	97,62	97,62	97,64	97,62	97,64	97,63	97,65	97,63	97,64	97,62	97,63	97,63	97,62
2/6/2003	97,61	97,63	97,63	97,62	97,61	97,61	97,63	97,61	97,63	97,62	97,64	97,62	97,63	97,61	97,62	97,62	97,61
3/6/2003	97,61	97,63	97,62	97,61	97,60	97,61	97,62	97,61	97,62	97,61	97,63	97,61	97,62	97,60	97,61	97,61	97,61
4/6/2003	97,67	97,70	97,65	97,67	97,66	97,64	97,67	97,66	97,67	97,65	97,68	97,65	97,68	97,65	97,65	97,66	97,64
5/6/2003	97,67	97,70	97,65	97,67	97,66	97,64	97,67	97,66	97,66	97,65	97,68	97,65	97,68	97,65	97,65	97,66	97,64
6/6/2003	97,65	97,68	97,63	97,65	97,64	97,62	97,65	97,64	97,65	97,63	97,66	97,63	97,66	97,63	97,63	97,64	97,62
7/6/2003	97,65	97,64	97,64	97,63	97,63	97,63	97,65	97,63	97,64	97,63	97,64	97,62	97,63	97,62	97,62	97,63	97,62
8/6/2003	97,64	97,63	97,63	97,62	97,62	97,62	97,64	97,62	97,63	97,62	97,63	97,61	97,64	97,61	97,61	97,62	97,61
9/6/2003	97,65	97,65	97,63	97,62	97,62	97,61	97,64	97,62	97,62	97,65	97,63	97,61	97,62	97,61	97,62	97,63	97,62
10/6/2003	97,63	97,65	97,63	97,62	97,62	97,63	97,64	97,63	97,62	97,63	97,66	97,61	97,62	97,63	97,63	97,64	97,63
11/6/2003	97,63	97,64	97,62	97,61	97,61	97,62	97,63	97,62	97,61	97,62	97,65	97,60	97,61	97,62	97,62	97,63	97,62
12/6/2003	97,62	97,63	97,61	97,60	97,60	97,61	97,62	97,61	97,60	97,61	97,64	97,61	97,60	97,61	97,61	97,62	97,61
13/6/2003	97,61	97,62	97,61	97,59	97,59	97,59	97,62	97,59	97,58	97,61	97,61	97,60	97,59	97,61	97,59	97,62	97,59
14/6/2003	97,58	97,60	97,59	97,58	97,57	97,59	97,60	97,59	97,58	97,59	97,61	97,60	97,58	97,59	97,58	97,60	97,58
15/6/2003	97,58	97,59	97,58	97,57	97,56	97,58	97,60	97,58	97,57	97,58	97,61	97,59	97,57	97,58	97,58	97,59	97,58
16/6/2003	97,57	97,58	97,57	97,56	97,55	97,57	97,59	97,57	97,56	97,57	97,60	97,58	97,56	97,57	97,57	97,58	97,57
17/6/2003	97,56	97,59	97,60	97,59	97,58	97,57	97,61	97,59	97,59	97,58	97,60	97,59	97,61	97,57	97,58	97,60	97,58
18/6/2003	97,59	97,59	97,58	97,56	97,55	97,57	97,64	97,57	97,55	97,57	97,58	97,58	97,56	97,56	97,57	97,56	97,57
19/6/2003	97,58	97,62	97,59	97,57	97,56	97,58	97,65	97,58	97,56	97,58	97,59	97,59	97,57	97,57	97,58	97,57	97,58
20/6/2003	97,61	97,61	97,60	97,60	97,59	97,59	97,60	97,59	97,58	97,61	97,60	97,61	97,58	97,58	97,58	97,60	97,59
21/6/2003	97,60	97,60	97,59	97,59	97,58	97,58	97,59	97,58	97,57	97,60	97,59	97,60	97,57	97,57	97,57	97,59	97,58
22/6/2003	97,61	97,62	97,61	97,61	97,58	97,59	97,62	97,59	97,60	97,58	97,61	97,60	97,60	97,57	97,59	97,59	97,59
23/6/2003	97,60	97,61	97,60	97,60	97,57	97,58	97,61	97,58	97,59	97,57	97,60	97,59	97,59	97,59	97,56	97,58	97,58
24/6/2003	97,59	97,60	97,59	97,59	97,56	97,57	97,60	97,57	97,58	97,56	97,59	97,58	97,58	97,55	97,57	97,57	97,57
25/6/2003	97,58	97,59	97,58	97,58	97,55	97,56	97,59	97,56	97,57	97,55	97,58	97,57	97,57	97,54	97,56	97,56	97,56
26/6/2003	97,57	97,58	97,57	97,57	97,54	97,55	97,58	97,55	97,56	97,54	97,57	97,56	97,56	97,53	97,55	97,55	97,55
27/6/2003	97,56	97,57	97,56	97,56	97,53	97,54	97,57	97,54	97,55	97,53	97,56	97,55	97,55	97,52	97,54	97,54	97,54
28/6/2003	97,55	97,56	97,55	97,55	97,52	97,53	97,56	97,53	97,54	97,52	97,55	97,54	97,54	97,51	97,53	97,53	97,53
29/6/2003	97,54	97,55	97,54	97,54	97,51	97,52	97,55	97,51	97,53	97,51	97,54	97,53	97,53	97,50	97,52	97,52	97,52
30/6/2003	97,54	97,57	97,55	97,55	97,50	97,51	97,57	97,54	97,56	97,53	97,56	97,55	97,55	97,51	97,53	97,55	97,53
média	97,60	97,62	97,60	97,60	97,58	97,59	97,62	97,59	97,59	97,60	97,61	97,60	97,59	97,58	97,59	97,59	97,59
s	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03
Máximo	97,67	97,70	97,65	97,67	97,66	97,64	97,67	97,66	97,67	97,65	97,68	97,65	97,68	97,65	97,65	97,66	97,64
Mínimo	97,54	97,55	97,54	97,54	97,50	97,51	97,55	97,51	97,53	97,51	97,54	97,53	97,53	97,50	97,52	97,52	97,52
Máx-Mín	0,13	0,15	0,11	0,13	0,16	0,13	0,12	0,15	0,14	0,14	0,14	0,12	0,15	0,15	0,13	0,14	0,12

Continuação Tabela A3-20: Dados de carga hidráulica para os poços de 6m no período de junho de 2003

P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,65	97,62	97,63	97,64	97,63	97,62	97,65	97,62	97,63	97,63
97,64	97,61	97,62	97,63	97,62	97,61	97,64	97,61	97,62	97,62
97,63	97,61	97,61	97,62	97,61	97,60	97,63	97,60	97,61	97,61
97,68	97,64	97,64	97,66	97,65	97,65	97,66	97,65	97,64	97,66
97,68	97,64	97,64	97,66	97,65	97,65	97,66	97,65	97,64	97,66
97,66	97,62	97,62	97,64	97,63	97,63	97,64	97,63	97,62	97,64
97,63	97,62	97,63	97,64	97,63	97,64	97,63	97,63	97,63	97,63
97,62	97,61	97,62	97,63	97,62	97,63	97,62	97,62	97,62	97,62
97,59	97,61	97,61	97,62	97,62	97,62	97,61	97,61	97,62	97,62
97,59	97,61	97,63	97,63	97,62	97,63	97,63	97,63	97,62	97,63
97,58	97,60	97,62	97,62	97,61	97,62	97,62	97,62	97,61	97,62
97,57	97,59	97,61	97,61	97,60	97,61	97,61	97,61	97,60	97,61
97,58	97,57	97,61	97,59	97,60	97,61	97,60	97,60	97,59	97,60
97,56	97,56	97,59	97,58	97,58	97,59	97,59	97,59	97,57	97,58
97,56	97,55	97,58	97,58	97,57	97,58	97,58	97,59	97,57	97,58
97,55	97,54	97,57	97,57	97,56	97,57	97,57	97,58	97,56	97,57
97,59	97,58	97,59	97,59	97,59	97,59	97,59	97,59	97,59	97,59
97,55	97,54	97,61	97,57	97,56	97,57	97,57	97,58	97,56	97,57
97,56	97,55	97,62	97,58	97,57	97,58	97,58	97,59	97,57	97,58
97,62	97,56	97,63	97,60	97,58	97,59	97,59	97,61	97,57	97,59
97,61	97,55	97,62	97,59	97,57	97,58	97,58	97,60	97,56	97,58
97,60	97,58	97,60	97,60	97,60	97,60	97,57	97,59	97,58	97,59
97,59	97,57	97,59	97,59	97,59	97,59	97,56	97,58	97,57	97,58
97,58	97,56	97,58	97,58	97,58	97,58	97,57	97,57	97,56	97,58
97,57	97,55	97,57	97,57	97,57	97,57	97,56	97,56	97,55	97,57
97,56	97,54	97,56	97,56	97,56	97,56	97,55	97,55	97,54	97,56
97,55	97,53	97,55	97,55	97,55	97,55	97,54	97,54	97,53	97,55
97,54	97,52	97,54	97,54	97,54	97,54	97,53	97,53	97,52	97,54
97,53	97,51	97,53	97,53	97,53	97,53	97,52	97,52	97,51	97,53
97,53	97,52	97,54	97,54	97,54	97,54	97,52	97,54	97,53	97,54
97,59	97,58	97,60	97,60	97,59	97,60	97,59	97,60	97,59	
0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	
97,68	97,64	97,64	97,66	97,65	97,65	97,66	97,65	97,64	
97,53	97,51	97,53	97,53	97,53	97,53	97,52	97,52	97,51	
0,15	0,13	0,11	0,13	0,12	0,12	0,14	0,13	0,13	

Tabela A-21: Dados de carga hidráulica para os poços de 6m no período de julho de 2003

Datas	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17	P18	P19
1/7/2003	97,56	97,57	97,55	97,55	97,55	97,54	97,57	97,54	97,56	97,54	97,57	97,55	97,57	97,51	97,53	97,55	97,55
2/7/2003	97,55	97,56	97,54	97,55	97,50	97,54	97,56	97,54	97,56	97,53	97,56	97,55	97,56	97,51	97,53	97,55	97,54
3/7/2003	97,57	97,56	97,54	97,55	97,47	97,54	97,57	97,53	97,56	97,53	97,59	97,55	97,57	97,52	97,53	97,54	97,54
4/7/2003	97,56	97,55	97,53	97,54	97,48	97,53	97,57	97,52	97,55	97,52	97,58	97,54	97,56	97,51	97,52	97,53	97,53
5/7/2003	97,57	97,57	97,56	97,56	97,55	97,54	97,58	97,56	97,57	97,51	97,57	97,54	97,56	97,50	97,50	97,56	97,54
6/7/2003	97,56	97,56	97,55	97,55	97,54	97,53	97,57	97,55	97,56	97,50	97,56	97,53	97,55	97,49	97,49	97,55	97,53
7/7/2003	97,55	97,55	97,54	97,54	97,53	97,52	97,56	97,54	97,55	97,49	97,55	97,52	97,54	97,48	97,48	97,54	97,52
8/7/2003	97,55	97,55	97,53	97,53	97,53	97,51	97,56	97,53	97,54	97,48	97,54	97,51	97,53	97,47	97,47	97,54	97,51
9/7/2003	97,54	97,54	97,52	97,52	97,52	97,50	97,55	97,52	97,53	97,47	97,53	97,50	97,52	97,46	97,46	97,53	97,50
10/7/2003	97,53	97,53	97,51	97,51	97,51	97,49	97,54	97,51	97,52	97,46	97,52	97,49	97,51	97,45	97,45	97,52	97,49
11/7/2003	97,54	97,54	97,52	97,52	97,52	97,50	97,55	97,52	97,53	97,47	97,53	97,50	97,52	97,46	97,46	97,53	97,50
12/7/2003	97,55	97,55	97,53	97,53	97,53	97,51	97,56	97,53	97,54	97,48	97,54	97,51	97,53	97,47	97,47	97,54	97,51
13/7/2003	97,57	97,57	97,55	97,55	97,55	97,53	97,58	97,55	97,56	97,50	97,56	97,53	97,55	97,49	97,49	97,56	97,53
14/7/2003	97,57	97,62	97,60	97,59	97,60	97,59	97,62	97,54	97,60	97,50	97,56	97,53	97,55	97,49	97,49	97,56	97,53
15/7/2003	97,62	97,63	97,61	97,60	97,59	97,59	97,63	97,55	97,61	97,59	97,60	97,60	97,56	97,58	97,58	97,60	97,54
16/7/2003	97,61	97,61	97,60	97,59	97,58	97,58	97,62	97,59	97,60	97,58	97,59	97,59	97,61	97,57	97,57	97,59	97,59
17/7/2003	97,61	97,60	97,59	97,58	97,58	97,58	97,61	97,58	97,59	97,57	97,59	97,57	97,59	97,56	97,56	97,58	97,58
18/7/2003	97,59	97,60	97,58	97,58	97,58	97,57	97,62	97,59	97,59	97,57	97,60	97,57	97,59	97,57	97,58	97,58	97,57
19/7/2003	97,58	97,59	97,57	97,57	97,57	97,56	97,61	97,58	97,58	97,56	97,59	97,56	97,58	97,56	97,57	97,57	97,56
20/7/2003	97,57	97,58	97,56	97,56	97,56	97,55	97,60	97,57	97,57	97,55	97,58	97,55	97,57	97,55	97,56	97,56	97,55
21/7/2003	97,56	97,57	97,55	97,55	97,55	97,54	97,59	97,56	97,56	97,54	97,57	97,54	97,56	97,54	97,55	97,55	97,54
22/7/2003	97,55	97,56	97,54	97,54	97,54	97,53	97,58	97,55	97,55	97,53	97,56	97,53	97,55	97,53	97,54	97,54	97,53
23/7/2003	97,54	97,55	97,53	97,53	97,53	97,52	97,57	97,54	97,54	97,52	97,55	97,52	97,54	97,52	97,53	97,53	97,52
24/7/2003	97,55	97,58	97,55	97,55	97,54	97,54	97,58	97,54	97,55	97,53	97,55	97,55	97,54	97,54	97,54	97,54	97,53
25/7/2003	97,54	97,57	97,54	97,54	97,53	97,53	97,57	97,53	97,54	97,52	97,53	97,54	97,53	97,53	97,53	97,53	97,52
26/7/2003	97,53	97,56	97,53	97,53	97,52	97,52	97,56	97,52	97,53	97,51	97,53	97,53	97,52	97,52	97,52	97,52	97,51
27/7/2003	97,53	97,55	97,53	97,53	97,52	97,52	97,54	97,52	97,53	97,51	97,53	97,52	97,52	97,51	97,52	97,52	97,51
28/7/2003	97,57	97,57	97,55	97,55	97,54	97,55	97,59	97,55	97,52	97,55	97,55	97,53	97,56	97,54	97,54	97,54	97,54
29/7/2003	97,56	97,56	97,54	97,54	97,53	97,54	97,58	97,54	97,51	97,54	97,54	97,52	97,55	97,53	97,53	97,53	97,53
30/7/2003	97,55	97,55	97,53	97,53	97,52	97,53	97,57	97,53	97,50	97,53	97,53	97,51	97,54	97,52	97,52	97,52	97,52
31/7/2003	97,54	97,55	97,53	97,53	97,52	97,53	97,57	97,53	97,50	97,52	97,52	97,50	97,53	97,51	97,51	97,52	97,52
média	97,56	97,57	97,54	97,55	97,54	97,54	97,58	97,54	97,55	97,53	97,56	97,53	97,55	97,52	97,52	97,54	97,53
s	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,02	0,02
Máximo	97,62	97,63	97,61	97,60	97,60	97,59	97,63	97,59	97,61	97,59	97,60	97,60	97,61	97,58	97,58	97,60	97,59
Mínimo	97,53	97,53	97,51	97,51	97,47	97,49	97,54	97,51	97,50	97,46	97,52	97,49	97,51	97,45	97,45	97,52	97,49
Máx-Mín	0,09	0,10	0,10	0,09	0,13	0,10	0,09	0,08	0,11	0,13	0,08	0,11	0,10	0,13	0,13	0,08	0,10

Continuação Tabela A3-21: Dados de carga hidráulica para os poços de 6m no período de julho de 2003

P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,56	97,55	97,55	97,56	97,55	97,56	97,54	97,55	97,56	97,55
97,55	97,54	97,55	97,54	97,54	97,55	97,53	97,55	97,51	97,54
97,54	97,55	97,56	97,54	97,53	97,55	97,52	97,55	97,52	97,54
97,53	97,54	97,55	97,53	97,52	97,54	97,51	97,54	97,51	97,53
97,52	97,53	97,53	97,52	97,51	97,52	97,49	97,53	97,50	97,54
97,51	97,52	97,52	97,51	97,50	97,51	97,48	97,52	97,49	97,53
97,50	97,51	97,51	97,50	97,49	97,50	97,47	97,51	97,48	97,52
97,49	97,50	97,50	97,49	97,48	97,49	97,46	97,50	97,47	97,51
97,48	97,49	97,49	97,48	97,47	97,48	97,45	97,49	97,46	97,50
97,47	97,48	97,48	97,47	97,46	97,47	97,44	97,48	97,45	97,49
97,48	97,49	97,49	97,48	97,47	97,48	97,45	97,49	97,46	97,50
97,49	97,50	97,50	97,49	97,48	97,49	97,46	97,50	97,47	97,51
97,51	97,52	97,52	97,51	97,50	97,51	97,48	97,52	97,49	97,53
97,50	97,51	97,52	97,51	97,50	97,51	97,48	97,52	97,48	97,54
97,51	97,58	97,58	97,52	97,51	97,52	97,56	97,53	97,49	97,57
97,50	97,57	97,57	97,60	97,50	97,59	97,55	97,57	97,59	97,58
97,49	97,56	97,56	97,59	97,58	97,58	97,54	97,56	97,58	97,57
97,59	97,57	97,59	97,58	97,58	97,58	97,59	97,58	97,57	97,58
97,58	97,56	97,58	97,57	97,57	97,57	97,58	97,57	97,56	97,57
97,57	97,55	97,57	97,56	97,56	97,56	97,57	97,56	97,55	97,56
97,56	97,54	97,56	97,55	97,55	97,55	97,56	97,55	97,54	97,55
97,55	97,53	97,55	97,54	97,54	97,54	97,55	97,54	97,53	97,54
97,54	97,52	97,54	97,53	97,53	97,53	97,54	97,53	97,52	97,53
97,55	97,54	97,55	97,55	97,54	97,54	97,54	97,55	97,54	97,55
97,54	97,53	97,54	97,54	97,53	97,53	97,53	97,54	97,53	97,54
97,53	97,52	97,53	97,53	97,52	97,52	97,52	97,53	97,52	97,53
97,52	97,52	97,52	97,53	97,52	97,52	97,52	97,52	97,52	97,52
97,55	97,52	97,54	97,55	97,54	97,55	97,52	97,56	97,55	97,55
97,54	97,51	97,53	97,54	97,53	97,54	97,51	97,55	97,54	97,54
97,53	97,50	97,52	97,53	97,52	97,53	97,50	97,53	97,53	97,53
97,53	97,50	97,52	97,53	97,52	97,53	97,50	97,53	97,52	97,52
97,52	97,53	97,53	97,53	97,52	97,53	97,51	97,54	97,52	
0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,04	
97,59	97,58	97,59	97,60	97,58	97,59	97,59	97,58	97,59	
97,47	97,48	97,48	97,47	97,46	97,47	97,44	97,48	97,45	
0,12	0,10	0,11	0,13	0,12	0,12	0,15	0,10	0,14	





Continuação Tabela A3-22: Dados de carga hidráulica para os poços de 6m no período de agosto de 2003

P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,52	97,49	97,51	97,52	97,51	97,52	97,49	97,52	97,51	97,51
97,51	97,48	97,50	97,51	97,50	97,51	97,48	97,51	97,50	97,50
97,51	97,48	97,50	97,51	97,50	97,51	97,48	97,51	97,50	97,50
97,50	97,47	97,49	97,50	97,49	97,50	97,47	97,50	97,49	97,49
97,49	97,46	97,48	97,49	97,48	97,49	97,46	97,49	97,48	97,48
97,48	97,45	97,47	97,48	97,47	97,48	97,45	97,48	97,47	97,48
97,48	97,45	97,47	97,48	97,47	97,48	97,45	97,48	97,47	97,47
97,47	97,44	97,46	97,47	97,46	97,47	97,44	97,47	97,47	97,47
97,49	97,47	97,48	97,50	97,48	97,50	97,46	97,50	97,49	
0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	
97,52	97,49	97,51	97,52	97,51	97,52	97,49	97,52	97,51	
97,47	97,44	97,46	97,47	97,46	97,47	97,44	97,47	97,47	
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	

Continuação Tabela A3-23: Dados de carga hidráulica para os poços de 6m no período de outubro de 2003

P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,69	97,68	97,68	97,68	97,68	97,69	97,68	97,68	97,67	97,69

Continuação Tabela A3-24: Dados de carga hidráulica para os poços de 6m no período de novembro de 2003

P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,65	97,64	97,64	97,65	97,64	97,65	97,65	97,64	97,64	97,65
97,65	97,65	97,64	97,66	97,65	97,66	97,65	97,65	97,64	97,65
97,63	97,63	97,63	97,64	97,63	97,64	97,64	97,63	97,62	97,64
97,65	97,64	97,65	97,66	97,65	97,66	97,65	97,65	97,65	97,66
97,65	97,64	97,64	97,66	97,64	97,66	97,65	97,65	97,64	97,65
97,62	97,62	97,62	97,63	97,62	97,63	97,62	97,62	97,62	97,62
97,59	97,58	97,58	97,59	97,58	97,60	97,59	97,59	97,58	97,59
97,58	97,57	97,57	97,58	97,57	97,59	97,58	97,57	97,57	97,58
97,60	97,59	97,59	97,60	97,59	97,60	97,59	97,59	97,59	97,60
97,62	97,62	97,61	97,63	97,62	97,63	97,62	97,62	97,62	
0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
97,65	97,65	97,65	97,66	97,65	97,66	97,65	97,65	97,65	
97,58	97,57	97,57	97,58	97,57	97,59	97,58	97,57	97,57	
0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,08	0,08	

Tabela A3-25: Dados de carga hidráulica para os poços de 6m no período de dezembro de 2003

Datas	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17	P18	P19
2/12/2003	97,63	97,64	97,64	97,63	97,62	97,63	97,65	97,63	97,64	97,62	97,64	97,62	97,64	97,62	97,62	97,63	97,62
5/12/2003	97,62	97,63	97,62	97,62	97,61	97,62	97,64	97,62	97,62	97,61	97,62	97,60	97,63	97,61	97,61	97,61	97,61
8/12/2003	97,75	97,75	97,75	97,74	97,74	97,74	97,77	97,74	97,74	97,73	97,75	97,73	97,75	97,73	97,73	97,74	97,73
10/12/2003	97,74	97,75	97,74	97,74	97,73	97,73	97,76	97,73	97,74	97,72	97,74	97,73	97,75	97,72	97,73	97,73	97,72
14/12/2003	97,70	97,70	97,69	97,69	97,68	97,69	97,71	97,69	97,69	97,68	97,69	97,68	97,70	97,68	97,68	97,73	97,68
15/12/2003	97,69	97,70	97,69	97,69	97,68	97,69	97,71	97,69	97,69	97,67	97,69	97,68	97,70	97,68	97,68	97,68	97,68
16/12/2003	97,68	97,68	97,67	97,68	97,66	97,67	97,70	97,67	97,67	97,66	97,68	97,66	97,68	97,68	97,66	97,67	97,66
17/12/2003	97,67	97,68	97,18	97,68	97,66	97,67	97,69	97,67	97,68	97,66	97,68	97,66	97,68	97,66	97,66	97,67	97,66
18/12/2003	97,67	97,68	97,67	97,67	97,66	97,67	97,69	97,67	97,67	97,66	97,67	97,66	97,68	97,66	97,66	97,66	97,65
19/12/2003	97,67	97,67	97,67	97,67	97,66	97,66	97,69	97,66	97,67	97,65	97,67	97,66	97,67	97,65	97,66	97,66	97,65
20/12/2003	97,66	97,66	97,66	97,65	97,64	97,65	97,68	97,65	97,65	97,64	97,65	97,64	97,66	97,64	97,64	97,64	97,63
21/12/2003	97,67	97,67	97,67	97,67	97,65	97,66	97,69	97,66	97,67	97,65	97,67	97,65	97,67	97,65	97,66	97,66	97,65
22/12/2003	97,66	97,67	97,66	97,66	97,65	97,65	97,68	97,66	97,66	97,65	97,66	97,65	97,67	97,65	97,65	97,65	97,64
23/12/2003	97,65	97,67	97,66	97,66	97,65	97,66	97,68	97,66	97,66	97,65	97,67	97,65	97,67	97,65	97,65	97,66	97,64
26/12/2003	97,70	97,71	97,70	97,70	97,68	97,69	97,72	97,69	97,70	97,67	97,71	97,68	97,71	97,67	97,69	97,69	97,68
30/12/2003	97,77	97,79	97,77	97,77	97,76	97,78	97,80	97,77	97,78	97,76	97,78	97,75	97,78	97,76	97,77	97,76	97,76
média	97,68	97,69	97,65	97,68	97,67	97,68	97,70	97,68	97,68	97,67	97,68	97,67	97,69	97,67	97,68	97,67	97,67
s	0,04	0,04	0,13	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Máximo	97,77	97,79	97,77	97,77	97,76	97,78	97,80	97,77	97,78	97,76	97,78	97,75	97,78	97,76	97,77	97,76	97,76
Mínimo	97,62	97,63	97,18	97,62	97,61	97,62	97,64	97,62	97,62	97,61	97,62	97,60	97,63	97,61	97,61	97,61	97,61
Max-Min	0,15	0,16	0,59	0,15	0,15	0,16	0,16	0,15	0,16	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15

Tabela A3-26: Dados de carga hidráulica para os poços de 6m no período de janeiro de 2004

Datas	P1	P2	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17	P18	P19
6/1/2004	97,74	97,74	97,74	97,74	97,72	97,73	97,76	97,73	97,73	97,72	97,74	97,72	97,74	97,72	97,73	97,73	97,72
8/1/2004	97,74	97,75	97,74	97,75	97,73	97,74	97,76	97,73	97,74	97,73	97,74	97,73	97,75	97,73	97,73	97,73	97,73
9/1/2004	97,88	97,89	97,88	97,88	97,87	97,87	97,90	97,87	97,87	97,86	97,88	97,86	97,89	97,86	97,87	97,86	97,86
10/1/2004	97,87	97,89	97,88	97,87	97,86	97,86	97,89	97,86	97,86	97,85	97,86	97,86	97,87	97,85	97,86	97,86	97,84
11/1/2004	97,84	97,86	97,85	97,85	97,84	97,84	97,86	97,84	97,84	97,83	97,84	97,83	97,85	97,83	97,83	97,83	97,82
12/1/2004	97,82	97,84	97,83	97,83	97,82	97,82	97,84	97,82	97,82	97,81	97,82	97,81	97,83	97,81	97,81	97,81	97,80
13/1/2004	97,81	97,82	97,81	97,81	97,80	97,80	97,83	97,80	97,80	97,80	97,80	97,79	97,80	97,79	97,80	97,80	97,79
14/1/2004	97,80	97,81	97,81	97,80	97,79	97,79	97,82	97,79	97,79	97,78	97,80	97,79	97,80	97,78	97,79	97,79	97,77
15/1/2004	97,78	97,79	97,79	97,79	97,77	97,78	97,81	97,78	97,78	97,77	97,78	97,77	97,79	97,77	97,77	97,77	97,76
16/1/2004	97,80	97,81	97,81	97,81	97,79	97,79	97,82	97,79	97,80	97,79	97,79	97,79	97,81	97,78	97,79	97,79	97,77
17/1/2004	97,79	97,79	97,79	97,79	97,78	97,78	97,81	97,78	97,78	97,77	97,78	97,77	97,79	97,76	97,78	97,78	97,77
18/1/2004	97,77	97,78	97,79	97,78	97,76	97,77	97,80	97,77	97,77	97,76	97,77	97,76	97,78	97,76	97,76	97,77	97,76
19/1/2004	97,76	97,77	97,77	97,77	97,76	97,76	97,79	97,76	97,76	97,75	97,76	97,76	97,77	97,75	97,75	97,76	97,75
20/1/2004	97,75	97,76	97,76	97,76	97,74	97,75	97,78	97,75	97,75	97,74	97,75	97,74	97,76	97,74	97,75	97,75	97,73
21/1/2004	97,75	97,76	97,75	97,75	97,73	97,74	97,77	97,74	97,75	97,73	97,74	97,74	97,76	97,74	97,74	97,74	97,73
22/1/2004	97,77	97,78	97,77	97,77	97,76	97,76	97,79	97,76	97,76	97,75	97,77	97,76	97,77	97,75	97,75	97,76	97,75
23/1/2004	97,77	97,77	97,77	97,77	97,75	97,76	97,79	97,76	97,76	97,75	97,77	97,76	97,78	97,75	97,75	97,76	97,75
24/1/2004	97,99	98,06	98,05	98,04	98,03	98,03	98,06	98,04	98,03	98,02	98,04	98,03	98,05	98,03	98,03	98,03	98,02
25/1/2004	97,99	98,03	98,02	98,01	97,99	98,00	98,03	98,00	98,00	97,99	98,00	98,01	98,02	97,99	98,00	98,00	97,98
29/1/2004	98,04	98,09	98,07	98,07	98,04	98,06	98,08	98,06	98,06	98,04	98,06	98,04	98,07	98,05	98,05	98,05	98,04
média	97,82	97,84	97,83	97,83	97,82	97,82	97,85	97,82	97,82	97,82	97,82	97,82	97,83	97,81	97,82	97,81	97,81
s	0,09	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10	0,09	0,10	0,10	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09
Máximo	98,04	98,09	98,07	98,07	98,04	98,06	98,08	98,06	98,06	98,04	98,06	98,04	98,07	98,05	98,05	98,05	98,04
Mínimo	97,74	97,74	97,74	97,74	97,72	97,73	97,76	97,73	97,73	97,72	97,74	97,72	97,74	97,72	97,72	97,73	97,72
Max-Min	0,30	0,35	0,33	0,33	0,32	0,33	0,32	0,33	0,33	0,32	0,32	0,32	0,33	0,33	0,33	0,32	0,32

Continuação Tabela A3-25: Dados de carga hidráulica para os poços de 6m no período de dezembro de 2003

P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,63	97,62	97,62	97,63	97,62	97,63	97,63	97,62	97,62	97,63
97,61	97,61	97,61	97,62	97,61	97,61	97,61	97,61	97,61	97,61
97,74	97,72	97,73	97,74	97,73	97,74	97,73	97,73	97,73	97,74
97,73	97,72	97,72	97,73	97,72	97,74	97,73	97,72	97,72	97,73
97,69	97,68	97,68	97,69	97,67	97,69	97,69	97,68	97,68	97,69
97,68	97,67	97,68	97,69	97,68	97,69	97,68	97,68	97,67	97,68
97,67	97,66	97,66	97,67	97,66	97,67	97,66	97,66	97,65	97,67
97,67	97,66	97,66	97,67	97,66	97,67	97,67	97,66	97,65	97,65
97,67	97,65	97,66	97,67	97,66	97,67	97,67	97,66	97,65	97,67
97,66	97,65	97,66	97,67	97,66	97,67	97,66	97,66	97,65	97,66
97,65	97,64	97,63	97,65	97,64	97,65	97,64	97,64	97,64	97,65
97,66	97,65	97,65	97,66	97,65	97,66	97,66	97,66	97,65	97,66
97,65	97,65	97,65	97,66	97,64	97,66	97,65	97,65	97,64	97,65
97,66	97,65	97,65	97,66	97,64	97,66	97,66	97,65	97,65	97,66
97,69	97,68	97,68	97,69	97,67	97,69	97,69	97,68	97,66	97,69
97,78	97,75	97,75	97,77	97,75	97,77	97,77	97,76	97,75	97,77
97,67	97,67	97,67	97,68	97,66	97,68	97,67	97,67	97,67	97,67
0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
97,78	97,75	97,75	97,77	97,75	97,77	97,77	97,76	97,75	97,77
97,61	97,61	97,61	97,62	97,61	97,61	97,61	97,61	97,61	97,61
0,17	0,14	0,14	0,15	0,14	0,16	0,16	0,15	0,14	0,14

Continuação Tabela A3-26: Dados de carga hidráulica para os poços de 6m no período de janeiro de 2003

P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,73	97,72	97,72	97,74	97,72	97,73	97,73	97,72	97,72	97,73
97,74	97,73	97,73	97,75	97,73	97,73	97,73	97,73	97,73	97,74
97,87	97,86	97,86	97,88	97,86	97,87	97,87	97,86	97,86	97,87
97,85	97,85	97,85	97,87	97,85	97,86	97,85	97,85	97,84	97,86
97,83	97,82	97,83	97,84	97,83	97,83	97,83	97,83	97,82	97,84
97,81	97,80	97,81	97,82	97,80	97,81	97,81	97,81	97,80	97,82
97,80	97,79	97,79	97,81	97,79	97,80	97,80	97,80	97,79	97,80
97,79	97,78	97,78	97,80	97,78	97,79	97,78	97,79	97,77	97,79
97,77	97,77	97,77	97,78	97,77	97,78	97,77	97,77	97,77	97,78
97,79	97,78	97,78	97,80	97,79	97,79	97,79	97,79	97,78	97,79
97,78	97,77	97,77	97,79	97,77	97,78	97,77	97,77	97,77	97,78
97,76	97,76	97,76	97,78	97,76	97,77	97,76	97,76	97,75	97,77
97,76	97,75	97,75	97,77	97,75	97,76	97,76	97,76	97,75	97,76
97,75	97,74	97,74	97,76	97,74	97,75	97,75	97,75	97,74	97,75
97,74	97,73	97,73	97,75	97,74	97,74	97,73	97,73	97,73	97,74
97,76	97,75	97,75	97,77	97,75	97,76	97,75	97,75	97,75	97,76
97,76	97,75	97,75	97,77	97,75	97,76	97,76	97,76	97,75	97,76
98,03	98,02	98,02	98,04	98,02	98,04	98,02	98,05	98,01	98,03
98,00	97,99	97,99	98,01	97,99	98,00	98,00	97,99	97,98	98,00
98,05	98,04	98,05	98,06	98,05	98,05	98,05	98,05	98,04	98,05
97,81	97,81	97,81	97,83	97,81	97,82	97,81	97,82	97,81	97,81
0,09	0,09	0,10	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09
98,05	98,04	98,05	98,06	98,05	98,05	98,05	98,05	98,04	98,05
97,73	97,72	97,72	97,74	97,72	97,73	97,73	97,72	97,72	97,72
0,32	0,32	0,33	0,32	0,33	0,32	0,32	0,33	0,32	0,32

Tabela A3-27: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de dezembro de 2002

Datas	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17	P18
10/12/2002	98,01	98,00	98,00	97,99	97,99	97,98	97,99	97,99	97,98	97,98	97,98	97,98	97,99	97,96	97,96	97,97
12/12/2002	97,98	97,98	97,97	97,97	97,96	97,96	97,97	97,96	97,96	97,95	97,95	97,95	97,97	97,93	97,94	97,96
19/12/2002	98,17	98,14	98,14	98,13	98,13	98,16	98,14	98,13	98,13	98,12	98,12	98,12	98,13	98,10	98,10	98,13
20/12/2002	98,12	98,11	98,10	98,10	98,10	98,10	98,11	98,10	98,10	98,09	98,08	98,09	98,10	98,07	98,08	98,09
21/12/2002	98,09	98,09	98,08	98,08	98,07	98,07	98,08	98,07	98,08	98,06	98,07	98,07	98,08	98,05	98,05	98,07
22/12/2002	98,07	98,07	98,06	98,06	98,05	98,06	98,07	98,06	98,05	98,04	98,05	98,05	98,06	98,03	98,04	98,05
23/12/2002	98,05	98,06	98,04	98,04	98,02	98,04	98,05	98,02	98,04	98,02	98,03	98,03	98,04	98,01	98,02	98,05
24/12/2002	98,03	98,03	98,02	98,02	98,02	98,01	98,03	98,02	98,02	98,02	98,01	98,01	98,02	97,98	98,00	98,02
26/12/2002	97,99	97,99	97,98	97,98	97,98	97,98	97,99	97,98	97,98	97,97	97,97	97,98	97,99	97,96	97,96	97,99
27/12/2002	97,98	97,98	97,97	97,97	97,97	97,97	97,98	97,97	97,97	97,95	97,96	97,95	97,98	97,94	97,95	97,97
28/12/2002	97,97	97,96	97,96	97,96	97,96	97,95	97,95	97,96	97,96	97,94	97,95	97,94	97,95	97,92	97,94	97,95
29/12/2002	97,95	97,94	97,93	97,95	97,93	97,94	97,94	97,94	97,94	97,92	97,93	97,92	97,94	97,90	97,91	97,94
30/12/2002	97,94	97,93	97,92	97,90	97,94	97,91	97,92	97,91	97,92	97,90	97,90	97,91	97,92	97,87	97,90	97,92
31/12/2002	97,93	97,92	97,91	97,91	97,91	97,90	97,90	97,92	97,90	97,89	97,90	97,88	97,89	97,88	97,86	-
média	98,02	98,02	98,00	98,00	98,00	98,00	98,01	98,00	98,00	97,99	97,99	97,99	98,00	97,97	97,97	98,00
s	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,10	0,06
Máximo	98,17	98,14	98,14	98,13	98,13	98,16	98,14	98,13	98,13	98,12	98,12	98,12	98,13	98,10	98,10	98,13
Mínimo	97,93	97,92	97,91	97,90	97,91	97,90	97,91	97,90	97,90	97,89	97,90	97,88	97,89	97,87	97,86	97,92
Máx-Mín	0,24	0,22	0,23	0,23	0,22	0,26	0,24	0,22	0,23	0,23	0,22	0,24	0,24	0,23	0,44	0,21

Continuação Tabela A3-27: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de dezembro de 2002

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,97	97,97	97,96	97,98	97,98	97,89	97,98	97,95	97,97	97,98	97,98
97,95	97,97	97,93	97,98	97,96	97,90	97,96	97,95	97,95	97,95	97,96
98,11	98,13	98,10	98,12	98,13	97,94	98,13	98,11	98,12	98,11	98,13
98,08	98,09	98,07	98,11	98,09	98,00	98,09	98,09	98,08	98,08	98,10
98,06	98,07	98,05	98,10	98,07	98,01	98,07	98,08	98,07	98,07	98,07
98,04	98,05	98,04	98,10	98,05	98,01	98,06	98,05	98,05	98,05	98,05
98,02	98,03	98,02	98,09	98,04	97,99	98,04	98,03	98,03	98,03	98,03
98,00	98,01	97,99	98,08	98,01	97,99	98,02	98,00	98,01	98,01	98,01
97,97	97,98	97,96	98,06	97,98	97,99	97,97	98,01	97,97	97,98	97,98
97,95	97,96	97,95	98,05	97,96	97,98	97,97	97,96	97,96	97,95	97,97
97,93	97,94	97,93	98,04	97,95	97,96	97,96	97,95	97,94	97,94	97,95
97,92	97,93	97,92	98,03	97,93	97,93	97,94	97,93	97,92	97,92	97,93
97,92	97,91	97,88	98,03	97,91	97,91	97,92	97,89	97,91	97,91	97,91
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	97,89
97,99	98,00	97,99	98,06	98,01	97,96	98,01	98,00	98,00	98,00	
0,06	0,06	0,06	0,04	0,06	0,04	0,06	0,07	0,06	0,06	
98,11	98,13	98,10	98,12	98,13	98,01	98,13	98,11	98,12	98,11	
97,92	97,91	97,88	97,98	97,91	97,89	97,92	97,89	97,91	97,91	
0,19	0,22	0,22	0,14	0,22	0,12	0,21	0,22	0,21	0,20	

Tabela A3-28: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de janeiro de 2003

Datas	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17	P18
2/1/2003	97,97	97,99	97,97	97,97	97,87	97,96	96,55	97,94	97,95	97,94	97,95	97,96	97,96	97,91	97,95	99,52
3/1/2003	97,95	97,98	97,93	97,95	97,95	97,92	96,55	97,95	97,94	97,85	97,95	97,93	97,94	97,92	97,93	99,52
4/1/2003	97,94	97,98	97,91	97,93	97,92	97,90	96,54	97,94	97,93	97,83	97,94	97,92	97,93	97,90	97,91	99,51
5/1/2003	98,02	97,96	98,00	98,01	97,91	97,91	96,55	98,00	98,00	97,90	97,92	97,92	98,01	97,98	98,01	99,50
6/1/2003	98,01	98,07	98,00	98,01	98,00	98,01	96,55	98,00	98,00	98,00	98,01	98,00	98,01	97,97	98,01	99,50
7/1/2003	97,99	98,04	97,98	97,98	97,97	97,98	96,55	97,99	97,99	97,96	97,99	97,95	97,98	97,96	97,97	99,48
8/1/2003	97,98	98,03	97,97	97,98	97,97	97,96	96,56	97,96	97,98	97,96	97,96	97,96	97,97	97,94	97,96	99,48
9/1/2003	97,96	98,01	97,95	97,96	97,60	97,66	96,55	97,94	97,95	97,94	97,95	97,95	97,95	97,91	97,94	99,47
10/1/2003	97,97	98,02	97,95	97,97	97,61	97,66	96,56	97,95	97,95	97,95	97,96	97,95	97,96	97,91	97,95	99,48
11/1/2003	98,00	98,04	98,05	97,99	97,65	97,69	96,58	97,98	98,00	97,99	97,99	97,96	97,99	98,01	97,98	99,52
12/1/2003	97,95	97,91	97,84	97,82	97,52	97,82	96,48	97,84	97,86	97,77	97,78	97,83	97,84	98,00	97,86	99,37
13/1/2003	97,95	97,91	97,84	97,82	97,52	97,82	96,48	97,84	97,86	97,77	97,78	97,83	97,84	98,00	97,86	99,37
14/1/2003	97,87	97,92	97,83	97,80	97,50	97,83	96,44	97,84	97,85	97,78	97,75	97,81	97,83	97,97	97,84	99,33
15/1/2003	97,90	97,95	97,85	97,82	97,53	97,85	96,47	97,86	97,87	97,80	97,77	97,83	97,85	97,99	97,86	99,35
16/1/2003	97,91	97,85	97,77	97,83	97,78	97,82	96,51	97,80	97,80	97,76	97,78	97,76	97,82	97,89	97,81	99,36
17/1/2003	97,90	97,87	97,79	97,82	97,79	97,84	96,55	97,82	97,82	97,78	97,80	97,78	97,84	97,90	97,83	99,38
18/1/2003	97,93	97,89	97,81	97,84	97,80	97,84	96,57	97,84	97,84	97,79	97,82	97,80	97,86	97,92	97,85	99,39
19/1/2003	97,97	97,91	97,83	97,85	97,81	97,85	96,59	97,86	97,88	97,80	97,83	97,82	97,87	97,93	97,86	99,41
20/1/2003	97,96	97,89	97,81	97,83	97,79	97,84	96,58	97,85	97,87	97,79	97,82	97,84	97,86	97,91	97,85	99,40
21/1/2003	98,02	97,95	97,83	97,84	97,80	97,85	96,59	97,83	97,85	97,81	97,79	97,82	97,85	97,98	97,81	99,29
22/1/2003	98,03	97,97	97,84	97,85	97,81	97,86	96,60	97,84	97,86	97,81	97,80	97,83	97,86	97,99	97,82	99,30
23/1/2003	98,05	97,99	97,86	97,87	97,93	97,87	96,62	97,85	97,89	97,82	97,81	97,84	97,86	98,00	97,85	99,32
24/1/2003	98,07	98,17	97,87	97,88	97,89	98,21	97,88	97,88	97,88	97,84	97,90	97,88	97,90	97,85	97,90	99,28
25/1/2003	98,08	98,19	97,89	97,90	97,91	98,21	97,90	97,90	97,90	97,85	97,91	97,89	97,91	97,86	97,91	99,34
26/1/2003	98,10	98,21	97,91	97,92	97,93	98,23	97,92	97,92	97,91	97,87	97,93	97,90	97,93	97,88	97,93	99,36
27/1/2003	98,12	98,24	97,94	97,94	97,96	98,25	97,97	97,99	98,14	97,90	97,96	97,94	97,96	97,91	97,97	99,42
28/1/2003	98,14	98,26	97,96	97,96	97,97	98,26	97,98	98,00	98,16	97,91	97,97	97,94	97,97	97,92	97,99	99,44
29/1/2003	98,06	98,27	97,97	97,97	97,98	98,27	98,00	98,02	98,17	97,94	97,99	97,95	97,98	97,93	98,00	99,46
30/1/2003	98,09	98,28	97,98	97,98	98,00	98,28	98,01	98,04	98,18	97,95	98,00	97,96	97,99	97,94	98,02	99,47
31/1/2003	98,10	98,29	98,00	97,99	98,01	98,28	98,02	98,05	98,20	97,96	98,00	97,97	98,00	97,95	98,03	99,48
média	98,00	98,04	97,90	97,91	97,82	97,96	96,92	97,92	97,94	97,87	97,89	97,89	97,91	97,94	97,92	99,41
s	0,07	0,13	0,07	0,07	0,16	0,19	0,63	0,07	0,11	0,08	0,09	0,07	0,06	0,04	0,07	0,07
Máximo	98,14	98,29	98,05	98,01	98,01	98,28	98,02	98,05	98,20	98,00	98,01	98,00	98,01	98,01	98,03	99,52
Mínimo	97,87	97,85	97,77	97,80	97,50	97,66	96,44	97,80	97,80	97,76	97,75	97,76	97,82	97,85	97,81	99,28
Máx-Mín	0,27	0,44	0,28	0,21	0,51	0,62	1,58	0,25	0,40	0,24	0,26	0,24	0,19	0,16	0,22	0,24

Continuação Tabela A3-28: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de janeiro de 2003

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,94	97,94	97,92	98,12	97,94	97,94	97,96	97,93	97,95	97,94	97,96
97,93	97,93	97,91	97,99	97,93	97,94	97,93	97,92	97,93	97,94	97,94
97,91	97,92	97,90	97,98	97,92	97,93	97,92	97,91	97,92	97,93	97,93
97,99	97,97	97,89	98,00	97,99	98,08	97,98	97,91	98,00	97,90	97,97
97,98	97,99	97,98	98,04	98,00	98,00	97,99	97,88	98,01	97,99	98,00
97,96	97,99	97,96	98,00	97,97	97,96	97,97	97,94	97,98	97,96	97,98
97,93	97,98	97,90	97,99	97,95	97,95	97,95	97,94	97,97	97,96	97,97
97,94	97,94	97,79	97,86	97,79	97,82	97,80	97,77	97,80	97,79	97,88
97,94	97,95	97,80	97,87	97,80	97,83	97,81	97,78	97,81	97,80	97,89
97,96	97,98	97,83	97,89	97,93	97,85	97,87	97,80	97,83	97,83	97,93
97,51	98,00	97,80	97,93	97,82	97,85	97,80	97,81	97,79	97,81	97,83
97,51	98,00	97,80	97,93	97,82	97,85	97,80	97,81	97,79	97,81	97,83
97,80	97,98	97,80	97,89	97,79	97,84	97,81	97,79	97,80	97,79	97,83
97,82	98,00	97,82	97,91	97,80	97,84	97,83	97,81	97,82	97,81	97,85
97,78	97,82	97,80	97,87	97,76	97,80	97,81	97,78	97,75	97,77	97,81
97,80	97,83	97,81	97,88	97,77	97,81	97,83	97,79	97,77	97,79	97,83
97,82	97,84	97,82	97,89	97,78	97,83	97,84	97,80	97,78	97,80	97,85
97,84	97,86	97,84	97,91	97,79	97,84	97,85	97,81	97,79	97,81	97,86
97,83	97,85	97,82	97,90	97,79	97,83	97,85	97,80	97,78	97,79	97,85
97,78	97,99	97,80	97,85	97,81	98,22	97,84	97,81	97,80	97,81	97,87
97,78	98,00	97,81	97,86	97,82	98,23	97,84	97,82	97,81	97,82	97,88
97,80	98,01	97,82	97,88	97,84	98,24	97,86	97,84	97,82	97,83	97,90
97,88	98,02	97,87	97,98	97,82	97,85	97,86	97,86	97,88	97,86	97,97
97,90	98,03	97,89	98,01	97,84	97,87	97,88	97,89	97,90	97,87	97,99
97,92	98,04	97,91	98,02	97,85	97,88	97,90	97,91	97,91	97,89	98,00
97,96	98,16	97,94	98,04	97,88	97,92	97,93	97,94	97,95	97,93	98,05
97,98	98,19	97,95	98,05	97,90	97,93	97,97	97,96	97,97	97,95	98,06
98,00	98,20	97,96	98,06	97,92	97,94	97,99	97,98	97,98	97,96	98,07
98,01	98,21	97,99	98,08	97,93	97,95	98,01	97,99	98,00	97,97	98,09
98,04	98,23	98,00	98,09	97,94	97,96	98,03	98,00	98,00	97,98	98,10
97,88	97,99	97,88	97,96	97,87	97,92	97,89	97,86	97,88	97,87	
0,12	0,11	0,07	0,08	0,07	0,12	0,07	0,07	0,09	0,07	
98,04	98,23	98,00	98,12	98,00	98,24	98,03	98,00	98,01	97,99	
97,51	97,82	97,79	97,85	97,76	97,80	97,80	97,77	97,75	97,77	
0,53	0,41	0,21	0,27	0,24	0,44	0,23	0,23	0,26	0,22	

Tabela A3-29: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de fevereiro de 2003

Datas	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17	P18
1/2/2003	98,11	98,30	98,01	98,00	98,02	98,29	98,03	98,06	98,21	97,97	98,01	97,98	98,01	97,96	98,04	99,48
2/2/2003	98,12	98,30	98,02	98,00	98,03	98,30	98,04	98,07	98,22	97,98	98,02	97,99	98,02	97,97	98,05	99,49
3/2/2003	98,12	98,30	98,03	97,99	98,02	98,27	98,01	98,05	98,20	97,96	98,01	97,97	98,00	97,94	98,03	99,46
4/2/2003	97,95	98,01	98,01	97,97	98,01	98,25	97,99	98,04	98,18	97,95	98,00	97,96	97,99	97,93	98,02	99,45
5/2/2003	97,93	98,00	98,00	97,96	98,00	98,24	97,98	98,03	98,17	97,94	97,99	97,95	97,98	97,92	98,01	99,43
6/2/2003	97,91	97,98	97,98	97,95	97,99	98,22	97,97	98,02	98,16	97,93	97,97	97,94	97,97	97,91	98,00	99,42
7/2/2003	97,92	97,99	97,99	97,96	98,00	98,22	97,96	98,03	98,16	97,94	97,98	97,95	97,98	97,92	98,01	99,19
8/2/2003	97,93	97,98	97,98	97,97	98,00	98,21	97,98	98,04	98,17	97,95	97,99	97,95	97,99	97,93	98,02	99,20
9/2/2003	97,92	97,98	97,95	97,94	97,82	98,03	97,99	98,01	98,18	97,92	97,97	97,94	98,06	97,88	98,01	99,19
10/2/2003	97,91	97,97	97,93	97,92	97,81	97,87	98,12	98,15	98,01	97,82	98,01	98,00	98,05	97,86	97,98	99,18
11/2/2003	97,83	97,92	97,78	97,81	97,79	97,79	96,55	97,79	97,81	97,76	97,79	97,78	97,89	97,78	97,80	99,17
12/2/2003	97,80	97,89	97,78	97,78	97,75	97,76	96,54	97,78	97,80	97,76	97,78	97,76	97,77	97,77	97,78	99,15
13/2/2003	97,78	97,86	97,75	97,77	97,70	97,73	96,53	97,76	97,75	97,73	97,74	97,73	97,75	97,74	97,77	99,13
14/2/2003	97,83	97,90	97,78	97,80	97,75	97,77	96,54	97,78	97,79	97,75	97,76	97,76	97,71	97,69	97,71	99,07
19/2/2003	98,03	98,03	98,02	98,02	98,00	98,02	96,65	98,01	98,02	98,01	98,02	98,01	98,02	98,00	98,01	99,24
20/2/2003	98,01	98,01	98,00	98,08	97,99	97,97	96,66	97,98	98,00	97,99	98,00	97,99	98,00	97,98	97,98	99,24
21/2/2003	98,05	98,18	98,04	98,04	98,04	98,04	96,67	98,03	98,05	98,04	98,02	98,03	98,04	97,98	98,04	99,24
22/2/2003	98,06	98,19	98,05	98,05	98,03	98,05	96,68	98,04	98,06	98,05	98,03	98,04	98,05	98,01	98,05	99,25
23/2/2003	98,07	98,20	98,06	98,06	98,04	98,06	96,69	98,05	98,07	98,06	98,04	98,05	98,06	98,02	98,06	99,26
24/2/2003	97,98	98,03	97,98	97,99	97,98	97,98	96,67	97,97	97,99	97,96	97,97	97,97	97,98	97,95	97,96	99,22
25/2/2003	97,97	98,01	97,92	97,97	97,97	97,97	96,66	97,96	97,97	97,94	97,96	97,95	97,95	97,94	97,95	99,22
26/2/2003	97,96	98,00	97,95	97,95	97,94	97,94	96,68	97,94	97,95	97,93	97,94	97,94	97,94	97,92	97,93	99,21
27/2/2003	97,95	97,99	97,94	97,94	97,93	97,93	96,67	97,93	97,93	97,92	97,93	97,93	97,93	97,91	97,92	99,20
28/2/2003	97,94	97,97	97,92	97,92	97,91	97,91	96,66	97,91	97,91	97,91	97,91	97,91	97,92	97,92	97,91	99,23
média	97,96	98,04	97,95	97,95	97,94	98,03	97,21	97,97	98,03	97,93	97,95	97,94	97,96	97,91	97,96	99,26
s	0,09	0,13	0,09	0,08	0,10	0,18	0,68	0,10	0,14	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,10	0,12
Máximo	98,12	98,30	98,06	98,08	98,04	98,30	98,12	98,15	98,22	98,06	98,04	98,05	98,06	98,02	98,06	99,49
Mínimo	97,78	97,86	97,75	97,77	97,70	97,73	96,53	97,76	97,75	97,73	97,74	97,73	97,71	97,69	97,71	99,07
Máx-Min	0,34	0,44	0,31	0,31	0,34	0,57	1,59	0,39	0,47	0,33	0,30	0,32	0,35	0,33	0,35	0,42

Continuação Tabela A3-29: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de fevereiro de 2003

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
98,05	98,24	98,01	98,10	97,95	97,97	98,04	98,01	98,00	97,99	98,11
98,05	98,25	98,02	98,11	97,95	97,98	98,05	98,02	98,01	98,00	98,12
98,01	98,22	98,00	98,08	97,93	97,95	98,03	98,00	97,98	97,99	98,10
98,00	98,21	97,99	98,07	97,92	97,95	98,02	97,99	97,97	97,98	98,07
97,99	98,20	97,98	98,06	97,91	97,94	98,01	97,98	97,96	97,97	98,06
97,98	98,19	97,97	98,05	97,90	97,93	97,99	97,96	97,95	97,96	98,05
97,97	98,17	97,95	98,04	97,89	97,92	97,97	97,95	97,93	97,94	98,04
97,96	98,18	97,94	98,05	97,90	97,91	97,98	97,96	97,94	97,95	98,04
97,97	98,15	97,91	98,02	97,86	97,89	97,97	97,95	97,92	97,93	98,01
97,94	98,14	97,87	98,00	97,84	97,85	97,95	97,90	97,88	97,91	97,99
97,92	98,05	97,81	97,97	97,79	97,82	97,90	97,84	97,82	97,84	97,84
97,75	97,80	97,76	97,77	97,77	97,79	97,77	97,74	97,77	97,75	97,78
97,76	97,80	97,74	97,78	97,75	97,75	97,73	97,73	97,76	97,74	97,76
97,70	97,73	97,69	97,82	97,71	97,66	97,69	97,70	97,62	97,70	97,75
97,99	98,01	97,99	98,09	98,01	98,09	98,01	97,99	98,01	98,00	98,01
97,98	98,00	97,97	98,05	97,99	98,00	97,99	97,94	98,00	97,98	97,99
98,02	98,02	98,04	98,10	98,03	98,02	98,03	98,01	98,02	98,03	98,03
98,03	98,03	98,05	98,11	98,03	98,03	98,04	98,02	98,03	98,04	98,04
98,04	98,04	98,06	98,12	98,04	98,04	98,05	98,03	98,04	98,05	98,05
97,95	97,99	97,96	98,09	97,96	97,98	97,97	97,95	97,97	97,97	97,98
97,95	97,98	97,94	97,96	97,95	97,95	97,95	97,94	97,96	97,95	97,95
97,93	97,96	97,93	97,96	97,93	97,93	97,93	97,92	97,94	97,93	97,94
97,92	97,95	97,92	97,95	97,92	97,92	97,92	97,91	97,93	97,92	97,93
97,90	97,94	97,90	97,92	97,90	97,91	97,90	97,90	97,91	97,90	97,92
97,95	98,05	97,94	98,01	97,91	97,92	97,96	97,93	97,93	97,94	
0,09	0,14	0,10	0,10	0,09	0,09	0,10	0,09	0,10	0,09	
98,05	98,25	98,06	98,12	98,04	98,09	98,05	98,03	98,04	98,05	
97,70	97,73	97,69	97,77	97,71	97,66	97,69	97,70	97,62	97,70	
0,35	0,52	0,37	0,35	0,33	0,43	0,36	0,33	0,42	0,35	



Tabela A3-30: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de março de 2003

Datas	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17	P18
1/3/2003	97,93	97,96	97,91	97,91	97,89	97,89	96,64	97,89	97,88	97,89	97,91	97,91	97,91	97,87	97,90	99,19
2/3/2003	97,92	97,95	97,90	97,90	97,87	97,94	96,63	97,88	97,87	97,87	97,90	97,90	97,90	97,87	97,89	98,18
3/3/2003	97,90	97,93	97,87	97,87	97,86	97,86	96,67	97,87	97,88	97,85	97,88	97,87	97,87	97,85	97,86	99,19
4/3/2003	98,02	97,95	97,89	97,89	97,88	97,97	96,69	97,89	97,91	97,87	97,90	97,90	97,88	97,88	97,88	99,17
5/3/2003	97,89	97,93	97,89	97,89	97,88	97,97	96,68	97,89	97,89	97,85	97,90	97,90	97,88	97,87	97,87	99,17
6/3/2003	97,90	97,93	97,87	97,90	97,87	97,96	96,69	97,90	97,89	97,88	97,90	97,91	97,89	97,88	97,88	99,16
7/3/2003	97,91	97,94	97,89	97,91	97,89	97,96	96,70	97,91	97,90	97,90	97,90	97,92	97,90	97,89	97,89	99,16
8/3/2003	97,92	97,89	97,90	97,92	97,90	97,97	96,72	97,93	97,92	97,91	97,92	97,94	97,92	97,91	97,90	99,18
9/3/2003	97,96	97,98	97,94	97,95	97,94	98,01	96,76	98,15	97,95	97,95	97,96	97,95	97,95	97,93	97,92	99,14
10/3/2003	97,98	97,99	97,98	97,97	97,96	97,97	96,69	97,95	97,96	97,95	97,96	97,97	97,96	97,96	97,95	99,14
11/3/2003	97,98	97,99	97,98	97,97	97,96	97,97	96,69	97,95	97,97	97,96	97,97	97,98	97,97	97,97	97,96	99,12
12/3/2003	97,97	97,98	97,96	97,95	97,95	97,96	96,68	97,94	97,96	97,94	97,96	97,97	97,96	97,95	97,95	99,12
13/3/2003	97,95	97,98	97,96	97,95	97,93	97,94	96,70	97,94	97,95	97,94	97,95	97,95	97,95	97,93	97,93	99,12
14/3/2003	97,96	97,99	97,97	97,96	97,94	97,95	96,71	97,95	97,96	97,95	97,96	97,96	97,96	97,94	97,94	99,13
15/3/2003	97,94	97,96	97,93	97,92	97,92	97,92	96,70	97,92	97,92	97,91	97,92	97,91	97,92	97,93	97,91	99,10
16/3/2003	97,92	97,94	97,91	97,90	97,91	97,90	96,68	97,90	97,90	97,90	97,91	97,89	97,90	97,91	97,89	99,11
17/3/2003	97,91	97,94	97,91	97,91	97,89	97,89	96,70	97,90	97,91	97,89	97,89	97,90	97,91	97,89	97,89	99,09
18/3/2003	97,90	97,93	97,90	97,90	97,89	97,89	96,71	97,89	97,90	97,89	97,90	97,90	97,90	97,88	97,88	99,08
19/3/2003	97,90	97,93	97,90	97,90	97,88	97,88	96,71	97,90	97,90	97,88	97,89	97,89	97,89	97,88	97,88	99,07
20/3/2003	97,89	97,92	97,89	97,89	97,87	97,87	96,69	97,89	97,89	97,87	97,88	97,88	97,88	97,87	97,87	99,07
21/3/2003	97,88	97,91	97,88	97,89	97,86	97,86	96,68	97,88	97,88	97,86	97,87	97,87	97,87	97,86	97,86	99,06
22/3/2003	97,87	97,90	97,87	97,88	97,85	97,85	96,67	97,87	97,87	97,85	97,86	97,86	97,86	97,85	97,85	99,05
23/3/2003	97,86	97,89	97,86	97,87	97,84	97,84	96,66	97,86	97,86	97,84	97,85	97,85	97,85	97,84	97,84	99,04
24/3/2003	97,88	97,91	97,87	97,87	97,83	97,84	96,65	97,87	97,86	97,83	97,84	97,84	97,85	97,85	97,84	99,04
25/3/2003	97,87	97,90	97,86	97,86	97,85	97,86	96,65	97,86	97,85	97,86	97,87	97,83	97,84	97,85	97,85	99,03
26/3/2003	97,87	97,89	97,86	97,86	97,85	97,86	96,71	97,86	97,86	97,85	97,86	97,85	97,86	97,84	97,84	99,02
27/3/2003	97,87	97,88	97,86	97,86	97,84	97,85	96,70	97,86	97,86	97,84	97,86	97,84	97,82	97,83	97,83	99,01
28/3/2003	97,86	97,88	97,85	97,85	97,83	97,84	96,70	97,85	97,85	97,83	97,85	97,83	97,82	97,82	97,82	99,01
29/3/2003	97,85	97,87	97,84	97,84	97,82	97,83	96,69	97,84	97,84	97,82	97,84	97,82	97,82	97,81	97,81	99,00
30/3/2003	97,84	97,86	97,83	97,83	97,81	97,82	96,68	97,83	97,83	97,81	97,83	97,81	97,82	97,80	97,80	98,99
31/3/2003	97,83	97,85	97,82	97,82	97,80	97,81	96,67	97,82	97,82	97,80	97,82	97,80	97,80	97,79	97,79	98,98
média	97,91	97,93	97,89	97,90	97,88	97,90	96,69	97,90	97,89	97,88	97,89	97,89	97,88	97,88	97,88	99,09
s	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,06	0,03	0,06	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,06
Máximo	98,02	97,99	97,98	97,97	97,96	98,01	96,76	98,15	97,97	97,96	97,97	97,98	97,97	97,97	97,96	99,19
Mínimo	97,83	97,85	97,82	97,82	97,80	97,81	96,63	97,82	97,82	97,80	97,82	97,80	97,80	97,79	97,79	98,98
Máx-Mín	0,19	0,14	0,16	0,15	0,16	0,20	0,13	0,33	0,15	0,16	0,15	0,18	0,17	0,18	0,17	0,21

Continuação Tabela A3-30: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de março de 2003

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,88	97,93	97,87	97,90	97,89	97,89	97,89	97,87	97,88	97,88	97,90
97,87	97,92	97,86	97,89	97,88	97,88	97,88	97,87	97,87	97,87	97,89
97,86	97,91	97,84	97,88	97,86	97,86	97,87	97,85	97,85	97,86	97,87
97,89	97,93	97,86	97,90	97,88	97,88	97,89	97,87	97,87	97,88	97,90
97,86	97,87	97,80	97,90	97,97	97,87	97,89	97,86	97,87	97,88	97,89
97,88	97,89	97,86	97,91	97,98	97,89	97,91	97,88	97,88	97,89	97,90
97,89	97,90	97,87	97,92	97,98	97,90	97,93	97,89	97,89	97,90	97,91
97,91	97,92	97,89	97,93	97,99	97,91	97,94	97,91	97,90	97,91	97,92
97,94	97,94	97,93	97,95	98,02	97,94	97,97	97,94	97,93	97,94	97,96
97,95	97,96	97,94	97,96	98,03	97,95	97,99	97,96	97,95	97,96	97,96
97,95	97,96	97,94	97,96	98,05	97,96	97,97	97,97	97,95	97,97	97,96
97,94	97,95	97,93	98,04	97,95	97,96	97,96	97,94	97,96	97,95	97,95
97,94	97,95	97,93	97,99	97,95	97,94	97,94	97,93	97,95	97,95	97,94
97,95	97,96	97,94	98,00	97,96	97,95	97,95	97,94	97,96	97,96	97,95
97,92	97,93	97,90	97,97	97,92	97,92	97,91	97,91	97,92	97,92	97,92
97,90	97,91	97,87	97,96	97,90	97,90	97,89	97,89	97,90	97,91	97,90
97,89	97,90	97,89	97,96	97,90	97,89	97,90	97,89	97,90	97,90	97,90
97,89	97,91	97,88	97,90	97,89	97,88	97,89	97,89	97,90	97,89	97,89
97,87	97,90	97,87	97,88	97,89	97,88	97,89	97,88	97,89	97,89	97,89
97,86	97,89	97,86	97,87	97,88	97,87	97,88	97,87	97,88	97,88	97,88
97,85	97,88	97,86	97,86	97,87	97,86	97,88	97,86	97,87	97,87	97,87
97,84	97,87	97,85	97,85	97,86	97,85	97,87	97,85	97,86	97,86	97,86
97,83	97,86	97,84	97,84	97,85	97,84	97,86	97,84	97,85	97,85	97,85
97,84	97,86	97,84	97,85	97,86	97,84	97,86	97,84	97,85	97,77	97,85
97,86	97,85	97,84	97,84	97,85	97,83	97,85	97,83	97,84	97,76	97,85
97,85	97,88	97,83	97,86	97,86	97,86	97,86	97,84	97,86	97,85	97,86
97,84	97,87	97,82	97,86	97,86	97,86	97,85	97,83	97,85	97,84	97,85
97,83	97,86	97,81	97,85	97,85	97,85	97,84	97,83	97,85	97,83	97,84
97,82	97,85	97,80	97,84	97,84	97,85	97,83	97,82	97,84	97,82	97,83
97,81	97,84	97,79	97,83	97,83	97,84	97,82	97,81	97,83	97,81	97,82
97,80	97,83	97,78	97,82	97,82	97,83	97,81	97,80	97,82	97,80	97,81
97,88	97,90	97,87	97,90	97,91	97,88	97,89	97,87	97,89	97,88	97,88
0,04	0,04	0,04	0,06	0,06	0,04	0,05	0,04	0,04	0,06	0,06
97,95	97,96	97,94	98,05	98,03	97,97	97,99	97,96	97,97	97,96	97,96
97,80	97,83	97,78	97,82	97,82	97,83	97,81	97,80	97,82	97,76	97,76
0,15	0,13	0,16	0,23	0,21	0,14	0,18	0,16	0,15	0,20	0,20

Tabela A3-31: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de abril de 2003

Datas	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17	P18
1/4/2003	97,84	97,82	97,81	97,81	97,80	97,81	97,82	97,80	97,80	97,79	97,80	97,80	97,85	97,79	97,79	97,80
2/4/2003	97,82	97,81	97,81	97,80	97,79	97,81	97,82	97,80	97,80	97,78	97,80	97,80	97,84	97,79	97,79	97,80
3/4/2003	97,81	97,81	97,81	97,79	97,80	97,79	97,81	97,80	97,80	97,79	97,80	97,79	97,83	97,78	97,79	97,79
4/4/2003	97,80	97,80	97,80	97,79	97,79	97,78	97,80	97,79	97,79	97,78	97,79	97,78	97,82	97,77	97,78	97,78
5/4/2003	97,83	97,82	97,83	97,82	97,83	97,80	97,83	97,83	97,81	97,81	97,82	97,80	97,84	97,80	97,80	97,81
6/4/2003	97,85	97,84	97,85	97,84	97,86	97,82	97,85	97,86	97,83	97,83	97,86	97,80	97,87	97,82	97,82	97,83
7/4/2003	97,81	97,82	97,80	97,80	97,80	97,80	97,81	97,80	97,79	97,79	97,80	97,79	97,81	97,78	97,78	97,79
8/4/2003	97,81	97,82	97,81	97,80	97,80	97,80	97,81	97,80	97,80	97,79	97,80	97,79	97,81	97,78	97,79	97,80
9/4/2003	97,80	97,81	97,80	97,80	97,79	97,80	97,81	97,80	97,80	97,78	97,80	97,79	97,80	97,78	97,78	97,79
10/4/2003	97,80	97,80	97,79	97,80	97,78	97,79	97,81	97,79	97,79	97,78	97,80	97,79	97,79	97,76	97,77	97,78
11/4/2003	97,80	97,81	97,80	97,80	97,79	97,80	97,80	97,79	97,79	97,78	97,79	97,78	97,79	97,76	97,77	97,79
12/4/2003	97,79	97,80	97,79	97,80	97,78	97,79	97,80	97,79	97,78	97,77	97,78	97,78	97,79	97,76	97,76	97,79
13/4/2003	97,78	97,79	97,78	97,79	97,78	97,78	97,79	97,78	97,77	97,75	97,76	97,77	97,77	97,75	97,74	97,78
14/4/2003	97,80	97,79	97,78	97,77	97,77	97,77	97,78	97,77	97,77	97,76	97,77	97,77	97,80	97,75	97,76	97,77
15/4/2003	97,78	97,78	97,78	97,77	97,77	97,76	97,78	97,77	97,77	97,76	97,77	97,76	97,78	97,75	97,75	97,70
16/4/2003	97,77	97,77	97,77	97,76	97,76	97,75	97,78	97,76	97,76	97,75	97,74	97,75	97,77	97,75	97,75	97,69
19/4/2003	97,82	97,81	97,80	97,81	97,79	97,80	97,82	97,81	97,80	97,80	97,79	97,79	97,81	97,79	97,79	97,80
20/4/2003	97,81	97,80	97,79	97,80	97,78	97,79	97,81	97,80	97,79	97,79	97,78	97,78	97,80	97,78	97,78	97,79
21/4/2003	97,80	97,79	97,78	97,79	97,77	97,78	97,80	97,79	97,78	97,78	97,77	97,77	97,79	97,77	97,77	97,78
22/4/2003	97,79	97,78	97,77	97,78	97,76	97,77	97,79	97,78	97,77	97,77	97,77	97,76	97,78	97,76	97,76	97,77
média	97,81	97,80	97,79	97,80	97,79	97,79	97,81	97,79	97,78	97,79	97,79	97,78	97,80	97,78	97,78	97,78
s	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,03
Máximo	97,85	97,84	97,85	97,84	97,86	97,82	97,85	97,86	97,83	97,83	97,86	97,80	97,87	97,82	97,82	97,83
Mínimo	97,77	97,77	97,77	97,76	97,76	97,75	97,78	97,76	97,76	97,75	97,74	97,75	97,77	97,75	97,74	97,69
Máx-Min	0,08	0,07	0,08	0,08	0,10	0,07	0,07	0,10	0,07	0,08	0,12	0,05	0,10	0,07	0,08	0,14

Tabela A3-32: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de maio de 2003

Datas	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17	P18
10/5/2003	97,74	97,71	97,71	97,70	97,70	97,71	97,72	97,70	97,70	97,70	97,70	97,70	97,72	97,69	97,69	97,69
11/5/2003	97,72	97,71	97,70	97,70	97,70	97,70	97,71	97,70	97,70	97,69	97,69	97,69	97,71	97,68	97,68	97,69
12/5/2003	97,71	97,71	97,70	97,70	97,69	97,69	97,71	97,70	97,69	97,69	97,70	97,68	97,71	97,68	97,68	97,69
13/5/2003	97,71	97,70	97,69	97,69	97,68	97,69	97,70	97,69	97,68	97,68	97,69	97,69	97,71	97,67	97,68	97,68
14/5/2003	97,70	97,69	97,69	97,69	97,67	97,68	97,75	97,68	97,70	97,67	97,65	97,68	97,71	97,67	97,67	97,67
15/5/2003	97,70	97,70	97,69	97,68	97,67	97,68	97,70	97,68	97,68	97,67	97,64	97,68	97,71	97,66	97,67	97,68
16/5/2003	97,69	97,69	97,68	97,67	97,67	97,69	97,67	97,67	97,66	97,66	97,63	97,67	97,71	97,65	97,66	97,68
17/5/2003	97,68	97,68	97,67	97,66	97,66	97,66	97,68	97,66	97,67	97,65	97,62	97,66	97,70	97,64	97,65	97,67
18/5/2003	97,68	97,68	97,67	97,65	97,65	97,66	97,68	97,65	97,66	97,60	97,61	97,65	97,69	97,64	97,63	97,65
19/5/2003	97,67	97,67	97,66	97,64	97,64	97,65	97,67	97,64	97,65	97,59	97,60	97,64	97,68	97,63	97,62	97,64
22/5/2003	97,67	97,68	97,65	97,65	97,66	97,65	97,67	97,66	97,65	97,65	97,66	97,64	97,65	97,64	97,64	97,65
23/5/2003	97,65	97,66	97,63	97,63	97,64	97,63	97,65	97,64	97,63	97,63	97,64	97,62	97,63	97,62	97,62	97,63
24/5/2003	97,66	97,64	97,61	97,61	97,62	97,61	97,63	97,63	97,61	97,61	97,62	97,60	97,61	97,60	97,60	97,66
25/5/2003	97,66	97,64	97,61	97,61	97,66	97,62	97,64	97,62	97,62	97,64	97,55	97,62	97,62	97,63	97,63	97,64
26/5/2003	97,67	97,66	97,64	97,64	97,66	97,63	97,65	97,63	97,64	97,65	97,67	97,65	97,65	97,63	97,65	97,64
27/5/2003	97,66	97,65	97,61	97,63	97,64	97,62	97,64	97,63	97,64	97,63	97,64	97,64	97,64	97,63	97,64	97,64
28/5/2003	97,65	97,64	97,60	97,62	97,63	97,61	97,63	97,62	97,63	97,62	97,64	97,63	97,63	97,63	97,63	97,63
29/5/2003	97,64	97,63	97,59	97,61	97,62	97,60	97,62	97,61	97,62	97,61	97,63	97,62	97,62	97,62	97,62	97,62
30/5/2003	97,66	97,65	97,61	97,64	97,65	97,62	97,64	97,63	97,65	97,63	97,65	97,64	97,64	97,64	97,64	97,64
31/5/2003	97,65	97,67	97,64	97,64	97,64	97,63	97,66	97,64	97,64	97,64	97,64	97,64	97,63	97,62	97,63	97,64
média	97,68	97,67	97,65	97,65	97,66	97,65	97,67	97,65	97,65	97,65	97,64	97,65	97,66	97,65	97,65	97,65
s	0,03	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02
Máximo	97,74	97,71	97,71	97,70	97,70	97,71	97,75	97,70	97,70	97,70	97,70	97,70	97,72	97,69	97,69	97,69
Mínimo	97,64	97,63	97,59	97,61	97,62	97,60	97,62	97,61	97,61	97,59	97,55	97,60	97,61	97,60	97,60	97,62
Máx-Min	0,10	0,08	0,12	0,09	0,08	0,11	0,13	0,09	0,09	0,11	0,15	0,10	0,11	0,09	0,09	0,07

Continuação Tabela A3-31: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de abril de 2003

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,80	97,80	97,79	97,80	97,81	97,84	97,81	97,80	97,81	97,80	97,81
97,80	97,80	97,79	97,80	97,80	97,83	97,81	97,80	97,81	97,80	97,80
97,79	97,80	97,78	97,79	97,80	97,82	97,81	97,79	97,80	97,79	97,80
97,78	97,79	97,78	97,78	97,79	97,81	97,80	97,78	97,79	97,78	97,79
97,79	97,82	97,80	97,80	97,82	97,84	97,81	97,82	97,81	97,82	97,82
97,81	97,84	97,81	97,83	97,83	97,85	97,83	97,84	97,83	97,85	97,84
97,79	97,79	97,77	97,88	97,80	97,82	97,79	97,80	97,80	97,79	97,80
97,79	97,80	97,78	97,88	97,80	97,80	97,81	97,80	97,80	97,79	97,80
97,79	97,75	97,77	97,88	97,80	97,81	97,80	97,79	97,79	97,79	97,80
97,78	97,74	97,75	97,87	97,79	97,80	97,80	97,79	97,79	97,78	97,80
97,78	97,75	97,77	97,86	97,79	97,80	97,79	97,79	97,79	97,78	97,79
97,78	97,75	97,77	97,86	97,79	97,79	97,79	97,79	97,79	97,78	97,79
97,77	97,73	97,76	97,85	97,78	97,78	97,79	97,78	97,79	97,78	97,79
97,76	97,77	97,75	97,85	97,77	97,81	97,78	97,78	97,78	97,77	97,77
97,76	97,76	97,75	97,84	97,77	97,79	97,78	97,78	97,77	97,76	97,78
97,76	97,76	97,75	97,83	97,76	97,79	97,78	97,77	97,76	97,76	97,77
97,80	97,80	97,78	97,85	97,80	97,80	97,81	97,80	97,80	97,75	97,76
97,79	97,79	97,77	97,84	97,79	97,79	97,80	97,80	97,80	97,80	97,80
97,78	97,78	97,76	97,83	97,78	97,79	97,80	97,79	97,79	97,79	97,79
97,77	97,77	97,75	97,82	97,77	97,77	97,78	97,78	97,78	97,78	97,78
97,78	97,78	97,78	97,83	97,79	97,79	97,80	97,79	97,77	97,77	97,77
0,01	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	
97,81	97,84	97,81	97,88	97,83	97,85	97,83	97,84	97,83	97,85	
97,76	97,73	97,75	97,78	97,76	97,77	97,77	97,77	97,76	97,75	
0,05	0,11	0,06	0,10	0,07	0,08	0,06	0,07	0,07	0,10	

Continuação Tabela A3-32: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de maio de 2003

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,70	97,70	97,68	97,75	97,72	97,75	97,71	97,70	97,70	97,70	97,71
97,69	97,69	97,67	97,75	97,70	97,74	97,70	97,69	97,69	97,69	97,70
97,69	97,68	97,66	97,75	97,70	97,73	97,69	97,69	97,71	97,69	97,70
97,68	97,68	97,67	97,74	97,68	97,72	97,70	97,69	97,68	97,68	97,69
97,67	97,68	97,67	97,73	97,67	97,71	97,69	97,68	97,68	97,68	97,69
97,68	97,68	97,66	97,67	97,68	97,71	97,68	97,67	97,67	97,67	97,68
97,67	97,67	97,65	97,67	97,67	97,70	97,67	97,66	97,67	97,67	97,68
97,66	97,66	97,64	97,66	97,66	97,69	97,66	97,66	97,66	97,66	97,67
97,66	97,65	97,63	97,65	97,66	97,65	97,66	97,65	97,66	97,66	97,66
97,65	97,64	97,62	97,64	97,65	97,64	97,65	97,64	97,64	97,66	97,65
97,65	97,65	97,64	97,73	97,66	97,70	97,66	97,67	97,65	97,65	97,64
97,63	97,63	97,62	97,71	97,64	97,68	97,64	97,65	97,65	97,65	97,66
97,61	97,61	97,60	97,69	97,62	97,66	97,62	97,63	97,63	97,63	97,64
97,63	97,62	97,63	97,70	97,64	97,66	97,62	97,63	97,61	97,61	97,62
97,65	97,64	97,65	97,71	97,63	97,66	97,64	97,64	97,63	97,63	97,63
97,64	97,64	97,64	97,71	97,62	97,66	97,65	97,63	97,64	97,65	97,65
97,63	97,63	97,63	97,70	97,61	97,65	97,65	97,62	97,63	97,64	97,64
97,62	97,62	97,62	97,69	97,60	97,64	97,64	97,62	97,62	97,63	97,63
97,65	97,64	97,64	97,71	97,62	97,66	97,66	97,61	97,61	97,62	97,62
97,64	97,64	97,61	97,69	97,65	97,62	97,63	97,64	97,63	97,64	97,64
97,66	97,65	97,65	97,70	97,66	97,68	97,66	97,65	97,64	97,64	97,64
0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,02	
97,70	97,70	97,68	97,75	97,72	97,75	97,71	97,70	97,71	97,70	
97,61	97,61	97,60	97,64	97,60	97,62	97,62	97,61	97,61	97,61	
0,09	0,09	0,08	0,11	0,12	0,13	0,09	0,09	0,10	0,09	

Tabela A3-33: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de junho de 2003

Datas	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17	P18
1/6/2003	97,64	97,66	97,63	97,63	97,63	97,62	97,65	97,63	97,63	97,63	97,63	97,63	97,62	97,61	97,62	97,63
2/6/2003	97,63	97,65	97,62	97,62	97,62	97,61	97,64	97,62	97,62	97,62	97,62	97,62	97,61	97,60	97,61	97,62
3/6/2003	97,64	97,63	97,61	97,61	97,61	97,60	97,63	97,62	97,62	97,61	97,62	97,61	97,61	97,60	97,61	97,60
4/6/2003	97,69	97,18	97,65	97,67	97,66	97,64	97,66	97,66	97,66	97,65	97,66	97,66	97,67	97,64	97,65	97,65
5/6/2003	97,69	97,18	97,65	97,67	97,66	97,64	97,66	97,66	97,66	97,65	97,66	97,66	97,67	97,64	97,65	97,65
6/6/2003	97,67	97,16	97,63	97,65	97,64	97,62	97,64	97,64	97,64	97,63	97,64	97,64	97,65	97,62	97,63	97,63
7/6/2003	97,64	97,65	97,64	97,63	97,63	97,62	97,64	97,63	97,63	97,63	97,63	97,62	97,63	97,61	97,62	97,62
8/6/2003	97,63	97,64	97,63	97,62	97,62	97,61	97,63	97,62	97,62	97,62	97,62	97,61	97,62	97,60	97,61	97,61
9/6/2003	97,65	97,63	97,63	97,62	97,62	97,61	97,63	97,62	97,62	97,65	97,62	97,61	97,62	97,61	97,61	97,63
10/6/2003	97,65	97,59	97,63	97,62	97,63	97,63	97,64	97,63	97,62	97,63	97,63	97,65	97,62	97,62	97,63	97,63
11/6/2003	97,64	97,58	97,62	97,61	97,62	97,61	97,63	97,62	97,61	97,62	97,62	97,64	97,61	97,61	97,62	97,62
12/6/2003	97,63	97,57	97,61	97,60	97,61	97,61	97,62	97,61	97,60	97,61	97,61	97,63	97,60	97,60	97,61	97,61
13/6/2003	97,60	97,55	97,59	97,58	97,59	97,59	97,62	97,60	97,59	97,59	97,60	97,66	97,59	97,60	97,59	97,61
14/6/2003	97,59	97,53	97,58	97,57	97,57	97,57	97,61	97,59	97,57	97,58	97,59	97,65	97,58	97,58	97,59	97,59
15/6/2003	97,59	97,53	97,58	97,57	97,57	97,58	97,60	97,58	97,57	97,58	97,58	97,64	97,57	97,57	97,58	97,58
16/6/2003	97,58	97,52	97,57	97,56	97,56	97,57	97,59	97,57	97,56	97,57	97,57	97,61	97,56	97,56	97,57	97,57
17/6/2003	97,59	97,58	97,60	97,59	97,59	97,58	97,60	97,59	97,59	97,58	97,60	97,59	97,61	97,57	97,58	97,59
18/6/2003	97,59	97,52	97,57	97,57	97,55	97,57	97,60	97,57	97,55	97,57	97,57	97,60	97,56	97,57	97,57	97,56
19/6/2003	97,61	97,55	97,57	97,58	97,56	97,58	97,61	97,58	97,56	97,58	97,58	97,61	97,57	97,58	97,58	97,56
20/6/2003	97,60	97,72	97,60	97,60	97,59	97,59	97,60	97,59	97,58	97,61	97,60	97,61	97,58	97,58	97,58	97,59
21/6/2003	97,59	97,71	97,59	97,59	97,58	97,58	97,59	97,58	97,57	97,60	97,59	97,60	97,57	97,57	97,57	97,58
22/6/2003	97,62	97,62	97,61	97,61	97,58	97,59	97,61	97,60	97,60	97,58	97,60	97,59	97,61	97,58	97,59	97,59
23/6/2003	97,61	97,61	97,60	97,60	97,57	97,58	97,60	97,59	97,59	97,57	97,59	97,58	97,60	97,57	97,58	97,58
24/6/2003	97,60	97,60	97,59	97,58	97,56	97,57	97,59	97,58	97,58	97,56	97,58	97,57	97,59	97,56	97,57	97,57
25/6/2003	97,59	97,59	97,58	97,57	97,55	97,56	97,58	97,57	97,57	97,55	97,57	97,56	97,58	97,54	97,56	97,56
26/6/2003	97,58	97,58	97,57	97,56	97,54	97,55	97,57	97,56	97,56	97,54	97,57	97,55	97,57	97,44	97,55	97,55
27/6/2003	97,57	97,57	97,56	97,55	97,53	97,54	97,56	97,55	97,55	97,53	97,56	97,54	97,56	97,43	97,54	97,54
28/6/2003	97,56	97,56	97,55	97,54	97,52	97,53	97,55	97,54	97,54	97,52	97,55	97,53	97,55	97,42	97,53	97,53
29/6/2003	97,55	97,55	97,54	97,53	97,51	97,52	97,54	97,53	97,53	97,51	97,54	97,53	97,54	97,41	97,52	97,52
30/6/2003	97,57	97,56	97,55	97,55	97,50	97,51	97,56	97,54	97,55	97,53	97,56	97,55	97,56	97,42	97,52	97,53
média	97,61	97,55	97,59	97,60	97,59	97,59	97,61	97,59	97,59	97,59	97,60	97,61	97,59	97,57	97,59	97,59
s	0,04	0,14	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,07	0,03	0,04
Máximo	97,69	97,72	97,65	97,67	97,66	97,64	97,66	97,66	97,66	97,65	97,66	97,66	97,67	97,64	97,65	97,65
Mínimo	97,55	97,16	97,54	97,53	97,50	97,51	97,54	97,53	97,53	97,51	97,54	97,53	97,54	97,41	97,52	97,52
Máx-Mín	0,14	0,56	0,11	0,14	0,16	0,13	0,12	0,13	0,13	0,14	0,12	0,13	0,13	0,23	0,13	0,13

Continuação Tabela A3-33: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de junho de 2003

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,63	97,63	97,60	97,68	97,64	97,61	97,62	97,64	97,63	97,63	97,63
97,62	97,62	97,59	97,67	97,63	97,60	97,61	97,63	97,62	97,62	97,62
97,61	97,62	97,59	97,66	97,62	97,60	97,60	97,63	97,61	97,61	97,61
97,65	97,61	97,64	97,68	97,66	97,68	97,65	97,64	97,65	97,64	97,64
97,65	97,61	97,64	97,68	97,66	97,68	97,65	97,64	97,65	97,64	97,64
97,63	97,59	97,62	97,66	97,64	97,66	97,63	97,62	97,63	97,62	97,62
97,62	97,62	97,61	97,65	97,63	97,66	97,64	97,62	97,61	97,63	97,62
97,61	97,61	97,60	97,64	97,62	97,65	97,63	97,61	97,60	97,62	97,63
97,62	97,59	97,61	97,61	97,62	97,64	97,62	97,61	97,60	97,62	97,62
97,60	97,58	97,61	97,68	97,63	97,62	97,63	97,63	97,62	97,62	97,62
97,59	97,57	97,60	97,67	97,62	97,61	97,62	97,62	97,61	97,61	97,63
97,60	97,56	97,59	97,66	97,61	97,60	97,61	97,61	97,60	97,60	97,62
97,60	97,56	97,56	97,64	97,61	97,59	97,61	97,61	97,60	97,60	97,61
97,58	97,55	97,55	97,63	97,59	97,57	97,59	97,59	97,59	97,58	97,60
97,57	97,54	97,55	97,63	97,58	97,57	97,58	97,58	97,58	97,58	97,58
97,56	97,53	97,54	97,62	97,57	97,56	97,57	97,57	97,57	97,57	97,58
97,57	97,59	97,58	97,64	97,59	97,60	97,59	97,59	97,59	97,59	97,57
97,56	97,54	97,54	97,61	97,57	97,56	97,57	97,57	97,56	97,56	97,59
97,57	97,55	97,55	97,62	97,58	97,57	97,58	97,58	97,58	97,57	97,57
97,59	97,62	97,56	97,63	97,60	97,59	97,58	97,59	97,58	97,57	97,58
97,58	97,61	97,55	97,62	97,59	97,58	97,57	97,58	97,57	97,56	97,60
97,59	97,59	97,58	97,63	97,60	97,62	97,60	97,57	97,59	97,58	97,59
97,58	97,58	97,57	97,62	97,59	97,61	97,59	97,56	97,58	97,57	97,60
97,57	97,57	97,56	97,61	97,58	97,60	97,58	97,57	97,57	97,57	97,59
97,56	97,56	97,55	97,60	97,57	97,59	97,57	97,56	97,56	97,56	97,58
97,55	97,55	97,54	97,59	97,56	97,58	97,56	97,55	97,55	97,55	97,57
97,54	97,54	97,53	97,58	97,55	97,57	97,55	97,54	97,54	97,54	97,55
97,53	97,53	97,52	97,57	97,54	97,56	97,54	97,53	97,53	97,53	97,54
97,52	97,52	97,51	97,56	97,53	97,55	97,53	97,52	97,52	97,51	97,53
97,53	97,53	97,51	97,56	97,53	97,53	97,55	97,52	97,52	97,51	97,52
97,59	97,57	97,58	97,63	97,60	97,60	97,60	97,58	97,59	97,59	97,53
0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	
97,65	97,63	97,64	97,68	97,66	97,68	97,65	97,64	97,65	97,64	
97,52	97,52	97,51	97,56	97,53	97,53	97,53	97,52	97,52	97,51	
0,13	0,11	0,13	0,12	0,13	0,15	0,12	0,12	0,13	0,13	

Tabela A3-34: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de julho de 2003

Datas	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17	P18
1/7/2003	97,57	97,56	97,55	97,55	97,55	97,54	97,56	97,54	97,55	97,54	97,55	97,55	97,56	97,42	97,52	97,55
2/7/2003	97,56	97,55	97,54	97,55	97,50	97,54	97,56	97,54	97,55	97,53	97,56	97,55	97,56	97,58	97,56	97,55
3/7/2003	97,56	97,53	97,54	97,55	97,47	97,54	97,57	97,53	97,56	97,53	97,59	97,55	97,57	97,57	97,53	97,55
4/7/2003	97,55	97,52	97,53	97,54	97,48	97,53	97,56	97,52	97,55	97,52	97,58	97,54	97,56	97,56	97,52	97,54
5/7/2003	97,57	97,57	97,56	97,56	97,57	97,53	97,56	97,56	97,56	97,51	97,57	97,54	97,56	97,55	97,50	97,54
6/7/2003	97,56	97,56	97,55	97,55	97,56	97,52	97,55	97,55	97,55	97,50	97,56	97,53	97,55	97,54	97,49	97,53
7/7/2003	97,55	97,55	97,54	97,54	97,55	97,51	97,54	97,54	97,54	97,49	97,55	97,52	97,54	97,53	97,47	97,53
8/7/2003	97,55	97,55	97,53	97,53	97,54	97,50	97,54	97,53	97,53	97,48	97,54	97,51	97,53	97,47	97,47	97,53
9/7/2003	97,54	97,54	97,52	97,52	97,53	97,49	97,53	97,52	97,52	97,47	97,53	97,50	97,52	97,46	97,46	97,52
10/7/2003	97,53	97,53	97,51	97,51	97,52	97,48	97,52	97,51	97,51	97,46	97,52	97,49	97,51	97,45	97,45	97,51
11/7/2003	97,54	97,54	97,52	97,52	97,53	97,49	97,53	97,52	97,52	97,47	97,53	97,50	97,52	97,46	97,46	97,52
12/7/2003	97,55	97,55	97,53	97,53	97,54	97,50	97,54	97,53	97,53	97,48	97,54	97,51	97,53	97,47	97,47	97,53
13/7/2003	97,57	97,57	97,55	97,55	97,56	97,52	97,56	97,55	97,55	97,50	97,56	97,53	97,55	97,49	97,49	97,55
14/7/2003	97,62	97,61	97,60	97,59	97,60	97,59	97,62	97,54	97,60	97,50	97,56	97,53	97,55	97,49	97,49	97,55
15/7/2003	97,63	97,62	97,61	97,60	97,59	97,59	97,63	97,55	97,61	97,59	97,60	97,59	97,56	97,58	97,58	97,60
16/7/2003	97,61	97,60	97,60	97,59	97,58	97,59	97,60	97,59	97,60	97,58	97,59	97,59	97,60	97,57	97,57	97,59
17/7/2003	97,60	97,59	97,59	97,58	97,58	97,58	97,59	97,58	97,59	97,57	97,58	97,57	97,57	97,56	97,56	97,58
18/7/2003	97,60	97,60	97,58	97,58	97,58	97,56	97,59	97,59	97,58	97,57	97,57	97,57	97,60	97,56	97,56	97,58
19/7/2003	97,59	97,59	97,57	97,57	97,57	97,55	97,58	97,58	97,57	97,56	97,56	97,56	97,59	97,55	97,56	97,57
20/7/2003	97,58	97,58	97,56	97,56	97,56	97,54	97,57	97,57	97,57	97,55	97,55	97,55	97,58	97,54	97,55	97,56
21/7/2003	97,57	97,57	97,55	97,55	97,55	97,53	97,56	97,56	97,55	97,54	97,54	97,54	97,57	97,53	97,54	97,55
22/7/2003	97,56	97,56	97,54	97,54	97,54	97,52	97,55	97,55	97,54	97,53	97,53	97,53	97,56	97,52	97,53	97,54
23/7/2003	97,55	97,55	97,53	97,53	97,53	97,51	97,54	97,54	97,53	97,52	97,52	97,52	97,55	97,51	97,52	97,53
24/7/2003	97,56	97,56	97,56	97,56	97,54	97,55	97,58	97,51	97,56	97,54	97,54	97,55	97,55	97,54	97,53	97,54
25/7/2003	97,55	97,55	97,55	97,55	97,53	97,54	97,57	97,50	97,55	97,53	97,53	97,54	97,54	97,53	97,52	97,53
26/7/2003	97,54	97,54	97,54	97,54	97,52	97,53	97,56	97,49	97,54	97,52	97,52	97,53	97,53	97,52	97,51	97,52
27/7/2003	97,54	97,54	97,53	97,52	97,52	97,52	97,54	97,48	97,52	97,52	97,52	97,52	97,54	97,51	97,51	97,52
28/7/2003	97,56	97,58	97,55	97,55	97,54	97,53	97,57	97,55	97,52	97,55	97,55	97,53	97,56	97,54	97,54	97,54
29/7/2003	97,55	97,57	97,54	97,54	97,53	97,52	97,56	97,54	97,51	97,54	97,54	97,52	97,55	97,53	97,53	97,53
30/7/2003	97,54	97,56	97,53	97,53	97,52	97,51	97,55	97,53	97,50	97,53	97,53	97,51	97,54	97,52	97,52	97,52
31/7/2003	97,54	97,56	97,53	97,53	97,52	97,51	97,55	97,53	97,50	97,52	97,52	97,50	97,53	97,51	97,51	97,52
média	97,57	97,56	97,55	97,55	97,54	97,53	97,56	97,54	97,54	97,53	97,55	97,53	97,55	97,52	97,52	97,54
s	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0,03	0,02
Máximo	97,63	97,62	97,61	97,60	97,60	97,59	97,63	97,59	97,61	97,59	97,60	97,59	97,60	97,58	97,58	97,60
Mínimo	97,53	97,52	97,51	97,51	97,47	97,48	97,52	97,48	97,50	97,46	97,52	97,49	97,51	97,42	97,45	97,51
Máx-Mín	0,10	0,10	0,10	0,09	0,13	0,11	0,11	0,11	0,11	0,13	0,08	0,10	0,09	0,16	0,13	0,09

Continuação Tabela A3-34: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de julho de 2003

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,55	97,55	97,54	97,61	97,56	97,59	97,56	97,54	97,55	97,55	97,55
97,54	97,55	97,54	97,60	97,53	97,54	97,55	97,53	97,55	97,51	97,55
97,54	97,54	97,55	97,60	97,54	97,53	97,55	97,52	97,55	97,52	97,55
97,53	97,53	97,54	97,59	97,53	97,52	97,54	97,51	97,54	97,51	97,54
97,54	97,52	97,53	97,57	97,52	97,51	97,52	97,49	97,53	97,50	97,54
97,53	97,51	97,52	97,56	97,51	97,50	97,51	97,48	97,52	97,49	97,53
97,52	97,50	97,51	97,55	97,50	97,49	97,50	97,47	97,51	97,48	97,52
97,52	97,50	97,51	97,59	97,50	97,48	97,49	97,46	97,50	97,47	97,51
97,51	97,49	97,50	97,58	97,49	97,47	97,48	97,45	97,49	97,46	97,50
97,50	97,48	97,49	97,57	97,48	97,46	97,47	97,44	97,48	97,45	97,49
97,51	97,49	97,50	97,58	97,49	97,47	97,48	97,45	97,49	97,46	97,50
97,52	97,50	97,51	97,59	97,50	97,48	97,49	97,46	97,50	97,47	97,51
97,54	97,52	97,53	97,61	97,52	97,50	97,51	97,48	97,52	97,49	97,53
97,54	97,52	97,53	97,61	97,52	97,50	97,51	97,49	97,52	97,48	97,55
97,55	97,53	97,57	97,58	97,53	97,51	97,52	97,56	97,53	97,49	97,57
97,58	97,52	97,56	97,57	97,60	97,50	97,59	97,55	97,57	97,58	97,58
97,58	97,51	97,55	97,56	97,59	97,57	97,58	97,54	97,56	97,57	97,57
97,57	97,59	97,56	97,63	97,58	97,58	97,58	97,59	97,59	97,57	97,58
97,57	97,59	97,56	97,63	97,58	97,58	97,58	97,59	97,59	97,57	97,57
97,56	97,58	97,55	97,62	97,57	97,57	97,57	97,58	97,58	97,56	97,57
97,55	97,57	97,54	97,61	97,56	97,56	97,56	97,57	97,57	97,55	97,56
97,54	97,56	97,53	97,60	97,55	97,55	97,55	97,56	97,56	97,54	97,55
97,53	97,55	97,52	97,59	97,54	97,54	97,54	97,55	97,55	97,53	97,54
97,52	97,54	97,51	97,58	97,53	97,53	97,53	97,54	97,54	97,52	97,53
97,53	97,55	97,54	97,58	97,55	97,56	97,54	97,54	97,55	97,54	97,55
97,52	97,54	97,53	97,57	97,54	97,55	97,53	97,53	97,54	97,53	97,54
97,51	97,53	97,52	97,56	97,53	97,54	97,52	97,52	97,53	97,52	97,53
97,51	97,52	97,51	97,56	97,53	97,54	97,52	97,52	97,52	97,52	97,52
97,53	97,54	97,52	97,58	97,55	97,54	97,55	97,52	97,56	97,55	97,55
97,52	97,53	97,51	97,57	97,54	97,53	97,54	97,51	97,55	97,54	97,54
97,51	97,52	97,50	97,56	97,53	97,52	97,53	97,50	97,54	97,53	97,53
97,52	97,52	97,50	97,56	97,53	97,52	97,53	97,50	97,53	97,52	97,52
97,53	97,53	97,53	97,58	97,54	97,52	97,53	97,51	97,54	97,52	97,52
0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	
97,58	97,59	97,57	97,63	97,60	97,59	97,59	97,59	97,59	97,58	
97,50	97,48	97,49	97,55	97,48	97,46	97,47	97,44	97,48	97,45	
0,08	0,11	0,08	0,08	0,12	0,13	0,12	0,15	0,11	0,13	



Tabela A3-35: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de agosto de 2003

Datas	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17	P18
1/8/2003	97,53	97,55	97,52	97,52	97,51	97,50	97,54	97,52	97,49	97,51	97,51	97,50	97,52	97,50	97,50	97,51
2/8/2003	97,52	97,54	97,51	97,51	97,50	97,49	97,53	97,51	97,48	97,50	97,50	97,49	97,51	97,49	97,49	97,50
3/8/2003	97,52	97,53	97,51	97,51	97,50	97,49	97,53	97,51	97,48	97,50	97,50	97,49	97,51	97,49	97,49	97,50
4/8/2003	97,51	97,52	97,50	97,50	97,49	97,48	97,52	97,50	97,47	97,49	97,49	97,48	97,50	97,48	97,50	97,49
5/8/2003	97,50	97,51	97,49	97,49	97,48	97,47	97,51	97,49	97,46	97,48	97,48	97,47	97,49	97,47	97,49	97,48
6/8/2003	97,49	97,50	97,48	97,48	97,47	97,46	97,50	97,48	97,45	97,47	97,47	97,46	97,48	97,46	97,47	97,47
7/8/2003	97,49	97,50	97,48	97,48	97,47	97,46	97,50	97,48	97,45	97,47	97,47	97,46	97,48	97,46	97,48	97,47
8/8/2003	97,48	97,49	97,47	97,47	97,46	97,45	97,49	97,47	97,44	97,46	97,46	97,45	97,47	97,45	97,48	97,47
média	97,51	97,52	97,49	97,50	97,49	97,48	97,52	97,49	97,46	97,49	97,48	97,48	97,49	97,48	97,49	97,48
s	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02
Máximo	97,53	97,55	97,52	97,52	97,51	97,50	97,54	97,52	97,49	97,51	97,51	97,50	97,52	97,50	97,50	97,51
Mínimo	97,48	97,49	97,47	97,47	97,46	97,45	97,49	97,47	97,44	97,46	97,46	97,45	97,47	97,45	97,47	97,46
Máx-Mín	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,05

Tabela A3-36: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de outubro de 2003

Datas	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17	P18
30/10/2003	97,69	97,70	97,69	97,68	97,68	97,68	97,70	97,68	97,68	97,67	97,68	97,67	97,69	97,66	97,67	97,68

Tabela A3-37: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de novembro de 2003

Datas	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17	P18
4/11/2003	97,65	97,66	97,66	97,65	97,64	97,64	97,65	97,65	97,65	97,64	97,64	97,64	97,65	97,63	97,63	97,64
6/11/2003	97,65	97,66	97,66	97,65	97,64	97,65	97,66	97,65	97,65	97,64	97,65	97,64	97,66	97,63	97,64	97,64
14/11/2003	97,64	97,65	97,64	97,63	97,63	97,63	97,65	97,64	97,64	97,62	97,63	97,62	97,64	97,62	97,62	97,63
17/11/2003	97,65	97,67	97,66	97,65	97,64	97,65	97,67	97,65	97,65	97,64	97,65	97,64	97,66	97,64	97,64	97,65
19/11/2003	97,65	97,66	97,66	97,65	97,64	97,65	97,66	97,64	97,64	97,64	97,64	97,63	97,65	97,63	97,63	97,64
21/11/2003	97,63	97,64	97,63	97,62	97,61	97,62	97,64	97,62	97,62	97,61	97,62	97,61	97,63	97,60	97,60	97,61
25/11/2003	97,60	97,61	97,59	97,59	97,58	97,59	97,61	97,59	97,59	97,57	97,59	97,58	97,60	97,57	97,58	97,58
27/11/2003	97,59	97,59	97,59	97,58	97,57	97,57	97,60	97,58	97,58	97,57	97,57	97,58	97,57	97,58	97,56	97,57
30/11/2003	97,60	97,61	97,60	97,59	97,59	97,59	97,61	97,60	97,59	97,59	97,60	97,58	97,60	97,58	97,58	97,59
média	97,63	97,64	97,63	97,62	97,62	97,62	97,64	97,62	97,62	97,62	97,62	97,61	97,63	97,61	97,61	97,61
s	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Máximo	97,65	97,67	97,66	97,65	97,64	97,65	97,67	97,65	97,65	97,64	97,65	97,64	97,66	97,64	97,64	97,65
Mínimo	97,59	97,59	97,59	97,58	97,57	97,57	97,60	97,58	97,58	97,57	97,58	97,57	97,58	97,56	97,56	97,57
Máx-Mín	0,06	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08

Continuação Tabela A3-35: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de agosto de 2003

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,51	97,51	97,49	97,55	97,52	97,51	97,52	97,49	97,52	97,51	97,51
97,50	97,50	97,48	97,54	97,51	97,50	97,51	97,48	97,51	97,50	97,50
97,50	97,50	97,48	97,54	97,51	97,50	97,51	97,48	97,51	97,50	97,50
97,49	97,49	97,47	97,53	97,50	97,49	97,50	97,47	97,50	97,49	97,49
97,48	97,48	97,46	97,52	97,49	97,48	97,49	97,46	97,49	97,48	97,48
97,47	97,47	97,45	97,51	97,48	97,47	97,48	97,45	97,48	97,47	97,47
97,47	97,47	97,45	97,51	97,48	97,47	97,48	97,45	97,48	97,47	97,47
97,46	97,46	97,44	97,50	97,47	97,46	97,47	97,44	97,47	97,47	97,47
97,49	97,48	97,47	97,52	97,50	97,48	97,50	97,46	97,50	97,49	97,49
0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	
97,51	97,51	97,49	97,55	97,52	97,51	97,52	97,49	97,52	97,51	
97,46	97,46	97,44	97,50	97,47	97,46	97,47	97,44	97,47	97,47	
0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	

Continuação Tabela A3-36: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de outubro de 2003

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,67	97,67	97,66	97,69	97,68	97,63	97,68	97,65	97,67	97,67	97,68

Continuação Tabela A3-37: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de novembro de 2003

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,64	97,63	97,63	97,63	97,64	97,67	97,65	97,64	97,64	97,63	97,64
97,64	97,64	97,63	97,63	97,65	97,65	97,65	97,64	97,64	97,64	97,65
97,62	97,62	97,62	97,62	97,63	97,63	97,63	97,62	97,62	97,62	97,63
97,64	97,64	97,63	97,64	97,65	97,64	97,66	97,64	97,64	97,64	97,65
97,63	97,64	97,63	97,63	97,64	97,64	97,65	97,64	97,64	97,63	97,64
97,61	97,61	97,60	97,61	97,62	97,65	97,62	97,61	97,61	97,61	97,62
97,58	97,58	97,57	97,57	97,58	97,59	97,59	97,58	97,58	97,58	97,59
97,56	97,56	97,55	97,56	97,57	97,59	97,58	97,57	97,56	97,56	97,57
97,58	97,58	97,58	97,58	97,59	97,59	97,60	97,58	97,58	97,58	97,59
97,61	97,61	97,61	97,60	97,62	97,63	97,63	97,61	97,62	97,61	
0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
97,64	97,64	97,63	97,64	97,65	97,67	97,66	97,64	97,64	97,64	
97,56	97,56	97,55	97,56	97,57	97,59	97,58	97,57	97,56	97,56	
0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,08	0,08	

Tabela A3-38: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de dezembro de 2003

Datas	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17	P18
2/12/2003	97,63	97,64	97,63	97,62	97,62	97,62	97,64	97,63	97,63	97,61	97,63	97,62	97,63	97,61	97,61	97,62
5/12/2003	97,62	97,63	97,62	97,61	97,61	97,61	97,63	97,62	97,61	97,60	97,61	97,60	97,62	97,60	97,60	97,60
8/12/2003	97,74	97,75	97,75	97,73	97,73	97,73	97,75	97,74	97,73	97,72	97,73	97,72	97,74	97,72	97,72	97,72
10/12/2003	97,73	97,74	97,74	97,73	97,72	97,73	97,74	97,73	97,73	97,72	97,73	97,72	97,73	97,71	97,71	97,72
14/12/2003	97,69	97,70	97,69	97,69	97,68	97,68	97,70	97,68	97,68	97,67	97,68	97,67	97,69	97,67	97,67	97,68
15/12/2003	97,69	97,70	97,69	97,68	97,68	97,68	97,70	97,68	97,68	97,67	97,68	97,67	97,69	97,66	97,67	97,67
16/12/2003	97,67	97,69	97,67	97,67	97,66	97,66	97,69	97,67	97,66	97,66	97,66	97,65	97,67	97,65	97,65	97,66
17/12/2003	97,67	97,68	97,68	97,68	97,66	97,66	97,68	97,67	97,66	97,66	97,66	97,65	97,67	97,65	97,65	97,66
18/12/2003	97,67	97,68	97,67	97,66	97,66	97,66	97,68	97,67	97,66	97,65	97,66	97,65	97,67	97,65	97,65	97,66
19/12/2003	97,67	97,68	97,67	97,66	97,65	97,66	97,68	97,66	97,66	97,65	97,66	97,65	97,67	97,64	97,65	97,65
20/12/2003	97,65	97,66	97,65	97,65	97,64	97,64	97,66	97,65	97,64	97,63	97,64	97,63	97,65	97,63	97,63	97,63
21/12/2003	97,67	97,68	97,67	97,66	97,65	97,66	97,68	97,66	97,66	97,65	97,66	97,65	97,66	97,64	97,65	97,65
22/12/2003	97,66	97,67	97,66	97,65	97,65	97,65	97,67	97,66	97,65	97,64	97,65	97,64	97,66	97,64	97,64	97,64
23/12/2003	97,66	97,67	97,66	97,65	97,65	97,65	97,67	97,66	97,65	97,64	97,65	97,64	97,66	97,64	97,64	97,64
26/12/2003	97,70	97,70	97,70	97,69	97,68	97,69	97,71	97,69	97,69	97,69	97,69	97,68	97,70	97,68	97,68	97,68
30/12/2003	97,76	97,77	97,77	97,77	97,77	97,77	97,78	97,77	97,77	97,75	97,76	97,75	97,77	97,75	97,76	97,76
média	97,68	97,69	97,68	97,67	97,67	97,67	97,69	97,68	97,67	97,67	97,67	97,66	97,68	97,66	97,67	97,66
s	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Máximo	97,76	97,77	97,77	97,77	97,77	97,77	97,78	97,77	97,77	97,75	97,76	97,75	97,77	97,75	97,76	97,76
Mínimo	97,62	97,63	97,62	97,61	97,61	97,61	97,63	97,62	97,61	97,60	97,61	97,60	97,62	97,60	97,60	97,60
Máx-Mín	0,14	0,14	0,15	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16

Tabela A3-39: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de janeiro de 2004

Datas	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P16	P17	P18
6/1/2004	97,73	97,74	97,74	97,73	97,72	97,73	97,75	97,73	97,73	97,72	97,72	97,72	97,73	97,71	97,72	97,72
8/1/2004	97,74	97,75	97,74	97,73	97,73	97,73	97,75	97,73	97,73	97,73	97,73	97,72	97,74	97,72	97,72	97,72
9/1/2004	97,86	97,87	97,88	97,87	97,87	97,86	97,87	97,86	97,86	97,86	97,87	97,85	97,87	97,85	97,86	97,86
10/1/2004	97,86	97,87	97,87	97,86	97,85	97,85	97,87	97,86	97,86	97,85	97,85	97,85	97,86	97,84	97,85	97,85
11/1/2004	97,84	97,85	97,85	97,84	97,83	97,83	97,85	97,84	97,83	97,82	97,83	97,82	97,84	97,81	97,82	97,82
12/1/2004	97,82	97,83	97,83	97,82	97,81	97,81	97,83	97,82	97,81	97,80	97,81	97,80	97,82	97,79	97,80	97,80
13/1/2004	97,80	97,81	97,81	97,80	97,79	97,80	97,82	97,80	97,80	97,79	97,80	97,78	97,80	97,78	97,79	97,79
14/1/2004	97,80	97,81	97,80	97,79	97,78	97,79	97,81	97,79	97,79	97,78	97,78	97,78	97,79	97,77	97,78	97,78
15/1/2004	97,78	97,79	97,79	97,78	97,77	97,78	97,80	97,78	97,78	97,77	97,77	97,76	97,78	97,76	97,76	97,77
16/1/2004	97,80	97,79	97,80	97,79	97,78	97,79	97,81	97,79	97,79	97,78	97,78	97,78	97,80	97,77	97,78	97,78
17/1/2004	97,78	97,79	97,79	97,79	97,77	97,78	97,80	97,78	97,78	97,77	97,77	97,76	97,78	97,76	97,77	97,77
18/1/2004	97,77	97,78	97,78	97,77	97,76	97,77	97,79	97,77	97,77	97,76	97,77	97,75	97,77	97,75	97,76	97,76
19/1/2004	97,76	97,78	97,77	97,76	97,75	97,76	97,78	97,76	97,76	97,75	97,76	97,75	97,76	97,74	97,74	97,75
20/1/2004	97,75	97,77	97,76	97,75	97,74	97,75	97,77	97,75	97,75	97,74	97,74	97,73	97,75	97,73	97,73	97,73
21/1/2004	97,75	97,76	97,75	97,74	97,73	97,74	97,76	97,74	97,74	97,73	97,74	97,73	97,75	97,73	97,74	97,74
22/1/2004	97,77	97,77	97,77	97,76	97,76	97,76	97,78	97,76	97,76	97,75	97,76	97,75	97,76	97,74	97,75	97,75
23/1/2004	97,76	97,77	97,77	97,76	97,75	97,76	97,78	97,76	97,76	97,75	97,75	97,75	97,76	97,74	97,75	97,75
24/1/2004	98,02	98,04	98,04	98,03	97,99	98,02	98,04	98,03	98,02	98,02	98,02	98,02	98,04	98,01	98,02	98,02
25/1/2004	98,00	98,01	98,01	98,00	97,93	97,99	98,01	98,00	98,00	97,99	97,99	97,98	98,00	97,99	97,99	97,99
29/1/2004	98,06	98,07	98,07	98,06	98,03	98,05	98,07	98,05	98,06	98,04	98,05	98,04	98,06	98,03	98,04	98,04
média	97,82	97,83	97,83	97,82	97,81	97,82	97,84	97,82	97,81	97,81	97,81	97,81	97,82	97,80	97,81	97,80
s	0,09	0,09	0,10	0,10	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,09	0,10	0,09
Máximo	98,06	98,07	98,07	98,06	98,03	98,05	98,07	98,05	98,06	98,04	98,05	98,04	98,06	98,03	98,04	98,04
Mínimo	97,73	97,74	97,74	97,73	97,72	97,73	97,75	97,73	97,73	97,72	97,72	97,72	97,73	97,71	97,72	97,72
Máx-Mín	0,33	0,33	0,33	0,33	0,31	0,32	0,32	0,32	0,33	0,32	0,33	0,32	0,33	0,32	0,32	0,32

Continuação Tabela A3-38: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de dezembro de 2003

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,61	97,61	97,60	97,61	97,62	97,60	97,62	97,62	97,62	97,61	97,62
97,60	97,60	97,59	97,60	97,61	97,58	97,61	97,60	97,61	97,60	97,61
97,72	97,72	97,72	97,72	97,73	97,68	97,72	97,72	97,72	97,72	97,73
97,72	97,72	97,71	97,71	97,72	97,72	97,73	97,72	97,71	97,71	97,72
97,67	97,67	97,66	97,68	97,68	97,68	97,68	97,68	97,67	97,67	97,68
97,67	97,67	97,66	97,67	97,68	97,68	97,68	97,67	97,67	97,67	97,68
97,65	97,65	97,65	97,65	97,66	97,66	97,66	97,65	97,66	97,65	97,66
97,65	97,66	97,65	97,65	97,66	97,66	97,66	97,65	97,66	97,65	97,66
97,65	97,66	97,64	97,65	97,66	97,66	97,66	97,65	97,66	97,65	97,66
97,65	97,65	97,64	97,65	97,66	97,66	97,66	97,65	97,66	97,65	97,66
97,63	97,63	97,62	97,63	97,64	97,63	97,64	97,63	97,63	97,63	97,64
97,64	97,65	97,64	97,64	97,65	97,65	97,66	97,65	97,65	97,65	97,65
97,64	97,64	97,63	97,64	97,65	97,64	97,65	97,64	97,64	97,64	97,65
97,64	97,64	97,63	97,64	97,65	97,64	97,65	97,64	97,64	97,64	97,65
97,68	97,67	97,67	97,68	97,69	97,68	97,69	97,68	97,67	97,68	97,69
97,75	97,79	97,74	97,77	97,76	97,75	97,77	97,76	97,76	97,75	97,76
97,66	97,66	97,66	97,66	97,67	97,66	97,67	97,66	97,67	97,66	97,66
0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
97,75	97,79	97,74	97,77	97,76	97,75	97,77	97,76	97,76	97,75	97,76
97,60	97,60	97,59	97,60	97,61	97,58	97,61	97,60	97,61	97,60	97,60
0,15	0,19	0,15	0,17	0,15	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15

Continuação Tabela A3-39: Dados de carga hidráulica para os poços de 10m no período de janeiro de 2004

P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P28	P30	hmédio poços
97,72	97,72	97,71	97,73	97,72	97,72	97,73	97,72	97,72	97,72	97,72
97,72	97,72	97,72	97,71	97,73	97,73	97,73	97,73	97,73	97,72	97,73
97,86	97,86	97,85	97,86	97,87	97,86	97,86	97,86	97,86	97,85	97,86
97,84	97,84	97,84	97,86	97,85	97,85	97,85	97,84	97,85	97,84	97,85
97,82	97,82	97,81	97,83	97,83	97,83	97,83	97,82	97,82	97,82	97,83
97,80	97,81	97,79	97,81	97,81	97,80	97,81	97,80	97,81	97,80	97,81
97,78	97,79	97,77	97,79	97,79	97,79	97,80	97,78	97,79	97,79	97,79
97,77	97,78	97,77	97,78	97,79	97,78	97,79	97,78	97,78	97,77	97,79
97,76	97,77	97,76	97,77	97,77	97,77	97,78	97,76	97,77	97,77	97,77
97,77	97,78	97,77	97,77	97,79	97,78	97,79	97,78	97,77	97,77	97,78
97,76	97,77	97,76	97,77	97,77	97,77	97,78	97,76	97,77	97,77	97,77
97,75	97,76	97,74	97,76	97,76	97,76	97,77	97,76	97,76	97,75	97,76
97,74	97,75	97,74	97,75	97,75	97,75	97,76	97,75	97,75	97,75	97,75
97,73	97,74	97,73	97,74	97,74	97,74	97,75	97,74	97,74	97,74	97,75
97,73	97,73	97,72	97,73	97,73	97,74	97,75	97,74	97,74	97,74	97,74
97,74	97,75	97,74	97,74	97,75	97,75	97,76	97,75	97,75	97,73	97,74
97,74	97,75	97,74	97,74	97,75	97,75	97,76	97,75	97,75	97,75	97,75
98,02	98,02	98,01	98,01	98,03	98,02	98,03	98,00	98,03	98,01	98,02
97,98	97,99	97,98	97,99	97,99	97,99	97,99	98,00	97,98	97,98	97,99
98,04	98,04	98,03	98,03	98,04	98,05	98,05	98,03	98,03	98,04	98,05
97,80	97,81	97,80	97,81	97,82	97,81	97,82	97,80	97,81	97,81	97,81
0,10	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
98,04	98,04	98,03	98,03	98,04	98,05	98,05	98,03	98,03	98,04	98,04
97,72	97,72	97,71	97,71	97,72	97,72	97,73	97,72	97,72	97,72	97,72
0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,33	0,32	0,31	0,31	0,32	0,32

## **ANEXO - 4:**

**DESCRIÇÕES MACROSCÓPICAS, ANÁLISES GRANULOMÉTRICAS E  
PERFIS GEOLÓGICOS**

Tabela A4-1: Dados das análises granulométricas para o poço 1, nas profundidades de 2 a 12m.

CÓDIGO DA AMOSTRA	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DA DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA ( $\phi$ )				FAIXA GRANULOMÉTRICA											RELAÇÃO FINO/GROSSO
	DIÂMETRO MÉDIO	DESVIO PADRÃO	ASSIMETRIA	CURTOSE	CASCALHO			AREIA					PELÍTICOS			
					SEXOS	GRÂNULOS	TOTAL	MUITO GROSSA	GROSSA	MÉDIA	FINA	MUITO FINA	TOTAL	ARGILA	TOTAL	
PET 01 - P03	2,75	0,44	-0,09	4,25	0,00	0,00	0,00	0,03	0,07	2,10	63,42	22,08	87,70	5,38	12,30	0,1402
PET 01 - P2	3,05	0,41	-0,68	6,68	0,00	0,00	0,00	0,02	0,09	0,20	24,73	31,57	56,60	24,75	43,40	0,7668
PET 01 - P4	-0,03	1,40	0,94	2,71	0,00	33,87	33,87	19,29	13,52	8,89	8,05	3,11	52,87	8,34	13,26	0,1529
PET 01 - P4,7	-0,77	0,88	1,96	6,26	0,00	66,83	66,83	14,61	10,80	4,70	1,57	0,20	31,89	0,76	1,28	0,0130
PET 01 - P5	2,64	1,14	-1,31	3,96	0,00	0,00	0,00	0,06	0,10	0,15	0,35	0,68	1,33	89,06	98,67	74,0170
PET 01 - P6	3,12	0,68	-1,35	4,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06	0,21	0,64	0,93	95,81	99,07	107,0444
PET 01 - P7	3,13	0,88	-2,07	7,26	0,00	0,00	0,00	0,14	0,32	0,57	1,37	7,33	9,73	62,05	90,27	9,2723
PET 01 - P8	3,28	0,66	-1,97	7,63	0,00	0,00	0,00	0,02	0,10	0,37	1,48	6,69	8,65	60,77	91,35	10,5570
PET 01 - P9	0,90	1,05	-0,03	2,93	0,00	4,57	4,57	12,09	26,34	32,57	9,09	1,44	81,54	11,71	13,89	0,1613
PET 01 - P10	0,74	1,04	0,11	2,60	0,00	4,32	4,32	15,50	32,43	24,73	8,69	1,18	82,53	10,93	13,14	0,1513
PET 01 - P11	2,40	0,93	-0,87	3,23	0,00	0,00	0,00	0,02	0,12	0,19	0,60	0,34	1,27	89,68	98,73	77,6988
PET 01 - P12	2,79	0,95	-1,42	4,72	0,00	0,00	0,00	0,06	0,11	0,23	0,78	1,28	2,46	94,18	97,54	39,7108
MAXIMO	3,28	1,40	1,96	7,63	0,00	66,83	66,83	19,29	32,43	32,57	63,42	31,57	87,70	95,81	99,07	107,04
MINIMO	-0,77	0,41	-2,07	2,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06	0,21	0,20	0,93	0,76	1,28	0,01
MEDIA	2,00	0,87	-0,56	4,73	0,00	9,13	9,13	5,15	7,00	6,23	10,03	6,38	34,79	46,12	56,07	26,64
DESVIO PADRÃO	1,34	0,27	1,15	1,73	0,00	19,69	19,69	7,38	11,02	10,46	17,46	9,62	33,94	37,65	40,98	36,78

Tabela A4-2: Dados das análises granulométricas para o poço 2, nas profundidades de 1 a 11m.

CÓDIGO DA AMOSTRA	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DA DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA ( $\phi$ )				FAIXA GRANULOMÉTRICA (%)											RELAÇÃO FINE/GROSSO
	DIÂMETRO MÉDIO	DESVIO PADRÃO	ASSIMETRIA	CURTOSE	CASCALHO			AREIA				PELÍTICOS				
					SEXOS	GRÂNULOS	TOTAL	MUITO GROSSA	GROSSA	MÉDIA	FINA	MUITO FINA	TOTAL	ARGILA	TOTAL	
PET 02 - P1	1,57	1,27	-0,01	2,04	0,00	0,50	0,50	2,65	11,21	7,73	8,96	5,95	36,50	33,50	63,00	1,7030
PET 02 - P2	3,48	0,38	-2,58	16,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,20	1,89	32,00	34,17	34,81	65,83	1,9262
PET 02 - P3	2,92	0,43	0,03	2,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,56	51,66	35,74	88,00	6,10	12,00	0,1364
PET 02 - P4	-0,45	1,21	1,55	4,47	0,00	52,52	52,52	15,96	12,24	6,26	4,96	1,69	41,10	4,30	6,38	0,0681
PET 02 P 4,7	-0,99	0,73	3,59	17,20	0,00	80,81	80,81	9,73	4,41	1,98	1,02	0,55	17,69	0,63	1,50	0,0152
PET 02 - P6	3,51	0,56	-2,94	12,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,17	0,79	5,80	6,82	82,66	93,18	13,6643
PET 02 - P8	0,75	1,26	0,55	2,51	0,00	4,19	4,19	21,33	30,52	13,42	11,78	5,18	82,23	4,05	13,58	0,1571
PET 02 - P09	1,17	1,09	-0,04	2,92	0,00	3,72	3,72	5,55	27,68	26,18	16,81	2,56	78,78	14,36	17,50	0,2121
PET 02 - P11	1,74	1,61	-0,40	1,71	0,00	0,00	0,00	1,59	0,69	1,06	1,53	2,13	7,01	76,62	92,99	13,2742
MÁXIMO	3,51	1,61	3,59	17,20	0,00	80,81	80,81	21,33	30,52	26,18	51,66	35,74	88,00	82,66	93,18	13,66
MÍNIMO	-0,99	0,38	-2,94	1,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,17	0,79	0,55	6,82	0,63	1,50	0,02
MÉDIA	1,52	0,95	-0,03	7,02	0,00	15,75	15,75	6,31	9,66	6,40	11,04	10,18	43,59	28,56	40,66	3,46
DESVIO PADRÃO	1,52	0,41	1,86	6,14	0,00	28,06	28,06	7,35	11,32	8,18	15,29	12,82	30,20	29,77	35,64	5,39

Tabela A4-3: Dados das análises granulométricas para o poço 3, nas profundidades de 1 a 11m.

CÓDIGO DA AMOSTRA	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DA DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA ( $\phi$ )				FAIXA GRANULOMÉTRICA (%)											RELAÇÃO FINO/GROSSO
	DIÂMETRO MÉDIO	DESVIO PADRÃO	ASSIMETRIA	CURTOSE	CASCALHO			AREIA					PELÍTICOS			
					SEXOS	GRÂNULOS	TOTAL	MUITO GROSSA	GROSSA	MÉDIA	FINA	MUITO FINA	TOTAL	ARGILA	TOTAL	
PET 03- P1	1,78	1,11	-0,05	2,65	0,00	0,35	0,35	1,23	6,79	11,36	10,23	3,97	33,57	27,15	66,08	1,9481
PET 03- P2	2,98	0,58	-1,40	9,70	0,00	0,04	0,04	0,05	0,28	0,47	18,02	16,12	34,94	45,01	65,02	1,8589
PET 03- P4,68	-0,48	1,16	1,35	3,67	0,00	59,56	59,56	10,36	14,97	8,40	4,99	0,54	39,25	1,10	1,19	0,0120
PET 03- P5	2,98	0,68	-1,56	5,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,12	0,54	1,11	1,82	94,96	98,18	54,0448
PET 03- P8	2,99	0,75	-1,38	4,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,25	1,05	1,94	3,34	112,68	96,66	28,9106
PET 03- P7	1,28	1,04	0,64	3,30	0,00	0,40	0,40	6,12	29,75	34,60	9,28	6,99	86,75	10,92	12,85	0,1474
PET 03 P9	1,53	0,95	-0,76	3,92	0,00	1,78	1,78	5,48	11,50	39,89	24,77	1,95	83,59	12,53	14,63	0,1714
PET 03- P11	2,92	0,82	-1,21	4,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,13	0,59	0,94	1,74	87,50	98,26	56,3805
MAXIMO	2,99	1,16	1,35	9,70	0,00	59,56	59,56	10,36	29,75	39,89	24,77	16,12	86,75	112,68	98,26	56,38
MINIMO	-0,48	0,58	-1,56	2,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,12	0,54	0,54	1,74	1,10	1,19	0,01
MEDIA	2,00	0,89	-0,55	4,72	0,00	7,77	7,77	2,91	7,94	11,90	8,68	4,19	35,63	48,98	56,61	17,93
DESVIO PADRÃO	1,16	0,20	1,01	2,06	0,00	19,58	19,58	3,69	9,90	15,23	8,31	4,92	32,14	40,65	38,69	23,37



**Tabela A4-4:** Dados das análises granulométricas para o poço 7, nas profundidades de 2 a 11m.

CÓDIGO DA AMOSTRA	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DA DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA (phi)				FAIXA GRANULOMÉTRICA (%)												RELAÇÃO FINO/GROSSO
	DIÂMETRO MÉDIO	DESVIO PADRÃO	ASSIMETRIA	CURTOSE	CASCALHO			AREIA						PELÍTICOS			
					SEXOS	GRANULOS	TOTAL	MUITO GROSSA	GROSSA	MÉDIA	FINA	MUITO FINA	TOTAL	ARGILA	TOTAL		
PET 07 - P2	2,32	0,82	-0,29	2,89	0,00	0,00	0,00	0,02	0,13	0,74	1,19	0,58	2,65	72,22	97,35	36,7310	
PET 07 - P3	2,95	0,73	-1,13	4,55	0,00	0,00	0,00	0,06	0,21	1,32	5,49	8,79	15,87	51,49	84,13	5,3031	
PET - P 3,5	1,57	0,79	-1,36	5,95	0,00	0,00	0,00	6,38	2,08	62,46	22,11	0,70	93,73	3,31	6,27	0,0669	
PET 07 - P4	-0,74	0,96	2,12	6,90	0,00	63,20	63,20	15,19	6,26	5,74	2,24	0,39	29,82	4,60	6,98	0,0751	
PET 07 - P5	-0,37	1,33	1,29	3,30	0,00	59,17	59,17	8,72	12,14	7,32	9,03	1,24	38,44	0,74	2,39	0,0245	
PET 07 - P9	1,18	0,77	0,25	3,19	0,00	0,28	0,28	2,79	39,56	39,06	13,21	1,18	95,80	2,97	3,92	0,0408	
PET 07 - P11	2,37	1,12	-1,30	4,61	0,00	0,11	0,11	0,04	0,32	0,45	1,51	1,13	3,44	91,77	96,45	27,1786	
MÁXIMO	2,95	1,33	2,12	6,90	0,00	63,20	63,20	15,19	39,56	62,46	22,11	8,79	95,80	91,77	97,35	36,73	
MÍNIMO	-0,74	0,73	-1,36	2,89	0,00	0,00	0,00	0,02	0,13	0,45	1,19	0,39	2,65	0,74	2,39	0,02	
MÉDIA	1,33	0,93	-0,06	4,48	0,00	17,54	17,54	4,74	8,67	16,73	7,82	2,00	39,96	32,44	42,50	9,92	
DESVIO PADRÃO	1,31	0,21	1,26	1,40	0,00	27,63	27,63	5,32	13,25	22,54	7,12	2,79	36,69	35,78	43,63	14,28	

Tabela A4-5: Dados das análises granulométricas para o poço 8, nas profundidades de 2 a 11m.

CÓDIGO DA AMOSTRA	PARAMETROS ESTADÍSTICOS DA DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA ( $\phi$ )				FAIXA GRANULOMÉTRICA (%)												RELAÇÃO FIMO/GROSSO
	DIÂMETRO MÉDIO	DESVIO PADRÃO	ASSIMETRIA	CURTOSE	CASCALHO			AREIA					PELÍTICOS				
					SEXOS	GRANULOS	TOTAL	MUITO GROSSA	GROSSA	MÉDIA	FINA	MUITO FINA	TOTAL	ARGILA	TOTAL		
PET 08 - P2	2,16	1,17	-0,62	2,71	0,00	0,02	0,02	0,12	0,36	0,53	0,92	0,76	2,68	70,28	97,30	36,0612	
PET 08 - P3	2,18	0,94	-0,97	4,69	0,00	0,03	0,03	0,13	0,20	1,17	2,10	0,77	4,37	68,63	95,60	21,7292	
PET 08 - P3,2	1,92	0,97	-0,80	4,06	0,00	1,21	1,21	3,02	9,73	26,08	42,25	7,24	88,33	6,23	10,47	0,1169	
PET 08 - P4	-0,65	1,02	1,87	5,90	0,00	60,14	60,14	17,16	8,49	6,91	2,45	0,57	35,58	3,06	4,28	0,0447	
PET 08 - P5	-0,77	0,97	2,18	7,01	0,00	69,89	69,89	12,68	6,89	5,38	2,51	0,57	28,03	0,83	2,08	0,0213	
PET 08 - P6	3,36	0,51	-1,75	7,78	0,00	0,00	0,00	0,01	0,06	0,25	3,56	15,66	19,54	38,28	80,46	4,1168	
PET 08 - P8	1,82	0,65	-0,89	5,35	0,00	0,19	0,19	1,17	5,71	43,96	33,39	1,44	85,66	10,18	14,15	0,1649	
PET 08 - P9	1,47	0,90	-0,67	3,80	0,00	1,09	1,09	5,77	11,41	43,20	18,87	1,42	80,67	14,17	18,24	0,2231	
PET 08 - P11	2,53	0,29	0,33	2,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	43,51	1,86	45,64	53,48	54,36	1,1911	
MÁXIMO	3,36	1,17	2,18	7,78	0,00	69,89	69,89	17,16	11,41	43,96	43,51	15,66	88,33	70,28	97,30	36,06	
MÍNIMO	-0,77	0,29	-1,75	2,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,92	0,57	2,68	0,83	2,08	0,02	
MEDIA	1,56	0,82	-0,15	4,86	0,00	14,73	14,73	4,45	4,76	14,19	16,62	3,37	43,39	29,46	41,88	7,07	
DESVIO PADRÃO	1,31	0,26	1,27	1,72	0,00	26,98	26,98	5,97	4,39	17,46	17,30	4,77	32,05	26,91	37,88	12,20	

**Tabela A4-6:** Dados das análises granulométricas para o poço 9, nas profundidades de 1 a 11m.

CÓDIGO DA AMOSTRA	PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DA DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA ( $\phi$ )				FAIXA GRANULOMÉTRICA (%)											RELAÇÃO FINO/GROSSO
	DIÂMETRO MÉDIO	DESVIO PADRÃO	ASSIMETRIA	CURTOSE	CASCALHO			AREIA					PELÍTICOS			
					SEXOS	GRÂNULOS	TOTAL	MUITO GROSSA	GROSSA	MÉDIA	FINA	MUITO FINA	TOTAL	ARGILA	TOTAL	
PET 09 - P1	2,31	1,27	-0,76	2,46	0,00	0,00	0,00	0,46	0,96	1,19	1,84	3,04	7,48	37,56	92,52	12,3727
PET 09 - P2	3,00	0,54	-0,73	5,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,37	10,50	9,20	20,20	24,17	79,80	3,9513
PET 09 - P3	2,34	0,56	-0,32	3,81	0,00	0,00	0,00	0,04	1,57	18,83	65,12	8,49	94,05	2,88	5,95	0,0632
PET 09 P4	-0,34	1,21	1,17	3,30	0,00	47,69	47,69	16,21	14,67	10,34	4,61	1,08	46,90	3,41	5,41	0,0571
PET 09 P4,48	-0,18	1,44	1,09	2,87	0,00	50,51	50,51	12,88	11,35	10,25	7,86	3,71	46,05	79,17	3,43	0,0356
PET 09 P6	3,25	0,49	-0,63	2,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,19	8,97	18,62	27,80	36,29	72,20	2,5970
PET 09 P8	1,33	0,80	0,02	3,81	0,00	0,78	0,78	1,98	24,55	40,45	13,54	2,10	82,61	12,26	16,61	0,1992
PET 09 P11	2,47	1,10	-0,67	2,38	0,00	0,00	0,00	0,05	0,42	0,60	0,96	1,40	3,43	94,15	96,57	28,1157
MÁXIMO	3,25	1,44	1,17	5,39	0,00	50,51	50,51	16,21	24,55	40,45	65,12	18,62	94,05	94,15	96,57	28,12
MÍNIMO	-0,34	0,49	-0,76	2,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,19	0,96	1,08	3,43	2,88	3,43	0,04
MÉDIA	1,77	0,93	-0,11	3,36	0,00	12,37	12,37	3,95	6,71	10,28	14,18	5,95	41,07	36,24	46,56	5,92
DESVIO PADRÃO	1,28	0,35	0,75	0,92	0,00	21,22	21,22	6,20	8,59	13,04	19,67	5,59	31,12	31,84	39,49	9,25

Poço 1	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
0 - 0,8	solo rico em matéria orgânica, mal selecionado, cor preta
0,8 - 1,8	solo com menor quantidade de matéria orgânica, pouco de areia fina, fragmentos de mica
1,8 - 3,0	material arenoso, mal selecionado, de cor acizentada
3,0 - 4,2	matriz de areia fina a média contendo areia grossa
4,2 - 5,1	areia grossa contendo grânulos e seixos
5,1 - 5,4	material argiloso, de coloração azulada a bege
5,4 - 7,0	argila siltosa com um pouco de mica, mais coeso
7,0 - 7,5	areia bem argilosa de coloração amarela
7,5 - 8,05	areia argilosa (50% de cada) de coloração azulada, compacta
8,05 - 8,85	areia argilosa (60% de areia) de coloração azulada
8,85 - 9,25	argila compacta

Poço 2	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
2,4 - 2,9	argila arenosa (fina) de cor amarronzada
2,9 - 3,2	areia fina a média, argilo siltosa, marron clara com mica
5,2 - 5,5	areia fina a grossa com grânulos e seixos
5,5 - 6,0	argila cinza com pouco de silte
9,0 - 10,0	areia média bem selecionada contendo argila que grada para uma areia fina com muita argila

Poço 3	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
0 - 0,2	solo arenoso argiloso de coloração amarronzado
0,2 - 1,40	solo argiloso siltoso com matéria orgânica coloração preta
1,40 - 2,40	solo argiloso com matéria orgânica coloração preta, mais consolidado
2,40 - 2,70	solo argiloso com matéria orgânica, bem plástico
2,70 - 2,40	areia fina a média com pouca mica
3,40 - 4,90	areia fina a média gradacionando para uma areia grossa com seixos
4,90 - 8,20	argila compacta contendo seixos de coloração acinzentada
8,20 - 9,40	areia média a grossa ficando argilosa em direção a base
9,40 - 10,40	argila compacta

Figura A4-1: Descrição da litologia observada nos pontos P1, P2 e P3.

Poço 4	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
2,40 - 3,0	solo argiloso com matéria orgânica, coloração preta
3,0 - 3,6	areia fina a média coloração marron clara
4,8 - 5,3	areia grossa, mal selecionada contendo grânulos e seixos
5,3 - 6,0	argila cinza com pouco de silte
8,8 - 10,0	areia fina a média com argila e areia grossa, coloração cinza

Poço 5	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
0 - 0,3	solo arenoso siltoso de coloração clara
0,3 - 2,40	solo argiloso com matéria orgânica, coloração preta
2,40 - 2,55	solo argiloso com matéria orgânica, coloração preta (plástificado)
2,55 - 4,0	areia fina a média com pouco silte e argila
4,0 - 5,60	areia grossa com grânulos e seixos
5,0 - 7,20	argila compacta
7,20 - 8,20	argila compacta com pouco de silte
8,20 - 8,60	areia fina
8,60 - 9,60	areia média contendo argila

Poço 6	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
2,4 - 3,1	areia argilosa de coloração marron clara passando a uma areia fina mal selecionada
4,8 - 5,4	argila com pouco de coloração cinza clara
8,2 - 9,1	areia bege clara, média, com pouca argila
9,1 - 9,4	argila com areia fina, coloração cinza

Figura A4-2: Descrição da litologia observada nos pontos P4, P5 e P6.

Poço 7	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
0 - 0,80	solo com matéria orgânica de coloração preta
0,80 - 1,45	solo argiloso siltoso com matéria orgânica, cor preta
1,45 - 1,90	areia siltosa consolidada coloração ocre
1,90 - 2,05	argila siltosa consolidada marron escura
2,05 - 3,10	areia média com pouco de mica
3,10 - 4,30	areia grossa com grânulos e seixos
4,30 - 5,10	argila de coloração acinzentada
5,10 - 5,55	argila siltosa com pouco de seixos
5,55 - 6,30	areia fina a média com pouca mica
6,30 - 6,40	areia siltosa com pouca argila
6,40 - 7,30	areia fina a média com pouco de silte
7,30 - 8,40	areia siltosa de coloração amarelada-acinzentada mais consolidada na base

Poço 8	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
2,4 - 2,7	argila com pouco de silte, marron escura
2,7 - 3,1	areia média a fina com pouca argila com mica, marron clara
4,8 - 6,0	argila cinza com pouco de silte

Poço 9	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
0 - 0,30	solo orgânico, argiloso arenoso com areia grossa e grânulo cor marron
0,30 - 1,55	solo argiloso de coloração preta
2,4 - 3,1	solo argiloso plastificado
3,1 - 3,75	areia fina com pouco de silte e argila
3,75 - 4,5	areia fina a média com grânulos e seixos
4,8 - 5,0	areia grossa com argila e grânulos
5,0 - 5,7	argila cinza compacta

Figura A4-3: Descrição da litologia observada nos pontos P7, P8 e P9.

Poço 10	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
2,4 - 3,0	solo argiloso de coloração preta
3,0 - 3,6	areia fina a média com argila coloração marron
4,8 - 5,1	areia grossa e grânulos com argila
5,1 - 5,6	argila cinza com areia e silte

Poço 11	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
2,4 - 3,65	areia fina com silte e argila e minerais máficos
3,65 - 4,05	areia grossa contendo grânulos e seixos
4,05 - 4,50	argila cinza escura com pouco de areia fina a média
4,8 - 5,3	argila compacta
6,0 - 6,30	argila compacta com pouca areia fina
6,30 - 7,20	argila siltosa compacta
7,20 - 7,50	areia fina com argila siltosa compacta
7,50 - 8,80	areia fina com pouco de silte
8,80 - 9,6	areia grossa com argila e quantidades subordinadas de silte e areia fina, coloração cinza

Poço 12	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
2,4 - 2,45	areia fina com argila e matéria orgânica
4,8 - 6,0	argila cinza compacta com pouco de silte
8,8 - 9,15	areia fina, cor branco amarelada
9,15 - 9,8	areia média a grossa com argila

Figura A4-4: Descrição da litologia observada nos pontos P10, P11 e P12.

Poço 13	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
0 - 0,6	solo argilo arenoso com areia de fina a grossa
0,6 - 2,0	solo argiloso com matéria orgânica de coloração preta
2,4 - 2,85	areia fina coloração amarronzada
3,6 - 4,10	areia fina a seixos com maior porcentagem de areia grossa
4,8 - 6,0	argila compacta com algumas porções contendo um pouco de areia fina

Poço 14	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
0 - 0,40	solo silte arenoso (areia fina)
0,40 - 2,05	solo argiloso com matéria orgânica de coloração preta
2,4 - 3,0	areia fina com silte coloração amarronzada
3,6 - 4,40	areia fina a grossa com maior porcentagem de areia grossa
4,40 - 4,95	areia fina a seixo com maior porcentagem de areia grossa
4,95 - 6,0	argila compacta contendo algumas porções de areia

Poço 15	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
0 - 0,5	solo com muita materia orgânica, mal selecionado com pouco de seixos, coloração marron
0,5 - 1,45	solo argiloso com matéria orgânica de coloração preta
1,45 - 2,15	solo argiloso de coloração preta plastificado
3,15 - 3,6	areia fina com pouco de silte
3,6 - 4,95	areia fina a grossa com seixos e maior porcentagem de areia grossa
4,95 - 6,0	material argilo siltoso, seco cor cinza escuro
6,0 - 6,7	material siltoso argiloso cor cinza claro
6,7 - 7,95	areia fina com expressivas quantidades de silte e menos de argila, cor amarelada
7,95 - 8,4	areia fina com silte

Figura A4-5: Descrição da litologia observada nos pontos P13, P14 e P15.

Poço 16	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
2,4 - 2,65	areia fina com argila e matéria orgânica
4,8 - 6,0	argila cinza compacta com pouco de silte
8,8 - 9,15	areia média com muita argila
9,15 - 10,0	areia grossa com areia média e argila

Poço 17	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
0 - 0,20	solo orgânico mal selecionado (argila a seixo) de coloração amarronzada, não consolidado
0,20 - 1,30	solo argiloso com matéria orgânica de coloração preta
1,30 - 2,0	areia fina com pouco de silte
2,40 - 2,50	material argiloso siltoso com areia fina
2,50 - 3,60	areia fina com pouco de silte
3,60 - 4,00	areia média a grossa com seixos
4,00 - 7,50	argila compacta cinza escura gradando para uma argila siltosa cinza clara
7,50 - 8,40	areia fina siltosa
8,40 - 9,60	areia média com bastante argila, pouco silte e areia fina

Poço 18	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
0 - 0,90	solo argiloso arenoso (areia fina a média)
0,90 - 1,20	solo argiloso com matéria orgânica coloração preta
1,20 - 2,15	solo argiloso siltoso co matéria orgânica
2,40 - 2,60	areia fina contendo argila e mica
3,60 - 4,85	areia fina a seixos (maior porcentagem de areia grossa)
4,85 - 6,0	argila compacta com algumas porções arenosas

Figura A4-6: Descrição da litologia observada nos pontos P16, P17 e P18.

Poço 19	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
0 - 0,50	solo arenoso siltoso de coloração clara
0,50 - 1,55	solo argiloso mal selecionado com matéria orgânica de coloração preta
1,55 - 2,65	solo argiloso plastificado
2,65 - 3,35	areia fina com pouca argila
3,6 - 4,05	areia fina a média
4,05 - 5,05	areia grossa com grânulos seixos
5,05 - 6,0	argila compacta de coloração azulada com pouco silte

Poço 20	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
0 - 0,55	solo silto arenoso
0,55 - 1,50	solo argiloso contendo matéria orgânica de coloração preta
2,4 - 3,0	areia fina contendo silte, coloração amarronzada
3,6 - 5,3	areia fina a seixos (maior porcentagem de areia grossa)
5,3 - 6,0	argila compacta contendo areia fina

Poço 21	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
0 - 0,35	solo mal selecionado (argila a seixos) com matéria orgânica, coloração marron
0,35 - 0,95	solo argiloso com matéria orgânica coloração preta
1,20 - 1,35	areia fina com pouco de silte
1,35 - 2,15	material siltoso argiloso com grãos de areia média
2,4 - 2,65	areia fina com argila
3,6 - 4,0	areia grossa com bastante grânulo e seixos e um pouco de argila e silte
4,0 - 6,7	silte argiloso compacto com pouco de mica
6,7 - 7,2	argila siltosa com pouca areia fina
7,2 - 7,4	argila compacta com pouco de silte
7,4 - 8,4	areia fina

Figura A4-7: Descrição da litologia observada nos pontos P19, P20 e P21.

Poço 22	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
4,8 - 6,0	argila cinza compacta com pouco de silte
7,2 - 7,5	areia fina de coloração amarelada
7,5 - 8,4	areia média com quantidades subordinadas de argila, silte e areia fina
8,8 - 9,75	areia fina a grossa com argila

Poço 23	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
0 - 0,4	solo arenoso siltoso de coloração clara
0,4 - 1,50	solo argiloso mal selecionado com matéria orgânica de coloração preta
1,50 - 2,5	argila plástica com matéria orgânica de coloração preta
2,5 - 3,7	areia fina com argila
3,7 - 4,4	areia fina a seixo (maior porcentagem de areia grossa)
4,8 - 5,15	argila compacta
5,15 - 6,0	argila siltoso compacta

Poço 24	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
0 - 0,5	solo arenoso siltoso de coloração clara
0,5 - 1,75	solo argiloso mal selecionado com matéria orgânica de coloração preta
1,75 - 2,7	argila plástica com matéria orgânica de coloração preta
2,7 - 3,7	areia fina com argila
3,7 - 4,8	areia fina a seixo (maior porcentagem de areia grossa e grânulos)
4,8 - 6,8	argila com bastante silte

Figura A4-8: Descrição da litologia observada nos pontos P22, P23 e P24.

Poço 25	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
0 - 0,45	solo silte arenoso
0,45 - 2,85	solo argiloso com matéria orgânica
2,85 - 3,15	areia fina com silte de coloração marron escura
3,6 - 3,75	areia fina a grossa (maior porcentagem de areia grossa) com seixos
4,8 - 5,20	areia média a seixos (maior porcentagem de grânulos)
5,20 - 6,0	argila compacta com pouca areia

Poço 26	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
0 - 0,3	solo arenoso siltoso coloração clara
0,3 - 1,35	solo argiloso mal selecionado com matéria orgânica de coloração preta
1,35 - 3,6	areia fina com argila com pouco de areia média na base
3,6 - 4,0	areia fina a seixo (maior porcentagem de areia grossa)
4,8 - 6,0	argila compacta de coloração azulada com pouco de silte na base

Poço 27	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
0 - 0,25	solo com areia fina mal selecionado
0,25 - 1,80	solo argiloso mal selecionado (areia grossa) de coloração preta
1,80 - 2,4	areia fina com argila
2,4 - 3,3	areia fina com porções argilosas
3,6 - 4,1	areia fina a seixo (maior porcentagem de areia grossa e grânulo)
4,8 - 5,35	argila compacta de coloração amarronzada

Figura A4-9: Descrição da litologia observada nos pontos P25, P26 e P27.

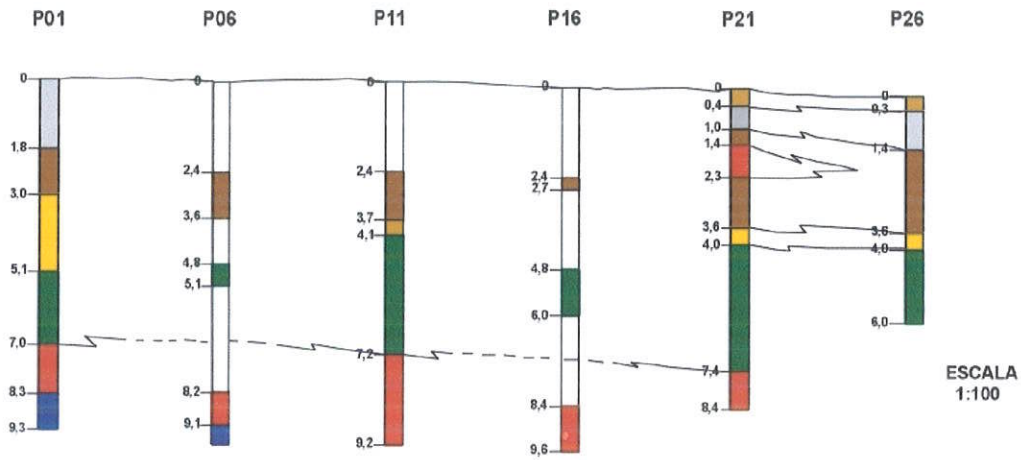
Poço 28	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
0 - 0,35	solo com areia fina com matéria orgânica mal selecionado
0,35 - 0,95	solo argiloso com matéria orgânica de coloração preta
1,2 - 1,8	solo argiloso mal selecionado (grânulos)
1,8 - 2,80	areia fina com argila de coloração marron
3,6 - 4,8	areia grossa a seixo (predomina areia grossa)
4,9 - 6,0	argila com pouco silte de coloração cinza

Poço 29	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
0 - 0,35	solo arenoso (areia fina), mal selecionado (argila a grânulo)
0,35 - 1,4	solo argiloso mal selecionado (areia grossa)
1,4 - 2,5	solo argiloso plastificado de coloração preta
2,5 - 3,3	areia fina com argila (coloração marron)
3,6 - 5,2	areia grossa a seixos
5,2 - 5,55	argila compacta de coloração cinza

Poço 30	
Profundidade (m)	Descrição Geológica
0 - 0,45	solo arenoso (areia fina) mal selecionada (argila a areia grossa)
0,45 - 1,35	solo argiloso mal selecionado (grânulos) com matéria orgânica de coloração preta
1,35 - 2,4	solo argiloso plastificado com matéria orgânica de coloração preta
2,4 - 3,1	areia fina com argila e silte de coloração marron escuro
3,6 - 4,2	areia média a grossa (maior porcentagem de areia média)
4,2 - 4,8	areia grossa (predominante) com areia fina a média
4,8 - 5,25	areia grossa com grânulos e seixos
5,25 - 5,85	material argilo siltoso

Figura A4-10: Descrição da litologia observada nos pontos P28, P29 e P30.





**Figura A4-11:** Seção vertical segundo o segmento A – A' da figura 16 (do texto).

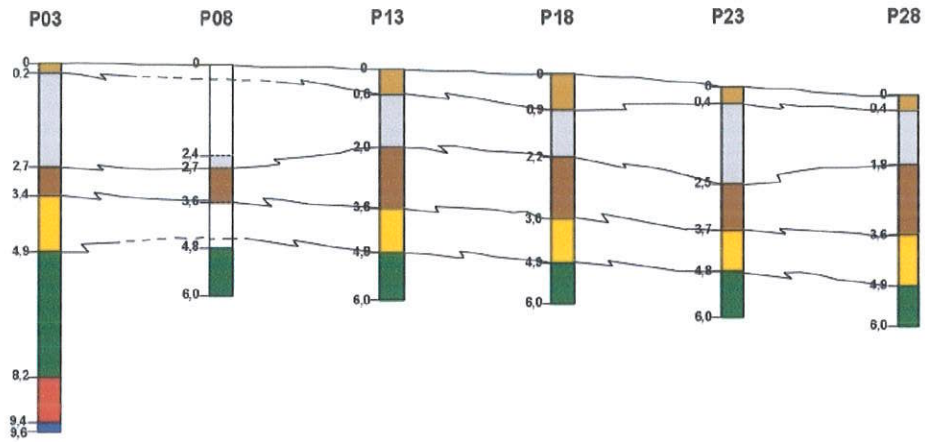
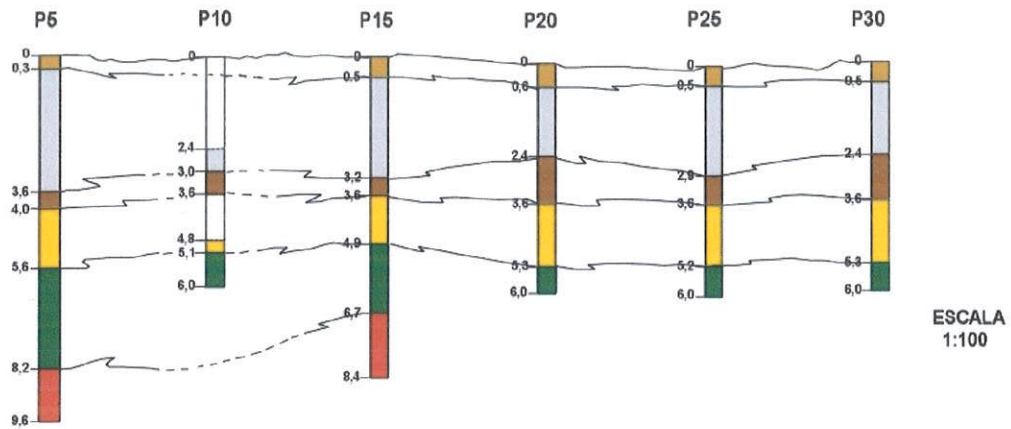
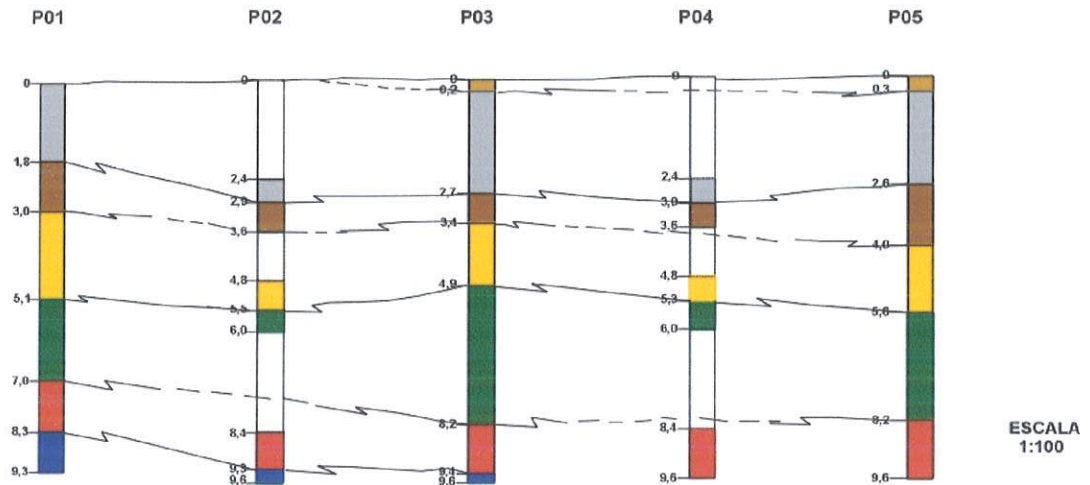


Figura A4-12: Seção vertical segundo o segmento B – B' da figura 16 (do texto).



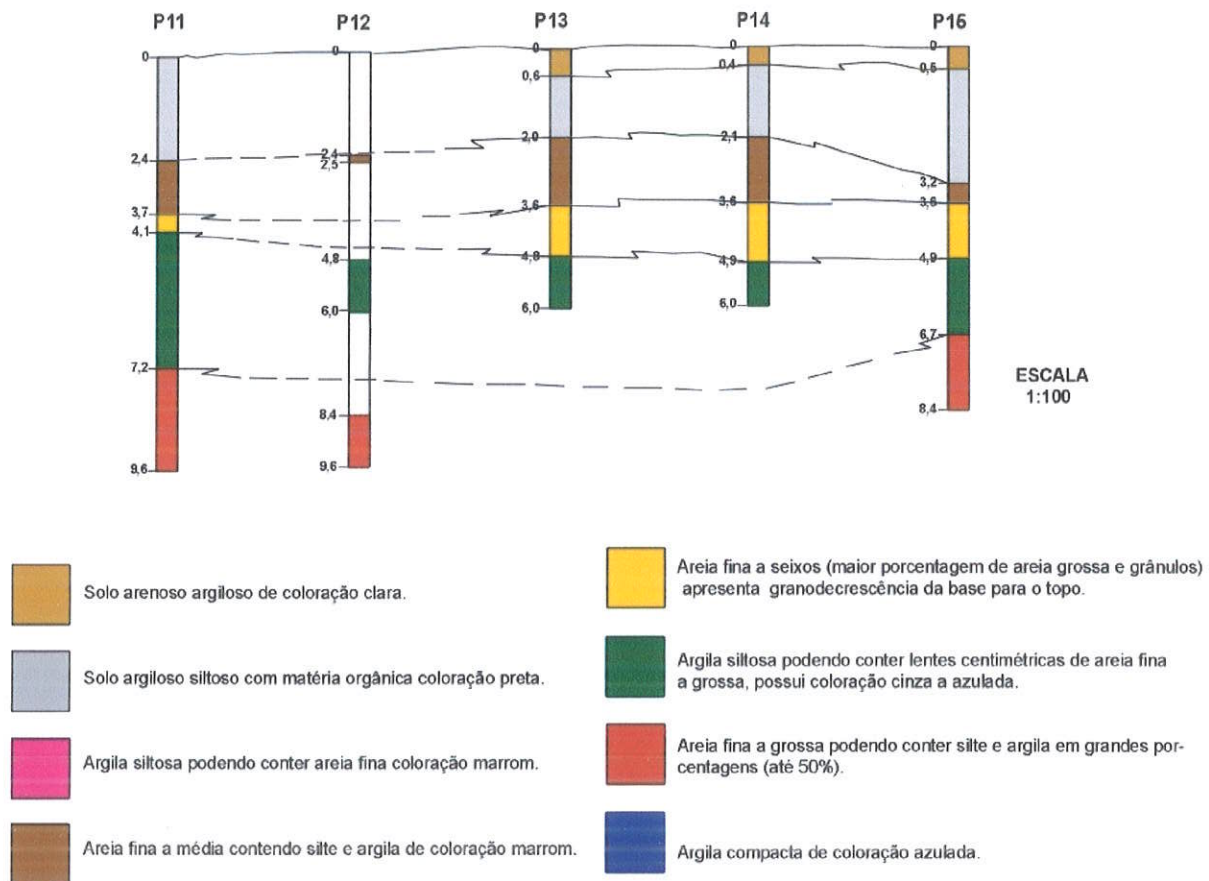
**Figura A4-13:** Seção vertical segundo o segmento C – C' da figura 16 (do texto).



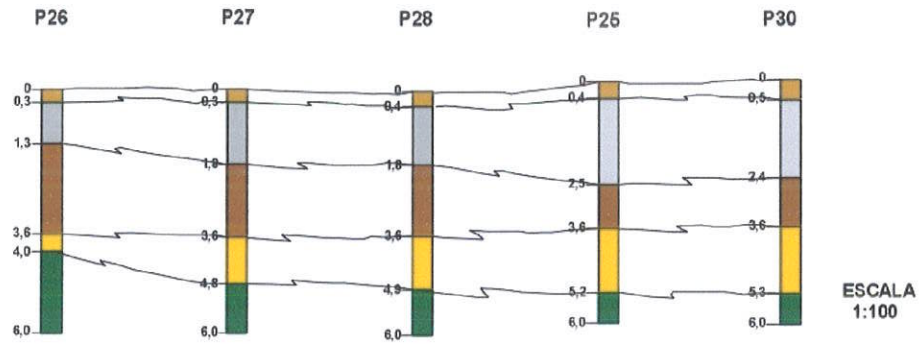
ESCALA  
1:100



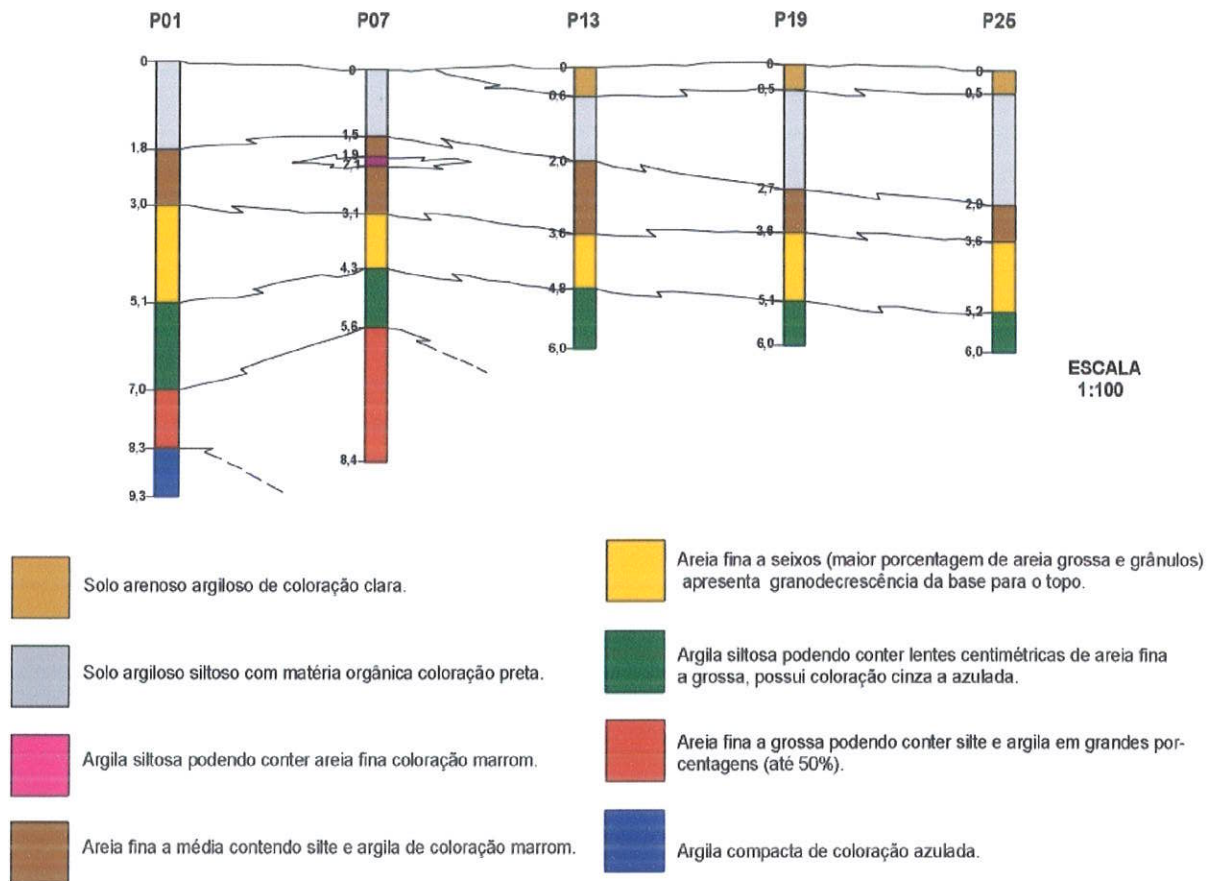
Figura A4-14: Seção vertical segundo o segmento D – D' da figura 16 (do texto).



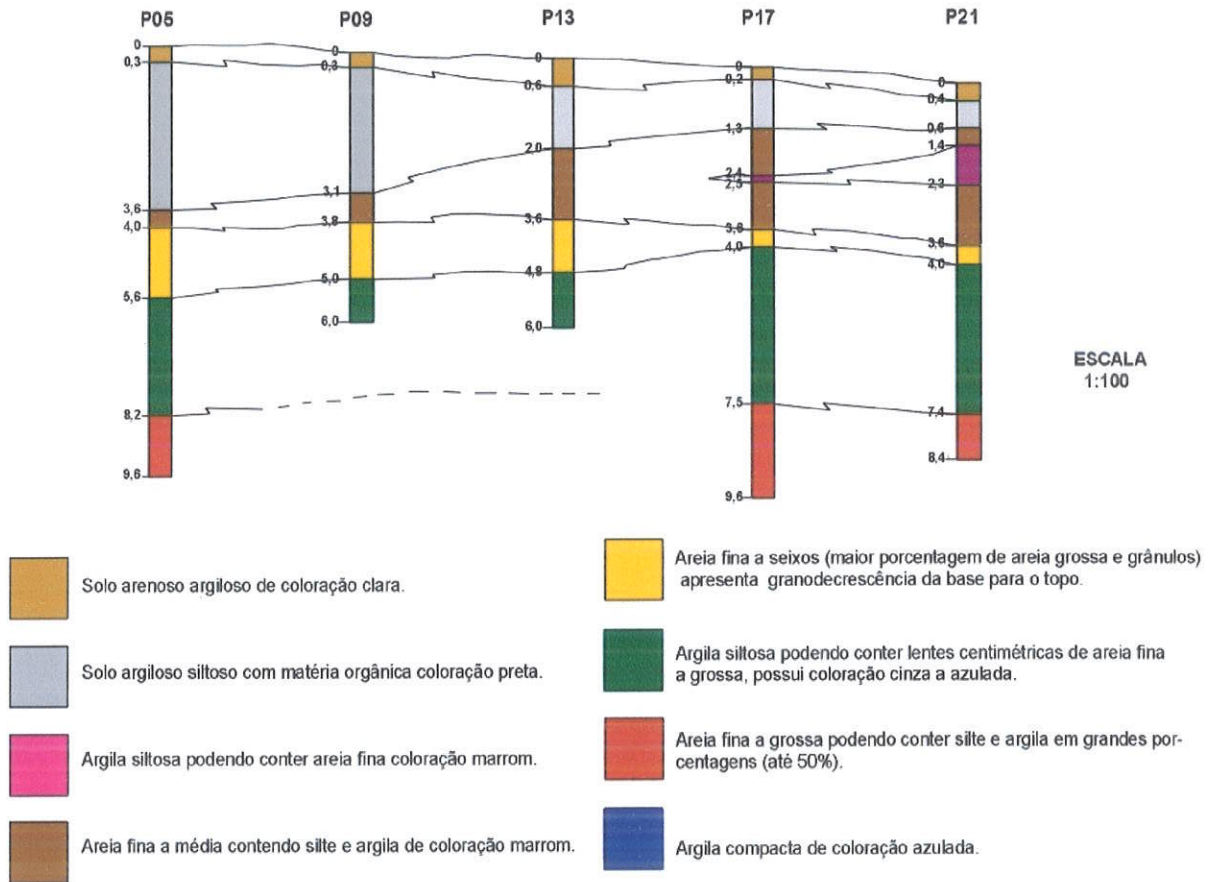
**Figura A4-15:** Seção vertical segundo o segmento E – E' da figura 16 (do texto).



**Figura A4-16:** Seção vertical segundo o segmento F – F' da figura 16 (do texto).



**Figura A4-17:** Seção vertical segundo o segmento G – G´ da figura 16 (do texto).



**Figura A4-18:** Seção vertical segundo o segmento H – H' da figura 16 (do texto).



**ANEXO - 5:**

**ARTIGO SUBMETIDO A REVISTA ABRH EM ABRIL DE 2004**

# MECANISMOS DE CONTROLE DA RECARGA EM AQUIFEROS SEDIMENTARES LIVRES. ESTUDO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ, SÃO PAULO (BRASIL)

Marcos Mondin, Ricardo Hirata, Alexandra V.  
Suhogusoff e Luiz C. K. M. Ferrari

Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental -  
Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.  
Rua do Lago, 562 N. Cidade Universitária CEP 05508-  
900 São Paulo (SP), Brasil. E-mails:

[mrzeka@bol.com.br](mailto:mrzeka@bol.com.br), [rhirata@usp.br](mailto:rhirata@usp.br),

[alexandra\\_vs@hotmail.com](mailto:alexandra_vs@hotmail.com) e [lcferrari@uol.com.br](mailto:lcferrari@uol.com.br)

Tel: (5511) 3091-4804/3091-4230. FAX (5511) 3091-  
4207.

**Abstract.** The quantification of groundwater recharge is a key element to determine the sustainable exploration and to understand the conceptual model of the groundwater circulation. It was observed that the rapid recharge in shallow and unconfined aquifers causes important variations in the advective flux and the dispersive movements of a contaminant plume. A portion of the shallow (unsaturated zone <3 m of thickness) and unconfined aquifer (water level  $\cong$  3m), in São Paulo Sedimentary Basin, localized in the P, São Paulo municipality, was selected for this study. 67 wells, 3 m deep, were installed in the area, with approximately 2500 m<sup>2</sup>, in order to investigate the influence of infiltration over hydraulic head. The quantification of the infiltration was also analysed through six lysimeters. It was concluded that, during the humid season (December to March), the precipitations of one day before the water level measurements are the ones that most influence the hydraulic head although in specific wells these parameters behave otherwise due to trees (interception and evapotranspiration) located in the area. The potential recharge corresponds to 46% of the precipitation and about 60% of this potential becomes in effective recharge.

**Resumo.** A quantificação da recarga de um aquífero é um elemento chave para definir a sua exploração sustentável e para melhor compreender o modelo conceitual de circulação das águas subterrâneas. Tem-se verificado que a rápida recarga em aquíferos livres e rasos (nível d'água < 3 m) causa mudanças importantes no fluxo advectivo e nos movimentos de dispersão de plumas contaminantes. Uma porção de um aquífero livre e raso, na Bacia Sedimentar de São Paulo, localizada no Parque Ecológico do Tietê, Município de São Paulo, foi selecionada para este estudo. Nessa área, de aproximadamente 2500 m<sup>2</sup>, foram instalados 67 poços com 3 m de profundidade para observar a influência da infiltração sobre as cargas

hidráulicas. A quantificação da infiltração foi também realizada através de seis infiltrômetros. Notou-se que durante a estação chuvosa (dezembro a março) as precipitações de um dia antes das medidas de níveis d'água são as que mais influem na carga hidráulica, apesar de grupos específicos de poços apresentarem relações distintas com a precipitação e carga hidráulica por influência das árvores (interceptação e evapotranspiração). A recarga potencial é de cerca de 46% das precipitações que ocorrem na área e 60% desta recarga potencial se constitui na recarga real ou efetiva.

## INTRODUÇÃO

O intenso bombeamento de mais de 9 mil poços tubulares na Bacia do Alto Tietê (SP), que totalizam mais de 8 m<sup>3</sup>/s de água extraída dos aquíferos que a compõe (Hirata *et al.*, 2002), tem provocado a redução de sua capacidade produtiva, com sérios impactos sociais e econômicos. A quantificação da recarga de um aquífero é o parâmetro fundamental para determinar a sua exploração sustentável, assim como conceber meios de prevenção e remediação de impactos causados por contaminantes.

A avaliação dos mecanismos controladores de recarga em aquíferos livres e rasos (<3 m de zona não saturada), muito comum em planícies aluvionares, é particularmente importante quando se constata que várias cidades brasileiras foram construídas sobre esses reservatórios subterrâneos. A rápida dinâmica de infiltração nestes aquíferos provoca uma recarga que, quando analisada em detalhe, é complexa e de baixa previsibilidade temporal e espacial. A recarga nestes tipos de terreno altera também o movimento advectivo de plumas contaminantes devido ao novo padrão que se estabelece nos tubos de fluxo (Varnier e Hirata, 2002), dificultando a interpretação de programas de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas.

Uma porção de um aquífero livre e raso, na Bacia Sedimentar de São Paulo, localizada no Parque Ecológico do Tietê (PET), Município de São Paulo, foi selecionada para o estudo da contaminação gerada por uma fossa séptica existente na área. Varnier & Hirata (2002) constataram:

- Grandes alterações temporal e espacial nas cargas hidráulicas dos poços de monitoramento. Além das variações sazonais nos níveis da superfície freática, já esperadas devido à alternância de períodos de estiagem (abril a outubro) e de chuvas (dezembro a março), observaram-se variações em intervalos de tempo de aproximadamente uma semana. Dentro desta variabilidade temporal das cargas, nota-se também um padrão complexo da distribuição espacial das mesmas.

Comportamento errático dos poluentes em função do tempo. Alguns poços apresentaram grande diminuição e posteriormente novo aumento nas concentrações de nitrato e de cloreto num curto período de tempo (um mês). Uma explicação para o fato seria a possibilidade de recargas intensas nos meses de chuva modificarem o traçado dos tubos de fluxo de água subterrânea.

Esse comportamento extremamente dinâmico da distribuição das cargas hidráulicas observadas evidencia que qualquer programa de monitoramento nesse tipo de aquífero deve ser precedido por uma formulação bastante detalhada de seu modelo conceitual de circulação de água subterrânea. Particularmente, o modo como ocorre a recarga na área deve ser bem avaliado. Dessa forma, através desse trabalho, procurou-se estabelecer como as variabilidades da recarga e da condutividade hidráulica relacionam-se ao fluxo de água subterrânea no PET, concebendo assim um modelo conceitual incorporando essas variações.

## ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado nas dependências do Centro de Lazer Engenheiro Goulart – Parque Ecológico do Tietê que se situa na zona leste do Município de São Paulo. A área é de aproximadamente 2500 m<sup>2</sup>, onde se encontram instalados 67 poços de monitoramento com cerca de 3 m de profundidade (Figura 1).

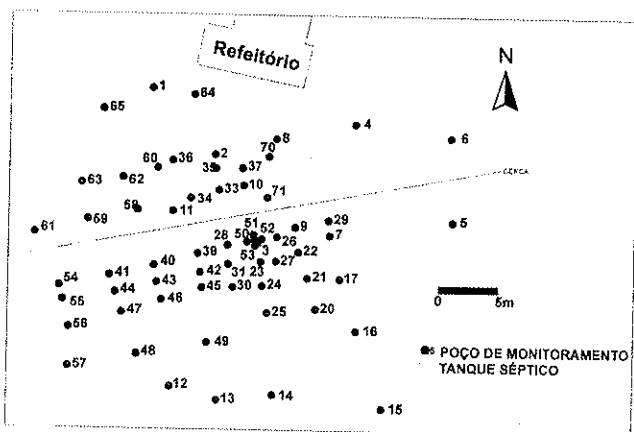


Figura 1: Localização dos poços na área de estudo.

A área é constituída de sedimentos quaternários aluvionares associados ao rio Tietê, com uma espessura de 20m indicados por sondagens SPT. Esses sedimentos são compostos por lentes de argila e silte intercalados com camadas de areia fina a média não consolidada. Estas camadas de areia aparecem a partir dos 2 m, constituindo assim um aquífero livre e raso de porosidade primária, heterogêneo com condutividade hidráulica variando de  $1 \times 10^{-7}$  até  $7 \times 10^{-5}$  m/s (Varnier, 2001 e Varnier & Hirata,

2002). Esse aquífero apresenta baixo gradiente hidráulico muito comum a zonas de planícies.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Coleta de dados

Realizaram-se 30 campanhas, no período de 1998 a 2001, obtendo-se um total de 817 medidas de nível d'água que foram tomadas através de um medidor elétrico. Os dados meteorológicos utilizados foram obtidos junto ao Instituto Astronômico e Geofísico da USP (IAG) na estação meteorológica 3, localizada na Água Funda, próxima à área de estudo. Foram identificadas 18 árvores com porte para interferir nas precipitações e nas cargas hidráulicas, através da interceptação das chuvas e da absorção da água infiltrada pelas raízes. Para cada uma dessas árvores, foi medido o diâmetro aproximado da copa e atribuído um valor numérico de acordo com o tamanho da árvore e de sua copa. Mediram-se, para cada poço, o número de árvores num raio de 3,5 m que porventura exerceriam influência e a distância desse poço até a árvore de porte mais próxima.

### Tratamento dos dados

O tratamento dos dados teve por objetivo estudar as correlações entre as condutividades hidráulicas do aquífero e as cargas hidráulicas medidas em cada poço. Foi testada também a existência de relações entre as cargas hidráulicas e as precipitações ocorridas na área, em dias próximos ao da medição dessas cargas. Além dessas variáveis, foram calculados fatores de contraste de cota e de condutividade hidráulica, a fim de entender como variações bem localizadas desses fatores poderiam interferir nas cargas hidráulicas medidas.

#### Determinação dos fatores de contraste

Inicialmente, para cada um dos poços de monitoramento da área, procurou-se determinar os poços com vizinhos mais próximos de acordo com a metodologia abaixo:

- Foram selecionados 3 raios de influência, com 2,5 m; 3,0 m e 3,5 m; divididos em 3 setores de 120°;
- Para cada um dos raios e para cada poço, determinou-se o número de poços vizinhos, considerando para o cálculo dos fatores de contraste apenas os poços com ao menos um vizinho em cada setor.

Para cada poço com vizinhos suficientes, segundo o critério acima, foram calculados os fatores de contraste

topográfico,  $F_C$ , e dois contrastes de condutividade hidráulica,  $F_K$  e  $F_{K2}$ , segundo as equações:

$$F_C = \frac{C - C^*}{C^*} \quad (1),$$

$$F_K = \frac{K - K^*}{K^*} \quad (2)$$

$$F_{K2} = \frac{K - K2^*}{K2^*} \quad (3),$$

nas quais

$$C^* = \frac{\sum_{i=1}^{nv} C_i}{nv} \quad (4),$$

$$K^* = \frac{\sum_{i=1}^{nv} K_i}{nv} \quad (5)$$

$$K2^* = e \frac{\sum_{i=1}^{nv} \ln K_i}{nv} \quad (6),$$

onde,  $C^*$  é a cota média dos poços vizinhos,  $K^*$  e  $K2^*$  são as condutividades hidráulicas médias dos poços vizinhos, sendo  $C_i$  e  $K_i$ , respectivamente, os valores da cota e da condutividade hidráulica de cada poço vizinho e  $nv$ , o número de vizinhos em questão.

Dessa forma, os valores de  $F_C$ ,  $F_K$  e  $F_{K2}$  de cada poço fornecem uma medida do contraste entre sua cota e sua condutividade hidráulica e a cota e a condutividade hidráulica médias de seus vizinhos, para cada raio de influência. Portanto, os fatores de contraste dos poços mostram o quanto o poço se assemelha ou difere dos seus vizinhos nesses parâmetros analisados. Através desses fatores de contrastes é possível observar se estas diferenças ou semelhanças influenciam nas cargas hidráulicas.

#### Análise estatística

A partir dos dados coletados em campo, procurou-se estabelecer correlações estatísticas entre cota, carga hidráulica, condutividade hidráulica e fatores de contraste, observando-se a influência da vegetação. A carga hidráulica média foi calculada para cada uma das campanhas de

campo. Os dados obtidos foram correlacionados com as precipitações ocorridas até cinco dias antes das campanhas.

#### Infiltrômetros

O equipamento empregado para a quantificação de infiltração foi o infiltrômetro, que consiste em um tubo de PVC de diâmetro interno de cerca de 102 mm e 4 mm de espessura, com comprimento de 300 mm, dentro do qual fica inserida amostra de solo indeformada do PET. Em sua extremidade inferior, situa-se uma tampa afunilada (cap) receptora da água que atravessa o perfil de solo e o frasco amostrador, conectado ao PVC por uma mangueira de borracha, em direção ao qual destina-se a água infiltrada. A amostra é ainda sustentada por três hastes metálicas (Figura 2).

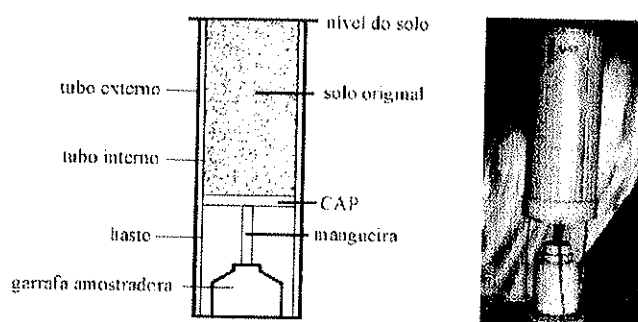


Figura 2: Infiltrômetro.

O infiltrômetro é posicionado dentro de um PVC maior que se encontra cravado no solo, com diâmetro interno de 120 mm e comprimento em torno de 500 mm. A finalidade desse procedimento consiste em resguardar o instrumento de forma a se poder retirá-lo para se fazer as medições desejadas. O PVC maior, ou externo, é colocado na cavidade ao nível da região gramada e o infiltrômetro é suspenso uns poucos milímetros por brita a fim de que se coloque em torno dos dois tubos um anel de plástico para evitar a entrada de água na fresta criada. Foi utilizado um conjunto de seis infiltrômetros contendo sedimentos da área de estudo.

As medições, realizadas diariamente durante quatro meses, correspondiam à quantificação de água drenada ao longo dos 30 cm de solo e à pesagem dos infiltrômetros, sem os frascos, para o acompanhamento da variação de armazenamento de água nos poros das amostras. Procurou-se correlacionar, mediante combinações estatísticas, os dados obtidos de infiltração e variação de massa com dados meteorológicos de precipitação com o objetivo de construir um modelo de estimativa de recarga.

## RESULTADOS

### Infiltrômetros

#### *Correlação entre infiltração de cada infiltrômetro e precipitação*

Através do programa Statistica (Statsoft, Inc. 1993), procurou-se correlacionar a infiltração de cada infiltrômetro em cada dia de medida e as precipitações ocorridas no mesmo dia (PR0), no dia anterior (PR1) e assim sucessivamente até cinco dias antes da medição (PR2, PR3, PR4, PR5) e também as precipitações integradas (PR0123, por exemplo), correspondendo à influência da soma de determinadas precipitações frente às infiltrações.

Ao longo do período de todo o experimento, apenas as precipitações PR0, PR1 e PR2 exerciam influência sobre as infiltrações medidas, em todos os infiltrômetros, sem distinção. As precipitações PR3, PR4 e PR5, aparentemente, não interferiam na infiltração. Todavia, quando se integra a precipitação de vários dias, percebe-se que a soma das precipitações de até cinco dias antes da medição (PR12, PR123, PR1234 e PR12345) são correlacionadas às infiltrações. Em termos reais, isso significa que a chuva delonga-se até três dias para se transformar em infiltração eficaz nos infiltrômetros do Parque Ecológico do Tietê, identificados pela abreviação LP.

Embora essas observações tenham sido efetuadas para todo o período de vigência do estudo é ainda válido o fato de que a precipitação demora cerca de três dias para se infiltrar, o padrão de infiltração não corresponde ao mesmo nas estações seca e úmida, o que confere a esse mecanismo um aspecto de sazonalidade.

Na estação úmida, os resultados são semelhantes aos da avaliação para todo o ano, devido a uma menor disponibilidade de água no solo na estação seca. Nesta estação, as precipitações PR0 e PR1 deixam de ser importantes e a infiltração parece ser dominada por PR2 e PR5. O fato de PR0 e PR1 perderem a importância na estação seca é um resultado esperado porque como chove menos nessa época, as precipitações que ocorrem próximas ao dia da medição podem não se tornar infiltração uma vez que mais dificilmente se alcança a capacidade de campo. As precipitações mais representativa de cada estação foram PR012, para a úmida, e PR2345, para a seca.

Relacionando-se a infiltração de cada infiltrômetro com as precipitações características de cada estação (Figuras 3 e 4) foi possível observar que há pelo menos dois infiltrômetros para cada estação que destoam do conjunto, o que não impede de vincular o comportamento de todos os LP basicamente em dois padrões, um para cada uma das estações.

Calculou-se a infiltração média dos infiltrômetros do Parque (IMLP) para cada dia de medição, testando-se a correlação entre estas médias e as precipitações PR012 (para a estação chuvosa) e PR2345 (para a estação seca). Certificada a correlação entre esses parâmetros mediante o programa Statistica, ajustaram-se, pelo programa Grapher, curvas dos dados PR012 *versus* IMLP e PR2345 *versus* IMLP. Baseando-se nesses ajustes, concluiu-se que existem duas leis empíricas que relacionam precipitações e infiltrações médias, de acordo com as equações abaixo:

- Estação seca

$$IMLP(mL) = 1,36PR2345(mm) - 0,93 \quad (7)$$

- Estação chuvosa

$$IMLP(mL) = 4,78PR012(mm) - 20,76 \quad (8)$$

#### *Correlação entre retenção e precipitação*

Baseando-se na diferença de massas máxima e mínima de cada infiltrômetro, o que confere a variação de armazenamento, foi possível averiguar que há um padrão para cada estação, quando se correlacionam retenção e precipitação, diferindo daquele observado para a infiltração nos seguintes aspectos: na estação chuvosa, apenas as precipitações de um dia anterior e do mesmo dia influem na retenção, e, na estação seca, somente a precipitação de 2 dias antes representam papel importante. As precipitações características podem ser consideradas as mesmas que para o caso de infiltração, sendo que correlações entre essas precipitações, para cada estação, e variações de massa dos infiltrômetros, corroboram a existência de dois padrões. Dessa forma, espera-se que a evapotranspiração e o escoamento superficial se comportem semelhantemente ao que foi visto nas respostas quanto à infiltração e à retenção.

#### **Relação entre os mecanismos controladores da recarga**

Na área de estudo no PET, parece haver uma clara relação entre a precipitação, a topografia e a condutividade hidráulica do aquífero com a carga hidráulica medida nos poços de monitoramento. Observou-se também a influência das árvores nestas relações. Foram calculados os coeficientes de correlação para diversas combinações desses parâmetros e considerados como significantes aqueles em que se poderia rejeitar a hipótese de correlação nula entre os parâmetros com 5% de probabilidade de erro (Green e Margerison, 1978).

### Precipitação versus carga hidráulica

Durante a estação seca parece não haver relação entre precipitação de até 5 dias antes (<PR5) das medidas de carga hidráulica dos poços de monitoramento e os valores médios de carga hidráulica (Tabela 1).

	PR0	PR1	PR2	PR3	PR4	PR5
<b>Carga Média</b>	0,16	0,10	-0,15	-0,22	-0,16	0,15

Tabela 1: Correlação entre a carga média e as precipitações de até cinco dias antes da medida (PR0 até PR5, onde 0 é a precipitação do dia da medida de carga hidráulica) para a estação seca (Número de dados = 650).

No entanto, a carga hidráulica média varia mês a mês na estação seca (Figura 5) e isso mostra que algumas precipitações ocorridas nesta estação devem gerar recargas. Isso não é observado na Tabela 1, uma vez que a maioria das precipitações durante a estação seca podem simplesmente não gerar recargas significativas, provavelmente porque a capacidade de campo não é alcançada, frente às chuvas.

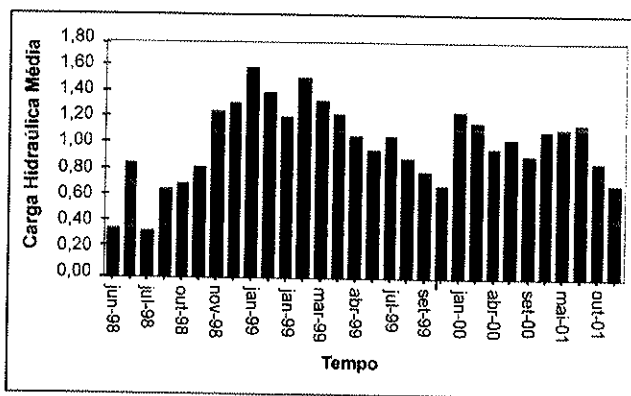


Figura 5: Variação da carga hidráulica média (m) ao longo das campanhas realizadas nos meses em destaque.

As precipitações que ocorrem no dia anterior à medição de cargas hidráulicas influenciam o valor médio das cargas na estação chuvosa, como pode ser observado nas correlações entre precipitação e carga hidráulica (Tabela 2). Não foram encontradas relações significativas entre as cargas médias e as precipitações nos demais dias.

Mas mesmo nesse caso, o gráfico de carga média versus precipitação do dia anterior (Figura 6) é bastante disperso, sugerindo que outros mecanismos atuam sobre as cargas além da precipitação, ou seja, a precipitação de um dia antes da medida influi sobre a carga média, mas não a governa.

As relações observadas na Tabela 2 são um padrão médio criado pela superposição de diversos padrões distintos e individuais dos poços, pois quando o efeito das precipitações sobre as cargas hidráulicas de cada poço é estudado separadamente, levando-se em consideração a presença das árvores, observa-se a complexidade do

fenômeno de recarga na área de estudo, pois é razoável pensar que em uma área heterogênea de ocupação (árvores e gramado) e de características hidráulicas do aquífero e do solo, cada poço possua uma relação distinta com a precipitação.

	PR0	PR1	PR2	PR3	PR4	PR5
<b>Carga Média</b>	0,24	<b>0,66</b>	0,25	-0,14	0,09	-0,03

Tabela 2: Correlação entre a carga média e as precipitações de até cinco dias antes da medida para a estação chuvosa (PR0 até PR5, onde 0 é a precipitação do dia da medida de carga hidráulica). Apenas o coeficiente em negrito representa uma correlação com significância estatística de 5% (Número de dados = 137).

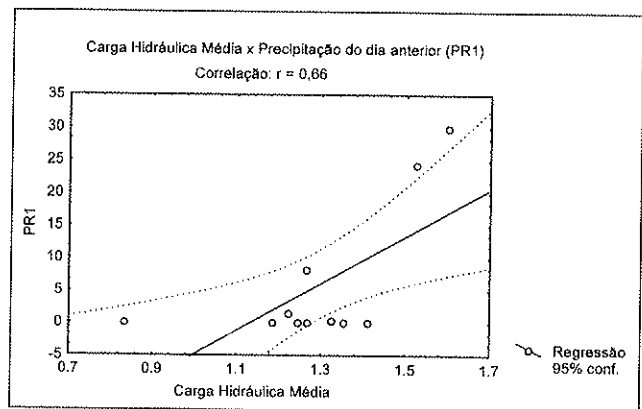


Figura 6: Correlação entre a carga média, em metros, e a precipitação de um dia antes da medida, em milímetros.

Considerando-se a localização dos poços, a cobertura vegetal e as características do solo, surgem grupos de poços com comportamentos semelhantes frente às precipitações, como ilustra a Figura 7. As árvores são analisadas quanto a sua capacidade de interceptação/evapotranspiração e as características do solo, quanto à facilidade de infiltração (a área "D" possui solo argiloso e as demais, solo siltoso). Na área "A", onde existem 0,02 árvores/m<sup>2</sup>, os poços refletem influência das precipitações que ocorrem no dia e até cinco dias antes da medição de nível (PR012345). Os poços localizados na área "B", refletem o efeito das precipitações ocorridas de três a cinco dias antes da medição (PR345), o que se deve à maior concentração de árvores (0,08 árvores/m<sup>2</sup>) nesta área cujas copas são bem fechadas apresentando uma grande capacidade de interceptação. Na área "C", onde se tem 0,1 árvores/m<sup>2</sup>, a influência da precipitação nas cargas hidráulicas ocorre depois de dois dias (PR2). Os poços da área "D" não exibem influência de precipitações ocorridas em cinco dias antes das medidas. No caso dessa área, essa não-influência das precipitações foi relacionada ao solo que é mais argiloso, já que esta área não possui árvores. Este solo argiloso retarda o processo de

infiltração, formando uma área alagada após a chuva. Para os demais poços, não foi observada nenhuma relação clara com o solo nem com as árvores ao redor.

Uma outra relação surge com as árvores quando se analisa o desvio padrão dos níveis d'água ao longo das campanhas. A Figura 8, na qual foram desenhadas as isolinhas de desvios padrão, mostra uma área homogênea com desvios padrão próximos a 0,20, com exceção próximo ao poço 62. Uma hipótese para esses desvios maiores (poço 62) poderia ser à influência de duas grandes árvores e cerca de 40 bananeiras que na época de estiagem poderiam estar consumindo a água do aquífero refletindo na variação do nível d'água neste poço.

#### *Topografia versus carga hidráulica*

A topografia é dada pelos desníveis dos poços de monitoramento em relação ao poço 8, apresentando uma variação máxima de 1,085 m.

Os dados apresentados na Tabela 3 mostram que existe correlação entre a topografia e as cargas medidas. Essa correlação ocorre de modo que os poços de cota topográfica maior apresentam carga maior.

	Carga Abr/00	Carga Jul/00	Carga Set/00	Carga Abr/01	Carga Mai/01
Cota	0,62	0,63	0,66	0,62	0,64
	Carga Ago/01	Carga Out/01	Carga Out/01		
Cota	0,48	0,56	0,58		

**Tabela 3: Correlação entre a cota topográfica dos poços e a carga hidráulica, ambas medidas em metros. Os valores apresentam correlações com significância estatística de 5% (Número de dados = 483). Para Out/01, houve duas campanhas.**

A Tabela 4 indica não haver relação entre os contrastes de topografia e as cargas hidráulicas, o que desmente a hipótese de vales e picos topográficos locais influenciarem significativamente a recarga, já que nenhum dos coeficientes de correlação calculados tem significância de 5%.

Esse fato mostra que a topografia controla a recarga, mas não através das depressões e elevações centimétricas locais, isto é, não são as diferenças de escoamento superficial causadas por essas depressões, que poderiam induzir a maiores recargas pelo empoçamento de água no solo, ou elevações locais que poderiam atuar nas cargas hidráulicas.

	Carga Abr/00	Carga Jul/00	Carga Set/00	Carga Abr/01	Carga Mai/01
FC (2,5)	0,07	0,09	0,13	-0,11	-0,01
FC (3,0)	-0,16	-0,08	-0,21	-0,22	-0,03
FC (3,5)	0,16	0,16	0,10	0,15	-0,12
	Carga Ago/01	Carga Out/01	Carga Out/01		
FC (2,5)	0,10	0,19	0,13		
FC (3,0)	-0,28	-0,21	-0,23		
FC (3,5)	0,04	0,09	0,06		

**Tabela 4: Correlação entre  $F_C$  para os raios 2,5; 3,0 e 3,5 m, e a carga hidráulica. Para Out/01, houve duas campanhas. (Número de dados = 483).**

#### *Condutividade hidráulica versus carga hidráulica*

Quando se analisam as relações entre condutividade hidráulica e carga hidráulica, a princípio não surgem relações significativas (Tabela 5), inclusive na estação seca, quando a recarga é menos atuante.

	Carga Abr/00	Carga Jul/00	Carga Set/00	Carga Abr/01	Carga Mai/01
Cond. Hídr.	-0,26	-0,17	-0,28	-0,41	-0,28
	Carga Ago/01	Carga Out/01	Carga Out/01		
Cond. Hídr.	-0,11	-0,12	-0,12		

**Tabela 5: Correlação entre a condutividade hidráulica (Cond. Hídr.) e a carga hidráulica. Para Out/01, houve duas campanhas. (Número de dados = 483).**

Foi observada, então, a relação entre a condutividade hidráulica retirando-se os poços que estavam a 1,5 m (Tabela 6) e depois a 2,0 m (Tabela 7) de uma árvore importante.

	Carga Abr/00	Carga Jul/00	Carga Set/00	Carga Abr/01	Carga Mai/01
Cond. Hídr.	-0,34	-0,24	-0,42	-0,46	-0,37
	Carga Ago/01	Carga Out/01	Carga Out/01		
Cond. Hídr.	-0,19	-0,20	-0,19		

**Tabela 6: Correlação entre a condutividade hidráulica (Cond. Hídr.) e a carga hidráulica retirando-se as árvores a 1,5 m de distância. Para Out/01, houve duas campanhas. Os coeficientes em negrito representam correlações com significância estatística de 5%. (Número de dados = 270).**

	Carga Abr/00	Carga Jul/00	Carga Set/00	Carga Abr/01	Carga Mai/01
Cond. Hídr.	-0,33	-0,24	-0,42	-0,46	-0,42
	Carga Ago/01	Carga Out/01	Carga Out/01		
Cond. Hídr.	-0,22	-0,24	0,23		

**Tabela 7: Correlação entre a condutividade hidráulica (Cond. Hídr.) e a carga hidráulica retirando-se as árvores a 2,0 m de distância. Para Out/01, houve duas campanhas. Os coeficientes em negrito representam correlações com significância estatística de 5%. (Número de dados = 270).**

Estas tabelas mostram que os efeitos da proximidade de árvores (até 2 m) é um dos fatores que mascara as possíveis correlações entre condutividade hidráulica e carga hidráulica, indicando a influência da evapotranspiração dessas árvores.

### Recarga

Para o método do balanço hídrico, foi calculada a evapotranspiração potencial através da fórmula de Penman – Monteith (Jensen *et al.*, 1989). A partir da relação entre precipitação e a evapotranspiração real, obtida pela relação proposta por Thornthwaite (1948 *apud* CPRM, 1997), determinaram-se os valores da recarga potencial (Tabela 8). Nesse cálculo, o escoamento superficial foi desconsiderado devido à área ser muito plana, não mostrando em campo evidências de escoamento significativo, mesmo em dias muito chuvosos.

A recarga, por este método ocorre nos períodos de janeiro, fevereiro e março. No ano de 2000, esta recarga representou, em média, 58% das precipitações ocorridas. Observou-se também que nos meses de janeiro e fevereiro, onde as precipitações foram acima de 300 mm, cerca de 71% das precipitações se converteram em recarga. Já no ano de 2001, a recarga potencial é em média 46% das precipitações.

Parâmetro (mm)	Meses (2000)								
	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro
EP	96,08	87,12	112,67	136,48	118,26	105,48	81,44	47,76	14,75
P	363,50	317,40	165,20	6,49	10,40	20,00	58,30	70,40	105,70
P-EP	267,44	220,28	50,53	-130,09	-107,85	-85,48	-33,14	22,64	90,95
ΔNeg.(P-EP)	-----	-----	-----	-130,09	-237,84	-323,42	-358,58	-----	-----
AS	300	300	300	43	18	9	7	29,64	120,59
ΔAS	0	0	0	-257	-26	-9	-2	22,64	90,95
ER	96,08	87,12	112,67	283,4	35,4	29	80,30	47,76	14,75
Recarga	267,44	220,28	50,53	-----	-----	-----	-----	-----	-----
% Recarga	73,5	69,3	31	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Parâmetro (mm)	Meses (2001)								
	janeiro	fevereiro	março	abril	maio	junho	julho	agosto	setembro
EP	82,68	89,31	116,44	168,88	164,37	86,85	89,08	71,12	60,04
P	138,60	155,20	198,30	35,60	90,60	26,40	60,80	22,70	55,10
P-EP	75,92	65,89	81,86	-133,28	-73,77	-80,45	-8,16	-48,42	-4,94
ΔNeg.(P-EP)	-----	-----	-----	-133,28	-207,05	-267,5	-275,68	-324,1	-328,04
AS	300	300	300	42	23	14	13	6	8
ΔAS	0	0	0	-258	-10	-9	-1	-4	0
ER	82,68	89,31	116,44	293,00	109,6	35,4	81,9	26,70	55,10
Recarga	75,92	65,89	81,86	-----	-----	-----	-----	-----	-----
% Recarga	54,8	42,5	41,3	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Tabela 8: Cálculos da recarga pelo método do balanço hídrico para o ano de 2000 e 2001 (os períodos de outubro a dezembro não foram calculados por falta de dados). EP: Evapotranspiração Potencial, P: Precipitação, AS: Variação do Armazenamento, ER: Evapotranspiração Real.

O método da variação do nível potenciométrico apresentou valores de recarga compatíveis às precipitações ocorridas (Tabela 9). Nesses cálculos, foi desprezada a vazão subterrânea por ser pouco significativa e a porosidade total adotada foi de 0,25.

Por este método, os valores de recarga calculados representam, em média, 27% das precipitações ocorridas.

Este valor é significativo em vista da pequena espessura da zona não saturada, de cerca de 1,5 m, e que o processo de recarga é rápido, como foi observado pelos infiltrômetros e pelas correlações entre a carga hidráulica e as precipitações.

Ano	Período	Δh (m)	Recarga (mm)	Precipitação (mm)	% Recarga
1998	out-nov	0,025	25,0	63,7	39,2
1998-1999	nov-jan	0,330	82,5	381,5	21,6
2000	abr-ago	0,070	17,5	89,2	19,6

Tabela 9: Cálculo da recarga pela variação do nível potenciométrico.

Comparativamente, o método da variação do nível potenciométrico apresentou valores mais compatíveis do que o método do balanço hídrico, no qual parece que houve uma superestimação dos valores de recarga. Isso era esperado, pois o método de balanço hídrico estima apenas o excedente hídrico que possa se converter em recarga. Este método também mostra que não houve recarga no período de abril a agosto de 2000, o que é desmentido pelo método da variação do nível potenciométrico, por meio do qual observou-se que parte destas precipitações (20%) se convertem em recarga.

No entanto, mesmo no método da variação do nível potenciométrico, os valores de recarga obtidos podem ter baixa precisão visto que a variação dos níveis potenciométricos ocorrem em períodos curtos, necessitando-se de medições de níveis d'água semanais ou até mesmo diárias para um melhor resultado.

## CONCLUSÕES

No aquífero livre e raso do Parque Ecológico do Tietê, os resultados dos infiltrômetros e das medições de carga hidráulica correlacionadas com as precipitações comprovaram a rápida velocidade do processo de recarga. Apesar desse processo ser rápido, o regime de infiltração apresenta diferenças durante a estação seca e chuvosa. Estas diferenças estão associadas principalmente às quantidades e intensidades das precipitações, em cada estação, mas também devido a outros mecanismos que controlam a recarga, como a interceptação e evapotranspiração pelas árvores. Estas têm grande influência na área, seja na estação chuvosa, quando criam um padrão heterogêneo de recarga, seja na estação seca quando seu consumo de água é mais sentido nas cargas hidráulicas.

Quanto à quantificação da recarga, os métodos utilizados apresentaram baixa precisão. O método do balanço hídrico não é aconselhável para estimativa da recarga em área tão pequena, trabalhando-se com dados mensais. Há evidente recarga no aquífero que não é detectada durante a estiagem, bem como eventos diários de



chuva, como atesta tanto o método de variação do nível potenciométrico e a experiência com infiltrômetros. Já o método da variação do nível potenciométrico apresentou valores mais compatíveis, mas mesmo neste método, para uma melhor precisão, seria necessário um monitoramento dos níveis d'água com frequência diária a semanal.

Tietê - São Paulo, Brasil. *Revista Águas Subterrâneas*, n. 16, p. 77-82.

No caso do aquífero livre e raso do Parque Ecológico do Tietê, seria necessário, durante a estação chuvosa, um monitoramento dos níveis potenciométricos dos poços com frequência diária (até 5 dias), e na estação seca, um monitoramento semanal após chuvas e até mesmo a intervalos de 15 dias.

## AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a FAPESP (processo 0014446-0), pelo auxílio financeiro para realização do projeto e concessão de bolsa de iniciação científica, e ao PIBIC-CNPq pela concessão de bolsa de iniciação científica. Agradecemos também ao Prof. Ricardo Camargo, do Departamento de Meteorologia do IAG - USP, pelo auxílio prestado quanto ao fornecimento dos dados meteorológicos e aos funcionários do Parque Ecológico do Tietê.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CPRM, 1997. *Hidrogeologia conceitos e aplicações*. Coord. Feitosa, F. A. C.; Manoel Filho, J. Fortaleza, 412p.
- GREEN JR, AND MARGERISON D. 1978. *Statistical treatment of experimental data*. Elsevier Science Publishing Company, New York, 382p.
- HIRATA, R.; FERRARI, L.; FERREIRA, L.; PEDE, M. 2002. La explotación de las aguas subterráneas en la cuenca hidrográfica del Alto Tiete (São Paulo, Brasil): crónica de una crisis anunciada. *Boletín Geológico Minero*. 113 (3):273-282
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 1991. *Censo demográfico do Brasil*. Rio de Janeiro, FIBGE, v. 1. 94p.
- JENSEN M. E., BURMAN R. D., ALLEN R. G. 1989. Evapotranspiration and irrigation water requirements. *American Society of Civil Engineers*. Committee on Irrigation Water Requirements. IV. Séries, 331p.
- VARNIER C. L. 2001. O efeito do nitrogênio proveniente de sistemas de saneamento "in situ" na qualidade das águas subterrâneas em aquíferos livres e rasos. São Paulo, 150p. *Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo*.
- VARNIER, C. & HIRATA, R. (2002) - Contaminação da Água Subterrânea por Nitrato no Parque Ecológico do

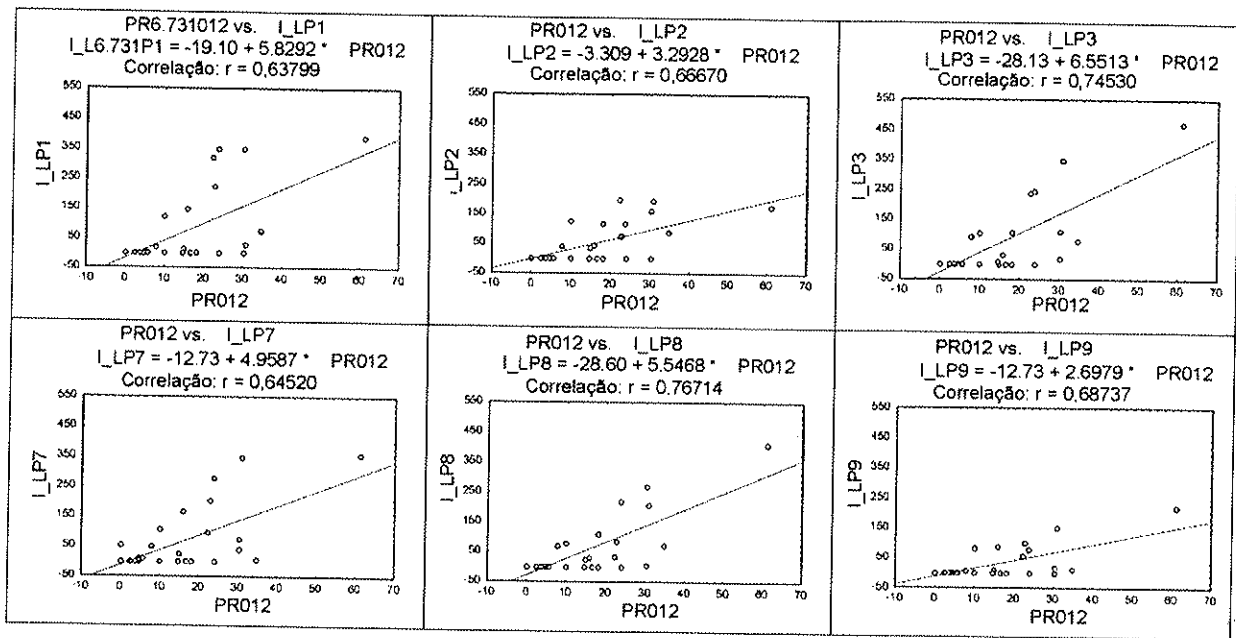


Figura 3: Infiltração versus PR012 para cada infiltrômetro na estação chuvosa (infiltração em ml, P012 em mm). Regressão com 95% de significância.

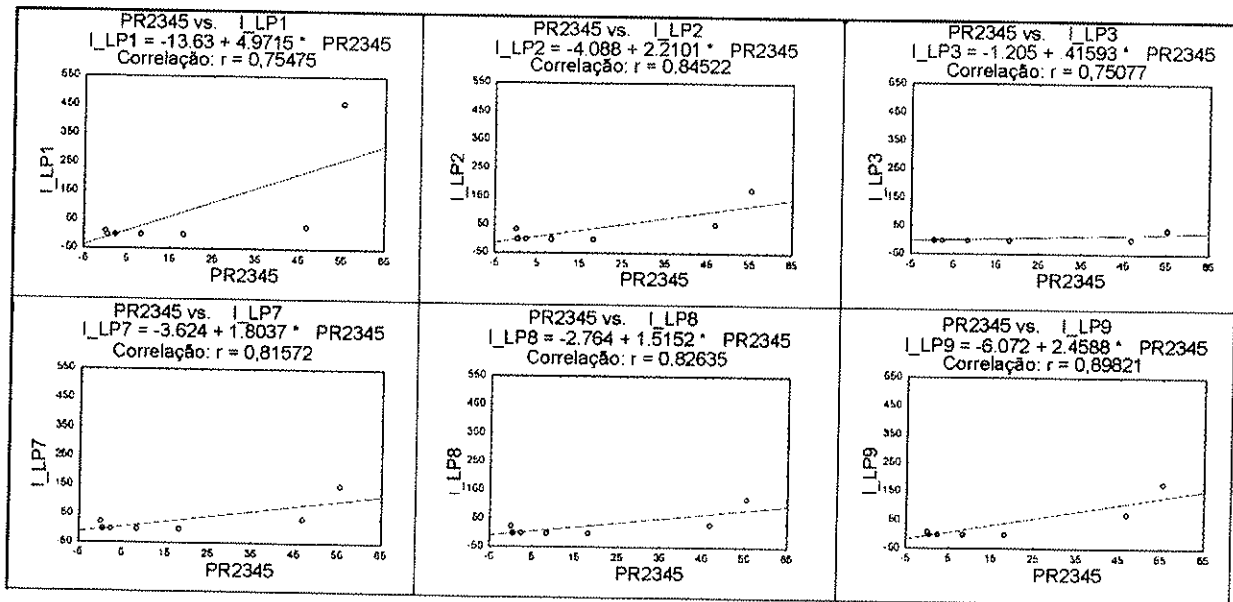


Figura 4: Infiltração versus PR2345 para cada infiltrômetro na estação seca (infiltração em ml, P2345 em mm). Regressão com 95% de significância.

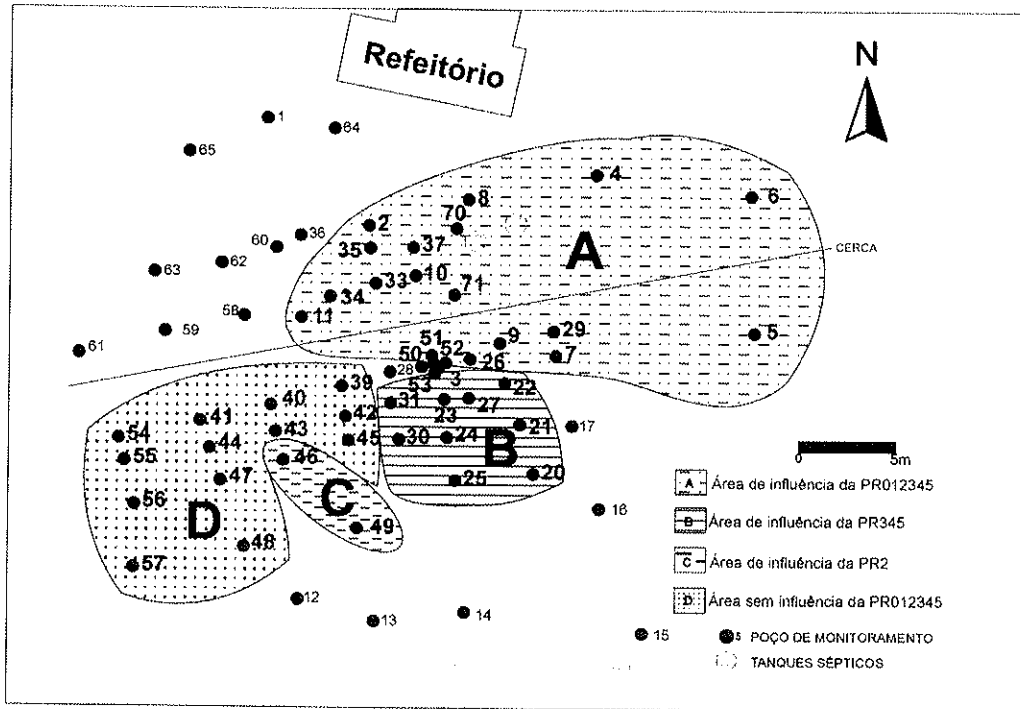


Figura 7: Áreas onde os poços apresentam características semelhantes frente às precipitações.

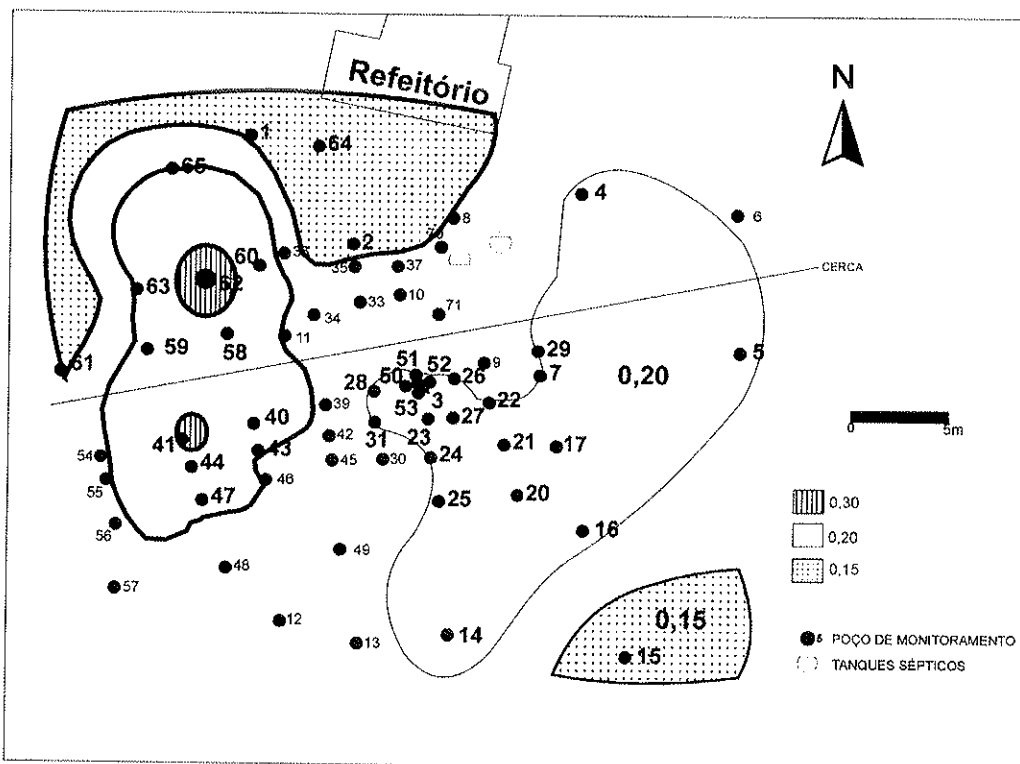


Figura 8: Campos de desvios-padrão dos níveis d'água.