

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

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO RESERVATÓRIO DE TRÊS IRMÃOS SOBRE A
SUPERFÍCIE POTENCIOMÉTRICA DO AQUÍFERO LIVRE NA CIDADE DE PEREIRA
BARRETO (SP) – UMA ABORDAGEM NUMÉRICA E GEOESTATÍSTICA**

Claudio Benedito Baptista Leite

Orientador: Prof. Dr. Paulo Milton Barbosa Landim

Tese de Doutorado elaborada junto ao
Programa de Pós-Graduação em Geociências -
Área de Concentração em Geociências e Meio
Ambiente, para obtenção do Título de Doutor
em Geociências.

Rio Claro (SP)
2005

551.49 Leite, Claudio Benedito Baptista
L533a Avaliação do impacto do reservatório de Três Irmãos sobre a superfície potenciométrica do aquífero livre na cidade de Pereira Barreto (SP) : uma abordagem numérica e geoestatística / Claudio Benedito Baptista Leite. – Rio Claro : [s.n.], 2005
229 f. : il., gráfs., tabs.,quadros, mapas.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Orientador: Paulo Milton Barbosa Landim

1. Hidrogeologia. 2. Impacto hidrogeológico. 3. Simulação seqüencial. 4. Águas subterrâneas. I. Título.

DEDICATÓRIA

À

Regina e Marília

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Prof. Dr. Paulo Miltom Barbosa Landim, professor emérito da UNESP e comendador da Ordem Nacional do Mérito Científico, pela orientação e constante estímulo durante esta caminhada.

À UNESP pela minha participação no programa de pós-graduação e toda a infra-estrutura e recursos oferecidos, com destaque ao Laboratório de Geomatemática.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP (Processo FAPESP nº 02/01973-8) e ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT (Projeto IPT 8762.78.7) pelo suporte financeiro ao desenvolvimento do projeto de pesquisa.

À Companhia Energética de São Paulo – CESP e ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT pela liberação dos dados utilizados neste trabalho.

Ao auxílio, sugestões e amizade dos professores José Ricardo Sturaro e Antônio Roberto Saad do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista - UNESP/Rio Claro e Jorge Kazuo Yamamoto e Marcelo Monteiro da Rocha do Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo – IGc/USP/São Paulo.

Aos colegas Rubens Caldeira Monteiro e Roberto Wagner Lourenço pelas diversas discussões sobre análise espacial e multivariada.

Ao amigo de longa data Mauro Silva Ruiz pelo constante incentivo e auxílio na preparação do Abstract.

À estagiária Débora Amato Lourenço e ao Técnico Antônio José Catib Baladore pelo auxílio na preparação dos dados.

À bibliotecária Edna Baptista dos S. Gubitoso da Divisão de Economia e Engenharia de Sistemas do IPT pela criteriosa revisão do capítulo Referências Bibliográficas.

À Darlene de Cássia Armbrust do Laboratório de Geomatemática do Departamento de Geologia Aplicada pelo constante apoio e suporte em informática.

Aos técnicos José Aparecido S dos Santos, Reginaldo Passos Cruz, Vera Lúcia Amorim da Luz e à secretária Rosângela Aparecida Carelli Correia pelo auxílio na impressão da tese.

Aos amigos e colegas da Seção de Recursos Hídricos do Agrupamento de Geologia Aplicada da Divisão de Geologia do IPT e do curso de pós-graduação em Geociências da UNESP/Rio Claro pelas experiências compartilhadas.

Em destaque especial agradeço à Regina e Marília, esposa e filha, pelo amor, paciência e esteio emocional.

SUMARIO

	p.
DEDICATÓRIA.....	iii
AGRADECIMENTOS	iv
RESUMO.....	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUÇÃO	1
II. OBJETIVOS E HIPÓTESE DO TRABALHO	3
III. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1. IMPACTOS DE RESERVATÓRIOS SOBRE A SUPERFÍCIE POTENCIOMÉTRICA DO AQÜÍFERO	4
3.2. MÉTODOS DE PROGNÓSTICO DA ELEVAÇÃO DO NÍVEL FREÁTICO	12
3.2.1. Abordagem analítica.....	13
3.2.2. Abordagem cartográfica	19
3.2.2. Abordagem numérica	21
3.2.3. Abordagem geoestatística e estocástica.....	22
IV. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA ESTUDADA	25
4.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA.....	25
4.2. IMPACTOS ASSOCIADOS AO RESERVATÓRIO SOBRE O AQÜÍFERO LIVRE.....	27
4.3. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS E HIDROGEOLÓGICAS.....	27
4.3.1. Considerações sobre as fontes de dados geológicos da área.....	27
4.3.2. Bacia Sedimentar do Paraná.....	28
4.3.2.1. <i>Grupo São Bento</i>	28
4.3.2.1.1. Formação Serra Geral	28
4.3.3. Bacia Bauru	30
4.3.3.1. <i>Ordenação Estratigráfica</i>	31
4.3.3.2. <i>Grupo Caiuá</i>	33
4.3.3.2.1. Formação Rio Paraná.....	34
4.3.3.2.2. Formação Santo Anastácio.....	34
4.3.3.3. <i>Grupo Bauru</i>	35
4.3.3.3.1. Formação Araçatuba	35
4.3.3.3.2. Formação Vale do Rio do Peixe	35
4.3.3.4. <i>Depósitos cenozóicos</i>	37
4.3.4. Geomorfologia	37
4.3.5. Características climáticas.....	38
4.3.5.1. <i>Balanço Hídrico</i>	40
4.3.6. Hidrogeologia	41
4.3.6.1. <i>Unidade Aqüífera Serra Geral</i>	41
4.3.6.2. <i>Unidade Aqüífera Caiuá/Bauru</i>	42
V. BASE DE DADOS.....	44

VI. METODOLOGIA	47
6.1. DEFINIÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO	48
6.1.1. Equação de fluxo da água subterrânea	48
6.1.1.1. <i>Condições iniciais</i>	52
6.1.1.2. <i>Condições de contorno</i>	52
6.1.1.3. <i>Programa utilizado</i>	52
6.2. GEOESTATÍSTICA	53
6.2.1. Análise Exploratória	54
6.2.2. Cálculo do Semivariograma Experimental	54
6.2.3. Anisotropia	56
6.2.4. Modelagem do semivariograma	57
6.2.4.1. <i>Comportamento na Origem</i>	59
6.2.4.2. <i>Modelos com patamar</i>	60
6.2.4.2.1. Modelo Esférico	60
6.2.4.2.2. Modelo Exponencial	60
6.2.4.2.3. Modelo Gaussiano	61
6.2.4.3. <i>Modelos sem patamar</i>	61
6.2.4.3.1. Modelo Potencial	61
6.2.4.3.2. Modelo Logarítmico	62
6.2.4.4. <i>Modelagem Variográfica</i>	62
6.2.5. Krigagem	63
6.2.5.1. <i>Propriedades da Krigagem</i>	63
6.2.5.2. <i>Definição de Vizinhaça</i>	64
6.2.5.3. <i>Recursos da Krigagem</i>	64
6.2.5.4. <i>Técnicas de Krigagem</i>	65
6.2.5.4.1. Krigagem Ordinária	65
6.2.6. Krigagem Residual	66
6.2.6.1. <i>Superfície de Tendência</i>	67
6.2.7. Cokrigagem Ordinária	68
6.2.8. Simulação Estocástica	70
6.2.8.1. <i>Simulação Seqüencial Gaussiana</i>	72
6.2.8.2. <i>Anamorfose</i>	73
6.3. MAPA POTENCIOMÉTRICO	74
VII. RESULTADOS OBTIDOS	75
7.1. REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA	75
7.2. MODELO NUMÉRICO	79
7.2.1. Modelo utilizado	80
7.2.2. Malha e Limites Adotados	80
7.3. PRIMEIRA SIMULAÇÃO	82
7.3.1. Condições de Aplicação	82
7.3.2. Condições de Simulação	83
7.3.3. Resultados da 1ª Simulação	86
7.4. TRATAMENTO GEOESTATÍSTICO	89
7.4.1. Krigagem	93

7.4.1.1. Variografia	93
7.4.1.2. Validação Cruzada	103
7.4.1.3. Krigagem Ordinária.....	103
7.4.2. Cokrigagem	105
7.4.2.1. Variograma Cruzado.....	105
7.4.3. Simulação Seqüencial Gaussiana.....	110
7.5. SEGUNDA SIMULAÇÃO	115
7.5.1. Resultados da 2ª Simulação	115
7.5.1.1. Primeiro Período de Simulação (240 dias)	116
7.5.1.2. Segundo Período de Simulação (720 dias)	123
7.5.1.3. Terceiro Período de Simulação (1800 dias)	128
7.5.1.4. Quarto Período de Simulação (3600 dias)	133
7.6. ANÁLISE DOS RESULTADOS DA SIMULAÇÃO	138
7.7. COMPARAÇÃO ENTRE A PRIMEIRA E A SEGUNDA SIMULAÇÕES	158
VIII. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	160
IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	163
ANEXO A - Base de Dados.....	172
ANEXO B - Campanhas de leitura da cota do nível d'água na rede de monitoramento no tempo.	178

FIGURAS

	p.
Figura 1 - Modelo esquemático do processo de elevações induzidas no nível freático nas bordas do reservatório (Fonte: ALBUQUERQUE FILHO e BOTTURA, 1994).	13
Figura 2 – Variação da espessura da lâmina d’água ao longo do rio após o barramento (Fonte: Albuquerque Filho, 2002, modificado de Reed e Bedinger, 1962).	14
Figura 3 – Mapa de localização e acesso à área.	25
Figura 4 – Modelo de evolução da porção norte da Bacia do Paraná a partir do Triássico/Jurássico, com subsidência e formação da Bacia Bauru, sedimentação e posterior soerguimento e erosão (conforme FERNANDES, 1998).	30
Figura 5 - Localização da Bacia Bauru e distribuição aproximada das principais estruturas regionais e províncias de rochas alcalinas relacionadas com a evolução da Bacia (FERNANDES, 1998).	31
Figura 6 – Quadro de relações estratigráficas entre as unidades da parte oriental da Bacia Bauru (FERNANDES, 1998).	33
Figura 7 – Planta de localização dos pontos que compõem a base de dados.	45
Figura 8 – A) Mapa da espessura da formação aquífera (FM), B) Mapa da superfície potenciométrica do aquífero livre (h), C) Mapa de contorno da cota do topo do basalto (TB) e D) Mapa topográfico (z) da área de estudo. Todos os mapas apresentados acima foram obtidos pela interpolação dos dados (ANEXO A) utilizando-se o método da Mínima Curvatura do software Surfer 8 da Golden Software Inc.	46
Figura 9 – Representação do volume elementar de um aquífero (FETTER, 1994).	49
Figura 10 - Diagrama de dispersão da variável $Z(x)$ para uma determinada distancia h.	55
Figura 11 - Mapa de variogramas hipotético (Monteiro, 2003).	56
Figura 12 - Parâmetros para variograma direcional (Monteiro, 2003).	57
Figura 13 - Parâmetros de um variograma (YAMAMOTO, 2001.	58
Figura 14 - Modelos de Comportamento na origem de Variogramas (MONTEIRO, 2003). ..	59
Figura 15 – A) Variograma experimental e B) Variograma com modelo ajustado (MONTEIRO, 2003).	60
Figura 16 - Modelos de variograma com patamar.	61
Figura 17 - Modelos de variograma sem patamar.	62
Figura 18 - Anamorfose gráfica ou experimental. $F(z)$ é uma distribuição qualquer e $G(y)$ é uma distribuição normal com média zero e variância 1 (MONTEIRO, 2003).	73
Figura 19 – Limites e malha adotada para a aplicação do modelo numérico.	81
Figura 20 – Mapa potenciométrico inicial –Agosto/1990.	84
Figura 21 – Mapa de profundidade do nível d’água inicial – Agosto/1990.	85

Figura 22 – Potenciometria final modelada (Agosto/2000).	87
Figura 23 – Profundidade final modelada do nível d'água (Agosto/2000).	88
Figura 24 - Histograma da variável potenciometria (cota do nível d'água) pela rotina STATBASE do Sistema GeoVisual.	89
Figura 25 - Curva acumulada em escala de probabilidade aritmética para os dados de potenciometria (cota do nível d'água) pela rotina STATBASE do Sistema GeoVisual.	90
Figura 26 - Planta de localização dos pontos cotados utilizados nos tratamentos geoestatísticos.	91
Figura 27 – Histograma da topografia do terreno pela rotina STATBASE do Sistema GeoVisual.	92
Figura 28 - Curva acumulada em escala de probabilidade aritmética para os dados de topografia do terreno pela rotina STATBASE do Sistema GeoVisual.	92
Figura 29 – Variogramas experimentais na direção 45o das variáveis: A) potenciometria e B) topografia, calculados pela rotina VARCOM do Sistema GeoVisual 2.1.	93
Figura 30 – A) Mapa de resíduos e B) da superfície de tendência, polinômio de grau 2, dos dados de potenciometria.	94
Figura 31 – A) Mapa de resíduos e B) da superfície de tendência, polinômio de grau 2, dos dados de topografia.	94
Figura 32 – Parâmetros de entrada para o cálculo do variograma experimental.	95
Figura 33 - Variograma experimental e modelado para variável potenciometria, primeira estrutura, utilizando-se a rotina MODVARG do pacote GeoVisual.	96
Figura 34 - Variograma experimental e modelado para variável potenciometria, segunda estrutura, utilizando-se a rotina MODVARG do pacote GeoVisual.	96
Figura 35 – Resultado do tratamento geoestatístico da variável potenciometria por meio do Sistema GeoVisual, migrado para o pacote Surfer: A) Krigagem ordinária; B) Resíduo da Krigagem e C) Desvio padrão de interpolação segundo Yamamoto, 2002.	98
Figura 36 - Parâmetros de entrada para o calculo do variograma experimental da variável topografia.	99
Figura 37 - Variograma modelado para a variável topografia – estrutura 1.	100
Figura 38 - Variograma modelado para a variável topografia – estrutura 2.	100
Figura 39 – Resultado do tratamento geoestatístico da variável topografia por meio do Sistema GeoVisual, migrado para o pacote Surfer: A) Krigagem ordinária; B) Resíduo da Krigagem e C) Desvio padrão de interpolação segundo Yamamoto, 2002.	102
Figura 40 – A) Diagrama dos valores medidos e estimados para potenciometria, B) Diagrama dos valores medidos e estimados para topografia.	103
Figura 41 – Mapa comparativo entre os mapas potenciométricos obtidos pela Krigagem Ordinária e elaborado manualmente.	104

Figura 42 – Mapa comparativo entre o mapa topográfico obtido pela Krigagem Ordinária e o mapa topográfico original.	104
Figura 43 - Parâmetros de entrada para o cálculo do variograma experimental da variável topografia.	106
Figura 44 – Variogramas cruzado experimental e modelado dos dados de potenciometria e topografia para a estrutura 1.	106
Figura 45 – Variogramas cruzado experimental e modelado dos dados de potenciometria e topografia para a estrutura 2.	107
Figura 46 – Resultado do tratamento geoestatístico da variável potenciometria por meio da rotina COKRIGE2 do Sistema GeoVisual, migrado para o pacote Surfer: A) Cokrigagem ordinária; B) Resíduo da Cokrigagem.	108
Figura 47 – Mapa comparativo entre a potenciometria calculada pela Cokrigagem Ordinária e pela Krigagem Ordinária.	109
Figura 48 – Mapa comparativo entre a potenciometria calculada pela Cokrigagem Ordinária, pela Krigagem Ordinária e construído manualmente.	109
Figura 49 – Imagem gerada por simulação seqüencial gaussiana, por meio do pacote ISATIS, representada pela realização no. 10, que apresentou a maior média dentre as 100 realizações efetuadas.	111
Figura 50 – Imagem gerada por simulação seqüencial gaussiana, por meio do pacote ISATIS, representada pela realização no. 70, que apresentou a menor média dentre as 100 realizações efetuadas.	112
Figura 51 – Comparação entre as superfícies potenciométricas. A superfície gerada pela simulação SGS representa a realização que apresentou a maior média dentre as 100 realizações simuladas.	113
Figura 52 – Comparação entre as superfícies potenciométricas. A superfície gerada pela simulação SGS corresponde a realização que apresentou a menor média dentre as 100 realizações simuladas.	114
Figura 53 – Superfície potenciométrica do aquífero livre simulada para 240 dias após fechamento do reservatório (Abril/1991).	117
Figura 54 – Superfície potenciométrica do aquífero livre simulada para 240 dias após fechamento do reservatório (Abril/1991), gerada pelo software Surfer 8.0.	118
Figura 55 – Elevações simuladas da superfície potenciométrica 240 dias após o fechamento do reservatório (Abril/1991).	119
Figura 56 – Profundidades simuladas da superfície potenciométrica 240 dias após o fechamento do reservatório (Abril/1991).	120
Figura 57 – Seção potenciométrica AB. Para localização da seção ver Figura 53.	121
Figura 58 – Seção potenciométrica CD. Para localização da seção ver Figura 53.	121

Figura 59 – Seção potenciométrica EF. Para localização da seção ver Figura 53.....	122
Figura 60 – Seção potenciométrica GH. Para localização da seção ver Figura 53.....	122
Figura 61 – Superfície potenciométrica do aquífero livre simulada para 720 dias após fechamento do reservatório (Agosto/1992).....	124
Figura 62 – Superfície potenciométrica do aquífero livre simulada para 720 dias após fechamento do reservatório (Agosto/1992) , gerada pelo software Surfer 8.0.....	125
Figura 63 – Elevações simuladas da superfície potenciométrica 720 dias após o fechamento do reservatório (Agosto/1992).....	126
Figura 64 – Profundidades simuladas da superfície potenciométrica 720 dias após o fechamento do reservatório (Agosto/1992).....	127
Figura 65 – Superfície potenciométrica do aquífero livre simulada para 1800 dias após fechamento do reservatório (Agosto/1995).....	129
Figura 66 – Superfície potenciométrica do aquífero livre simulada para 1800 dias após fechamento do reservatório (Agosto/1995) , gerada pelo software Surfer 8.0.....	130
Figura 67 – Elevações simuladas da superfície potenciométrica 1800 dias após o fechamento do reservatório (Agosto/1995).....	131
Figura 68 – Profundidade da superfície potenciométrica 1800 dias após o fechamento do reservatório (simulada) – Agosto/1995.	132
Figura 69 – Superfície potenciométrica do aquífero livre simulada para 3600 dias após fechamento do reservatório (Agosto/2000).....	134
Figura 70 – Superfície potenciométrica do aquífero livre simulada para 3600 dias após fechamento do reservatório (Agosto/2000) , gerada pelo software Surfer 8.0.....	135
Figura 71 – Elevações simuladas da superfície potenciométrica 3600 dias após o fechamento do reservatório (Agosto/2000).....	136
Figura 72 – Profundidades simuladas da superfície potenciométrica 3600 dias após o fechamento do reservatório (Agosto/2000).....	137
Figura 73 – Hidrograma dos poços de monitoramento PB-43, PB-48, CD-17, CD-33 e IPT-24. A curva em vermelho (NA Reservatório) corresponde ao nível de água no reservatório a montante da barragem. Para localização dos poços ver Figura 17.....	139
Figura 74 – Hidrograma dos poços de monitoramento CD-11, PB-50, IPT-29, IPT-25, IPT-26, e CD-14. A curva em vermelho (NA Reservatório) corresponde ao nível de água no reservatório a montante da barragem. Para localização dos poços ver Figura 17.....	139
Figura 75 – Hidrograma dos poços de monitoramento IPT-18, IPT-20, e IPT-21. A curva em vermelho (NA Reservatório) corresponde ao nível de água no reservatório a montante da barragem. Para localização dos poços ver Figura 16.....	140

Figura 76 – Hidrograma dos poços de monitoramento IPT-31, IPT-32, IPT-33, IPT-34, e CD-13. A curva em vermelho (NA Reservatório) corresponde ao nível de água no reservatório a montante da barragem. Para localização dos poços ver Figura 16.	140
Figura 77 – Hidrograma dos poços de monitoramento CD-64, CD-65, 49-21, e IPT-23. A curva em vermelho (NA Reservatório) corresponde ao nível de água no reservatório a montante da barragem. Para localização dos poços ver Figura 16.	141
Figura 78 – Hidrograma dos poços de monitoramento CD-09, CD-19, CD-64, e IPT-17. A curva em vermelho (NA Reservatório) corresponde ao nível de água no reservatório a montante da barragem. Para localização dos poços ver Figura 16.	141
Figura 79 – Hidrograma dos poços de monitoramento CD-40, CD-65, 49-21, e IPT-23. A curva em vermelho (NA Reservatório) corresponde ao nível de água no reservatório a montante da barragem. Para localização dos poços ver Figura 16.	142
Figura 80 – Hidrograma dos poços de monitoramento PB-62, PB-64, e PB-66. A curva em vermelho (NA Reservatório) corresponde ao nível de água no reservatório a montante da barragem. Para localização dos poços ver Figura 16.	142
Figura 81 – Hidrograma dos poços de monitoramento CD-29, CD-60, CD-62, CD-63, CD-66, e SU-02. A curva em vermelho (NA Reservatório) corresponde ao nível de água no reservatório a montante da barragem. Para localização dos poços ver Figura 16.	143
Figura 82 – Hidrograma dos poços de monitoramento PB-21, PB-20, e CD-56. A curva em vermelho (NA Reservatório) corresponde ao nível de água no reservatório a montante da barragem. Para localização dos poços ver Figura 16.	143
Figura 83 – Correlação monitoramento x simulação (PB-48).	146
Figura 84 – Correlação monitoramento x simulação (IPT-24).	146
Figura 85 – Correlação monitoramento x simulação (CD-17).	147
Figura 86 – Correlação monitoramento x simulação (CD-33).	147
Figura 87 – Correlação monitoramento x simulação (CD-11).	148
Figura 88 – Correlação monitoramento x simulação (CD-18).	148
Figura 89 – Correlação monitoramento x simulação (IPT-29).	149
Figura 90 – Correlação monitoramento x simulação (IPT-25).	149
Figura 91 – Correlação monitoramento x simulação (IPT-26).	150
Figura 92 – Correlação monitoramento x simulação (CD-14).	150
Figura 93 – Correlação monitoramento x simulação (IPT-21).	151
Figura 94 – Correlação monitoramento x simulação (IPT-18).	151
Figura 95 – Correlação monitoramento x simulação (IPT-31).	152
Figura 96 – Correlação monitoramento x simulação (IPT-33).	152
Figura 97 – Correlação monitoramento x simulação (IPT-34).	153
Figura 98 – Correlação monitoramento x simulação (IPT-35).	153

Figura 99 – Correlação monitoramento x simulação (IPT-23).	154
Figura 100 – Correlação monitoramento x simulação (CD-65).	154
Figura 101 – Correlação monitoramento x simulação (CD-40).	155
Figura 102 – Correlação monitoramento x simulação (CD-09).	155
Figura 103 – Correlação monitoramento x simulação (PB-66).	156
Figura 104 – Correlação monitoramento x simulação (CD-66).	156
Figura 105 – Correlação monitoramento x simulação (PB-21).	157
Figura 106 – Hidrogramas dos poços de monitoramento que não apresentaram correlação.	157
Figura 107 – Comparação entre as potenciométrias finais (após 10 anos) obtidas na primeira e na segunda simulações.	159

TABELAS

Tabela 1 – Unidades litoestratigráficas dos grupos Bauru e Caiuá e correlações com as definições anteriores.	33
Tabela 2 - Médias mensais e totais dos parâmetros hidrometeorológicos na Estação de Ilha Solteira – SP no período entre 1967 e 1998	39
Tabela 3 – Precipitação pluviométrica (mm) na área do Canal de Pereira Barreto	40
Tabela 4 – Equações e coeficientes de determinação (R ²) resultantes da aplicação da regressão linear múltipla aos dados.....	78
Tabela 5 – Contribuição percentual de cada variável na variabilidade da variável dependente H (Superfície potenciométrica do aquífero livre).	79

RESUMO

Reservatórios formados pela construção de barragens causam impactos significativos sobre diversos aspectos ambientais de uma bacia hidrográfica. Durante o enchimento do reservatório um sistema de fluxo transitório é induzido em suas áreas marginais. Como as cargas hidráulicas nas bordas do reservatório sofrem elevação, ocorrem inversões nas direções de fluxo e temporariamente se estabelece um fluxo do reservatório para o sistema aquífero.

O resultado final do reajuste transitório inicial é uma alteração permanente, a longo prazo, do regime hidrogeológico regional. Os níveis d'água são elevados, as cargas hidráulicas do aquífero são aumentadas, porém os gradientes hidráulicos são suavizados, provocando a elevação e o aplainamento da superfície potenciométrica, com redução das descargas de base nos exutórios naturais em relação à situação original.

É objeto deste trabalho o desenvolvimento de procedimentos para avaliação dos impactos da formação do reservatório sobre a superfície potenciométrica do aquífero livre, utilizando modelos numéricos com a introdução de uma abordagem geoestatística, tanto por krigagem como por simulação estocástica, no tratamento dos dados de campo.

O local escolhido para a realização deste trabalho foi a cidade de Pereira Barreto (SP), situado na margem do atual reservatório da Usina Hidrelétrica de Três Irmãos, no baixo Rio Tiête, considerando informações e dados do monitoramento sistemático (poços e piezômetros) realizados na área, durante os anos de 1987 a 2001.

Do ponto de vista metodológico a execução do presente estudo comprovou a viabilidade e a adequação da Geoestatística associada à modelagem matemática com fins previsionais, em escala local, para a avaliação das modificações induzidas na superfície potenciométrica do aquífero livre após a implantação de reservatórios.

Palavras-chaves: Hidrogeologia , Impacto Hidrogeológico, Geoestatística, Simulação Sequencial Gaussiana.

ABSTRACT

Hydropower reservoirs result in significant environmental impacts in the context of hydrographic basins. During the infillment of the reservoir, a transient flow system is induced in its surroundings. Also the hydraulic heads are raised in the edges of the reservoir resulting in a change of the flow direction, in such a way that after the complete fulfillment, the underground water will flow from the reservoir to the aquifer.

The outcome of this initial transient readjustment is a long-run permanent change in the hydrogeologic regional system. This way, the water levels are raised and the hydraulic heads of the aquifer are increased. On the other hand, the hydraulic gradients are alleviated resulting in an elevation followed by a flattening of the potentiometric surface as the basement discharge of the natural exutories reduce as compared to the original situation.

This study aims to develop procedures to assess the impacts of the Três Irmãos' hydropower reservoir on the potentiometric surface of the free aquifer in the flooded area in the lower Tietê river valley using numerical model with a geostatistical approach of the data. Both krigiage and stochastic simulation of the underground water circulation system were applied in this context. Data and information generated by the systematic monitoring of both well and piezometers, gathered from 1987 to 2001, were taken into account in this geostatistical analyses.

From the methodological standpoint, the undertaking of this study showed the adequacy and viability of using geostatistics coupled with mathematical modelling as tools for local level assessments of induced changes in the potentiometric surfaces of the free aquifers after the fulfillment of the reservoirs.

Key-Words: Hydrogeology, Hydrogeologic Impact, Geostatistic, Sequential Gaussian Simulation.

I. INTRODUÇÃO

Reservatórios formados pela construção de barragens causam impactos significativos sobre diversos aspectos ambientais de uma bacia hidrográfica. O regime hidrológico é afetado de maneira mais direta, sendo o padrão de escoamento superficial influenciado tanto à montante como à jusante do reservatório e a vazão dos rios alterada no tempo e espaço.

A implantação de um reservatório em um vale, que atua como área de descarga regional, produz tanto um reajuste transitório como mudanças permanentes no sistema hidrogeológico adjacente ao reservatório. Durante o enchimento do reservatório um sistema de fluxo transitório é induzido em suas áreas marginais. Como as cargas hidráulicas nas bordas do reservatório sofrem elevação, ocorrem inversões nas direções de fluxo e temporariamente se estabelece um fluxo do reservatório para o sistema aquífero.

Em reservatórios com dezenas ou centenas de quilômetros de comprimento e com elevação do nível d'água de dezenas de metros acima do nível original, o significado quantitativo deste sistema de fluxo transitório pode ser considerável.

O resultado final do reajuste transitório inicial é uma alteração permanente, a longo prazo, do regime hidrogeológico regional. Os níveis d'água são elevados, as cargas hidráulicas do aquífero são aumentadas, porém os gradientes hidráulicos são suavizados, provocando a elevação e o aplainamento da superfície potenciométrica, com redução das descargas de base nos exutórios naturais em relação à situação original.

Se os níveis d'água anteriores à formação do reservatório são profundos, sua elevação regional pode ser benéfica, possibilitando a captação mais favorável dos recursos hídricos subterrâneos e mesmo melhorando as condições de umidade dos solos superficiais e conseqüentemente suas condições de cultivo agrícola. Por outro lado, se os níveis d'água estão próximos à superfície, esta influência poderá ser prejudicial. Os solos superficiais podem ser saturados, ocasionando o afogamento de raízes e possibilitando a salinização, diminuindo assim a capacidade de produção agrícola da área. Poderá ainda ocorrer a formação de nascente e lagoas em zonas topograficamente mais deprimidas.

A presença de áreas urbanas nas proximidades dos reservatórios pode potencializar problemas, dado a complexidade das ocupações (estruturas enterradas como canalizações de água e esgoto, redes de eletrificação e telefonia, pavimentação de ruas, extensos pátios, cemitérios, fossas sépticas, cacimbas, hortas, edifícios habitacionais ou comerciais, tanques enterrados etc.), exigindo previsões de caráter quantitativo dos impactos esperados.

No Brasil, as pesquisas dos efeitos produzidos pela formação de reservatórios de grandes barragens sobre meios aquíferos adjacentes praticamente se iniciaram no ano de 1982, quando o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT),

juntamente com a Companhia Energética de São Paulo (CESP) desenvolveram estudos para avaliação dos impactos sobre a superfície potenciométrica do aquífero livre associados ao reservatório de Porto Primavera a ser implantado no rio Paraná, no sudoeste do Estado.

O interesse pelo desenvolvimento deste tipo de estudo foi consolidado a partir de reclamações ou depoimentos isolados, porém freqüentes (elevação do nível d'água em cacimbas, encharcamento de terrenos, afogamento de fossas etc.) dirigidos à CESP por moradores de bacias de reservatórios antigos.

Desta forma, iniciou-se estudos hidrogeológicos em reservatórios objetivando caracterizar de forma global, em fase de pré-enchimento, os possíveis efeitos da formação de grandes lagos sobre o sistema aquífero adjacente.

A modificação do regime hidrogeológico, alterando o nível freático natural por efeito do enchimento do reservatório, pode ainda potencializar efeitos adversos associados à colapsividade dos solos, induzindo problemas pertinentes às condições de equilíbrio das fundações e estruturas das construções mais próximas ao limite do futuro reservatório. Neste sentido, estudos de caráter observacional e preditivo fornecem subsídios básicos e fundamentais para a elaboração de medidas preventivas ou emergenciais que eventualmente se mostrarem necessárias, a partir do período de início do enchimento do reservatório.

Dada a complexidade dos fenômenos envolvidos, associados ao tempo muito longo de suas respostas, têm sido utilizadas abordagens analíticas, cartográficas e, mais recentemente, a utilização de modelagem matemática para a previsão de condições futuras, contribuindo assim para o entendimento e equacionamento de impactos associados a esses fenômenos (MANCUSO, 2002).

Apesar dos modelos representarem uma versão simplificada de um sistema mais complexo, seus resultados, quando adequadamente tratados e interpretados, considerando para isso a experiência e dados de campo, podem auxiliar grandemente a tomada de decisões, dada sua capacidade de fazer previsões.

II. OBJETIVOS E HIPÓTESE DO TRABALHO

A principal meta da pesquisa foi o desenvolvimento de novos procedimentos na interpolação, extrapolação, estimativa, predição e simulação de variáveis hidrogeológicas regionalizadas e georreferenciadas numa análise espaço-temporal, voltada para o estudo do impacto hidrogeológico de reservatórios.

Assim sendo, o objetivo principal desta pesquisa foi avaliar a variabilidade espaço-temporal do nível d'água na cidade de Pereira Barreto, como subsídio ao planejamento urbano, utilizando-se os procedimentos tradicionais (métodos determinísticos), porém, incorporando abordagens geoestatísticas e estocásticas aos modelos determinísticos, a partir de dados do monitoramento hidrogeológico realizado entre os anos de 1987 a 2001.

Este estudo buscou, portanto, comparar esses diversos procedimentos na geração de mapa temático (potenciometria), e estabelecer novos procedimentos a serem aplicados em estudos e avaliações de impactos da formação de reservatórios sobre a superfície potenciométrica do aquífero livre.

A área de estudo escolhida foi a cidade de Pereira Barreto (SP) por apresentar dados (monitoramento) do aquífero livre por tempo suficientemente longo, tanto antes como durante e após a formação do reservatório, permitindo assim, a validação do procedimento metodológico proposto.

Como hipótese do trabalho, considerou-se a geoestatística uma ferramenta fundamental no tratamento e sistematização de dados que apresentam alta variabilidade espaço-temporal, contribuindo assim, à tomada de decisões sobre atividades e obras necessárias à prevenção de futuros impactos negativos associados à formação de reservatórios em contrapartida ao volumoso, complexo e caro levantamento de dados de campo.

III. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. IMPACTOS DE RESERVATÓRIOS SOBRE A SUPERFÍCIE POTENCIOMÉTRICA DO AQUÍFERO

A previsão do impacto hidrogeológico, devido à implantação de reservatórios superficiais de água, constitui ainda um campo incipiente de estudos no meio técnico, apesar das conseqüências ambientais associadas à formação destes reservatórios serem reconhecidas desde cedo em projetos de construção de barragens.

Nesta revisão, identifica-se no ano de 1928 (CADY, 1941) o início do primeiro estudo hidrogeológico realizado pelo United States Geological Survey (USGS) objetivando avaliar as elevações induzidas na superfície potenciométrica do aquífero livre e possíveis prejuízos para a agricultura no entorno do lago Flathead, Montana, EUA.

Gignoux e Barbier na publicação “Géologie des barrages et des aménagements hydrauliques” (1955 *apud* VAN EVERDINGEN, 1967) descrevem que a criação de um reservatório superficial de água tem sido fonte freqüente de litígios associados à elevação da superfície potenciométrica do aquífero livre no entorno da área, com conseqüências importantes para a agricultura.

A observação tem mostrado que qualquer alteração natural ou artificial no nível de um corpo de água superficial inevitavelmente induzirá efeito sobre o movimento da água subterrânea no aquífero adjacente ao corpo de água. O efeito e a sua magnitude dependerão da relação entre o aquífero e o corpo de água, e da magnitude da alteração do nível.

Buscando quantificar os efeitos de mudanças no nível de base de rios sobre a superfície potenciométrica do aquífero livre, devido à formação de reservatórios superficiais, Reed e Bedinger (1961) apresentaram um método capaz de estimar estes efeitos, considerando o potencial hidráulico como a soma de dois componentes: um componente de contorno, determinado pelo nível do rio e geometria do aquífero; e um componente de acréscimo, representando uma taxa de perdas (rebaixamento) ou ganhos (elevações) verticais de água, dependente principalmente da transmissividade. Ressalvam que para a aplicação dos métodos propostos devem ser mantidas as seguintes condições: fluxo bidimensional em estado estacionário; a taxa de acréscimo do nível d'água não é função do tempo; o coeficiente de transmissividade é constante; o aquífero é livre e está em conexão hidráulica com o rio; e não há fluxo através dos contornos impermeáveis.

Os mesmos autores (REED e BEDINGER, 1962) retomam o problema, apresentando um procedimento alternativo para a estimativa dos efeitos do barramento de rios sobre a superfície potenciométrica do aquífero livre, considerando que, para a maioria dos reservatórios, a alteração no nível de base é aproximadamente linear com a distância a montante da barragem, e se estende da barragem até o extremo a montante do

reservatório. Para posições suficientemente distantes, a montante e jusante da barragem, a alteração do nível de base é considerada nula.

Van Everdingen (1967 e 1968) fez previsões relativas às influências do reservatório de South Saskatchewan no Canadá. Posteriormente Van Everdingen (1972) através da análise dos dados coletados em piezômetros, no período de 1966 a 1971, avaliou as modificações induzidas por aquele reservatório, concluindo que, mesmo 6 anos após o enchimento, o sistema multi-aquífero estudado não havia atingido o equilíbrio hidrodinâmico, e que as previsões teóricas efetuadas ficaram aquém das elevações reais, pois o modelo teórico considerou apenas a recarga reservatório-aquífero em regime permanente. Foram observadas pelo autor, elevações reais entre 2 a 5 metros a distâncias de até 5 km das margens do reservatório.

Yost Jr. e Naney (1975), em observações de campo realizadas na bacia do Rio Washita, Oklahoma, EUA, concluíram que, a despeito de benefícios importantes como suprimento de água, prevenção de enchentes, controle de erosão e sedimentação, recreação, entre outros, a infiltração, com conseqüente recarga do aquífero subterrâneo, induz a elevação da superfície potenciométrica do aquífero livre, mesmo a jusante da barragem, com perdas importantes para uso do solo.

Winter (1976) aborda a interação entre lagos e água subterrânea. Utilizou modelo digital para simular fluxo bidimensional de água subterrânea em uma seção vertical para uma ampla variedade de arranjos hipotéticos lago-águas subterrâneas. Este estudo mostrou que a continuidade dos contornos do fluxo local sob o lago é um fator que controla a interação lago-água subterrânea.

Para as condições de contorno impostas para o sistema estudado, Winter (*op. cit.*) mostrou que os fatores que influenciaram grandemente a continuidade do sistema de fluxo local foram: (1) altura do nível d'água no divisor em relação ao nível do reservatório; (2) posição e condutividade hidráulica do aquífero dentro do sistema de água subterrânea; (3) relação entre as condutividades hidráulicas horizontal e vertical do sistema; (4) gradiente regional do nível de água e (5) profundidade do lago. Estudos subseqüentes, considerando uma abordagem tridimensional (WINTER, 1978), para várias configurações geométricas do sistema aquífero desenvolvido pelo autor corroboram estas conclusões gerais.

Andrews e Anderson (1978) avaliando impactos associados a termoelétricas, observaram que dentre os impactos mais importantes estavam os associados ao reservatório superficial de água para resfriamento da planta. Os resultados de simulações e evidências de campo indicaram alterações importantes no sistema de fluxo, aumentando a descarga de água subterrânea para as áreas mais baixas (várzeas), em até seis vezes.

Freeze e Cherry (1979) sintetizam que somente a partir dos anos 70, tem sido possível avaliar e documentar os impactos de maior importância, reconhecendo-se agora que reservatórios causam alterações alarmantes em uma ampla variedade de ecossistemas.

Anderson e Munter (1981) avaliaram reversões sazonais do fluxo de água subterrânea nas proximidades do Lago Snake, Wisconsin, USA, tendo em vista tomada de decisões relativas ao gerenciamento do lago (balanço de nutrientes e qualidade da água).

Medovar e Akhmeteyeva (1984) avaliaram os efeitos do reservatório de Ivankovo, na região central da antiga URSS (União das Repúblicas Socialistas Soviéticas), sobre as condições hidrogeológicas de áreas abatidas, com a conseqüente formação e comprometimento de grandes áreas com nível d'água muito próximo a superfície do terreno (até 1,5 metros de profundidade), afogando o sistema radicular de árvores e plantações. Outro fato importante, observado pelos autores, foi que o volume de água acrescentado no armazenamento do aquífero livre adjacente superava a quantidade acumulada na bacia superficial a montante da barragem do próprio reservatório.

Na Polônia, Lozinska-Stepien e Pozniak (1979) também observaram a formação de importantes reservas subterrâneas após a formação de um grande reservatório.

Smith (1986) em retroanálise relativa aos impactos associados à barragem de Aswan, Egito, conclui que pelo lado dos benefícios, pode-se contabilizar o acréscimo, em termos de armazenamento de água doce, de volume superior a um ano de água disponível, perenização de irrigação, proteção contra enchentes, e geração de quase 50% da demanda nacional de energia. Pelo lado negativo, contabilizam-se a perda de solos férteis devido a problemas de salinização, erosão ribeirinha e costeira, e potencial de degradação de monumentos históricos.

No Brasil, estudos sistemáticos para caracterização da elevação da superfície potenciométrica, no entorno dos reservatórios, se iniciaram somente a partir de 1982. Relativamente aos reservatórios implantados anteriormente a esta data, as informações são essencialmente qualitativas.

Em levantamentos realizados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1982 e 1983) foram visitadas as áreas de influência de reservatórios antigos, tendo sido constatado o seguinte:

Na área de influência do reservatório de Jupia (SP) – decorridos cerca de 15 anos após o enchimento do reservatório (1968-1983) - foram relatados casos de elevação do nível d'água subterrânea até distâncias de 15 km do mesmo, manifestados através da elevação de até 7 m do nível d'água em poços; aparecimento de zonas alagadas em depressões topográficas; ascensão topográfica de nascentes de córregos; surgimento de novas nascentes ao longo de vales e de depressões topográficas e aumento de umidade

subsuperficial de solos topograficamente elevados, com a conseqüente formação de vegetação nativa e permanentemente verde.

Na área de influência do reservatório de Ilha Solteira (SP) – decorridos cerca de 10 anos após o enchimento do reservatório (1973-1983) - foram relatadas manifestações da elevação do nível d'água até 10 km do mesmo, constatadas através da elevação de até 3 m do nível d'água de poços; afogamento de fossas negras; surgimento de nascentes e formação de alagados permanentes em zonas topograficamente deprimidas, sendo que, segundo depoimentos coletados, tais manifestações teriam ocorrido em períodos variados de tempo após o enchimento do reservatório.

Na área de influência do reservatório de Nova Avanhandava (SP) – decorridos seis meses após o enchimento do reservatório (set/82-fev/83) - os efeitos do enchimento do mesmo já eram manifestados até 5 km de distância, sendo constatados através de relatos que apontaram elevação de até 10 m do nível d'água em cacimbas e de lagoas intermitentes, surgimento de nascente em fazendas e em ruas do povoado Zacarias (SP).

A partir destas informações, a CESP solicitou ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) a execução de estudos em nível de bacias de contribuição com vistas ao adequado entendimento dos mecanismos envolvidos e a extensão real dos efeitos previstos.

Tais trabalhos preconizavam como meta gerar subsídios para adoção de medidas pertinentes pela concessionária, sejam de caráter preventivo, sejam para corrigir ou mitigar eventuais impactos negativos associados aos futuros reservatórios.

O reservatório de Porto Primavera foi selecionado como o primeiro a ser estudado, tendo em vista as suas dimensões e peculiaridades, e pelo fato de, na oportunidade, se avizinhar o seu enchimento (o que veio a ocorrer somente no final do ano de 1998).

Esse reservatório fica situado no rio Paraná, ao longo da divisa entre os estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul, com barragem localizada na região conhecida como Pontal do Paranapanema. O lago tem extensão de aproximadamente 235 km, ocupando 2.250 km² e acumulando cerca de 20 km³ de água.

O trabalho desenvolvido buscou estabelecer mapas de potencial de influência do enchimento do reservatório, definindo zonas de máxima, média e de mínima interferência, de acordo com as faixas do terreno onde se previam que o lençol freático ficaria mais e menos raso (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1982).

O princípio construtivo desses mapas consistiu em se definir trechos aproximadamente homogêneos do reservatório, adotando-se valores médios para a amplitude de elevação do nível de descarga de base do aquífero livre. Tais valores por sua vez, foram obtidos utilizando-se a profundidade do nível d'água em poços existentes ao

longo da futura linha de enchimento do reservatório ou próximo dela, a qual se tornará o futuro nível de descarga da base do aquífero, como resultado da nova posição topográfica ocupada pelo rio.

As amplitudes médias de elevação do nível de descarga de base do aquífero foram utilizadas em análise integrada com o mapa de isoprofundidade natural do lençol freático e com o mapa potenciométrico do aquífero livre para, então, serem definidas as zonas potenciais de influência.

O mapa de potencial de influência tem como finalidade principal prever as áreas mais críticas, para que sejam efetuados estudos de detalhe. Tem como objetivo, também, fornecer subsídios para o planejamento do uso de áreas ainda não ocupadas, no entorno do reservatório em implantação.

Para o cálculo de amplitudes de elevação e velocidade de propagação dos efeitos, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1982) utilizou a equação de Edelman (1947, *apud* HUISMAN, 1972), apoiando-se em seções transversais ao futuro lago.

Esta mesma metodologia, posteriormente foi aplicada nos estudos associados aos reservatórios de Três Irmãos (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1983), Nova Avanhandava (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1984a), Itaipu (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1984b) e Rosana e Taquaruçu (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1986).

De Jorge (1984) analisou e interpretou registros de inúmeros casos de deterioração em reservatórios nos estados de São Paulo e Minas Gerais e, também, um exemplo localizado nos Alpes italianos, denominado de Vajont, famoso pelo histórico e gigantesco escorregamento ocorrido em 1963. O estudo objetivou caracterizar os condicionantes e estabelecer os mecanismos de ocorrência dos escorregamentos nas encostas marginais de reservatórios por meio de análise detalhada sobre o comportamento do lençol freático a partir do enchimento do reservatório.

Bottura e Santos (1984) apresentaram o primeiro artigo em evento nacional, discutindo conceitualmente as modificações induzidas pelo enchimento de reservatórios sobre os aquíferos confinados e semiconfinados, com e sem conexão hidráulica com os rios e sobre os aquíferos livres ou freáticos, adjacentes e interconectados com os rios/reservatórios. Os autores adotaram o título "Impacto Hidrogeológico de Reservatórios" para denominar o conjunto de condicionantes e mecanismos do processo estudado.

No ano de 1985, de acordo com o levantamento bibliográfico realizado, iniciaram-se no Brasil estudos de avaliação do processo de elevação do lençol freático sobre áreas de uso e ocupação de destaque do solo na cidade de Pereira Barreto e na área do

reassentamento agrícola da Lagoa São Paulo, ambos no Estado de São Paulo (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1985a e 1985b). Destaca-se que, de forma pioneira, utilizou-se a modelagem matemática digital de simulação hidráulica, para estudar os efeitos da elevação no lençol freático na borda de reservatórios. Foi empregado o modelo de Pinder (1971), para quantificação da distribuição das elevações do lençol freático nas bordas do reservatório. Esse modelo não incluía a previsão da ação da evapotranspiração, o que se traduziu numa limitação significativa para a utilização na realidade brasileira, tornando-se obstáculo para se atingir calibrações e obtenção de resultados representativos do caso simulado.

Em estudos relativos à avaliação de impactos ambientais associados à instalação da UHE Segredo (rio Iguaçu, Guarapuava, PR), MDK e CENCO (1987) arrolaram a modificação no nível do lençol freático como o impacto ambiental mais significativo, destacando-se como efeito positivo em decorrência dessa alteração, a melhoria da captação de águas subterrâneas. Como efeitos negativos deflagrados pela oscilação nos níveis d'água durante a operação do reservatório que, embora restritas a uma faixa de 50m nos terrenos marginais, destacaram problemas relativos à estabilidade dos taludes, nas fundações de edificações, nos poços de abastecimento de água, nas fossas de dejetos domésticos, nas áreas agrícolas ribeirinhas e na vegetação natural remanescente.

No ano de 1988 (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1988) deu-se continuidade aos estudos iniciados em 1985 (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1985b), com vistas ao desenvolvimento e aplicação de modelagem matemática digital para o detalhamento da elevação induzida pelo enchimento do reservatório de Porto Primavera, recorrendo-se outro modelo matemático mais completo (TRESCOTT *et al.*, 1976, *apud* INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, *op. cit.*). Trata-se de um modelo bidimensional que contemplava a componente “evapotranspiração”. Os resultados obtidos significaram avanços na proposta de utilização desta ferramenta, mas persistiram algumas lacunas importantes, tais como necessidades de outras simulações e aferições que alcançassem uma melhor reprodução do meio aquífero.

Em 1989, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1989b, 1989c e 1989d), dá-se seqüência aos estudos de detalhamento na cidade de Pereira Barreto e vizinhanças, indicada como área crítica no estudo regional (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1983) e estudada preliminarmente por Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1985a).

Uma vez que se aproximava a conclusão das obras da barragem de Três Irmãos e que havia se passado quase uma década da realização do primeiro estudo regional de avaliação previewal da elevação do lençol freático (INSTITUTO DE PESQUISAS

TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1983), foram efetuados novos trabalhos ao longo do ano de 1990, pouco tempo antes do fechamento da barragem (agosto/1990), com vistas à atualização das informações (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1990 e 1991a). A sistemática do trabalho, particularmente a elaboração dos mapas hidrogeológicos e cálculo das elevações previstas ao longo das bordas do reservatório, seguiu a mesma metodologia adotada para a área da cidade de Pereira Barreto (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1989c).

Cruz e Versiani (1990) sugeriram soluções analíticas para aplicação e identificação da extensão dos efeitos da elevação induzida no lençol freático e suas decorrências, adotando-se modelos de “armazenamento de bancos laterais” e de “calha do reservatório funcionando como dreno”, a partir do desenvolvimento de equações descritas em Glover (1978, *apud* CRUZ e VERSIANI, *op. cit.*) e Glover (1985). Aqueles autores aferiram e compararam os resultados com simulação por meio de modelo matemático de diferenças finitas denominado PLASM (PRICKET e LONNQUIST, 1971), e diversos outros métodos de resolução numérica.

No ano de 1993, o IPT deu seqüência à utilização de modelagem matemática computacional iniciada em 1991 (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1991b) na cidade de Pereira Barreto, já com o reservatório completando três anos de enchimento (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1993). Os resultados da modelagem indicaram que porções significativas da área urbana no entorno do lago ficariam com nível d'água subterrânea entre 0,0 m e 5,0 m de profundidade.

Em 1994, novamente o IPT aplicou modelo matemático para simular efeito de enchimento de reservatórios sobre o lençol freático adjacente, mas com vistas a avaliar a possibilidade de instalar sistema de drenagem na área do Posto Fiscal XV de Novembro, margem direita do reservatório de Porto Primavera (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1994).

Em agosto 1994, a CESP em conjunto com o IPT realizam evento onde foi discutido o acúmulo de experiência em estudos desenvolvidos em parceria pelas duas instituições, acerca de aspectos do meio físico, como subsídio à instalação de reservatórios no estado de São Paulo, e com vistas a construir estratégia de atuação.

Albuquerque Filho *et al.* (1994) apresentaram um histórico de cerca de 15 anos dos estudos desenvolvidos sobre elevação do lençol freático induzida por reservatórios e propuseram, dentre outras as seguintes medidas: a) melhor utilização dos resultados desse tipo de trabalho no planejamento do uso e ocupação das terras no entorno dos lagos formados; b) resgatar e retomar monitoramentos hidrogeológicos já iniciados em

reservatórios, integrando os seus resultados a outros tipos de observações efetuadas em fase pós-enchimento; c) execução de retroanálises de efeitos do enchimento de reservatórios; d) efetuar estudos de detalhamento dos efeitos da elevação do lençol freático em áreas destacadas no âmbito dos estudos regionais; e e) executar monitoramentos de longo prazo, suficientes para que se conheça adequadamente as modificações induzidas.

Ainda em 1994, Cruz *et al.* (1994) apresentaram resultados de ensaio realizado na cidade de Pereira Barreto, à margem do reservatório de Três Irmãos, cujo desenvolvimento ocorreu no transcorrer do primeiro ano, concomitante ao início do enchimento da represa, que se deu em agosto de 1990. O ensaio constou da utilização de 19 cargueiras, compreendendo tubos de concreto com diâmetro externo de 72cm e base tamponada com laje de concreto para a transmissão dos esforços de forma homogênea ao solo. A carga era representada por tambores preenchidos de areia úmida, de tal forma que o conjunto de pesos e fundações representavam edificações existentes na cidade. As cargueiras foram instaladas no sítio do ensaio apoiando-as em profundidades variáveis, procurando-se manter a relação carga versus profundidade encontrada nas edificações da cidade.

Os trabalhos descritos por Cruz *et al.* (*op. cit.*) objetivaram acompanhar, em escala real, o processo de elevação do lençol freático e os efeitos provocados no colapso do solo e recalque de fundações, possibilitando aferir parâmetros obtidos em laboratório e modelos geotécnicos anteriormente preconizados e verificar adequação das medidas adotadas para prevenir e mitigar os efeitos da instalação do reservatório sobre as edificações da cidade. Segundo os autores, foi constatada correlações expressivas entre os testes obtidos em laboratório com aqueles observados no ensaio executado em campo, durante o enchimento do reservatório.

Objetivando avaliar a eficiência da metodologia empregada pela CESP/IPT, Manzoli Júnior (1995) desenvolveu estudos na cidade de Pereira Barreto utilizando metodologia topográfica para controle de recalques de edificações próximas ao reservatório da Usina Hidrelétrica de Três Irmãos, bem como verificar a influência da elevação do lençol freático nos recalques ocorridos. Os resultados demonstraram que, entre outros aspectos, existiu nítida correlação entre o enchimento do reservatório, a elevação induzida no lençol freático e o desenvolvimento de recalques na maioria das edificações situadas na área de risco delimitada pela CESP.

Albuquerque Filho *et al.* (1997) apresentaram dados do monitoramento hidrogeológico da cidade de Pereira Barreto. As medições se referem à parte das informações coletadas nas campanhas de monitoramento, realizadas pela CESP e IPT, até 1994. Foram analisados os dados relativos aos anos de 1990 e 1994, constatando-se que o lençol freático já se encontrava em patamar mais elevado do que o anteriormente observado, mostrando elevações superiores a 10m na borda do reservatório que, entretanto,

decrece continuamente rumo às porções mais elevadas topograficamente, até atingir níveis próximos ao naturalmente ocorrentes na área, denotando que o alteamento do lençol freático ainda se apresentava persistente, não refletindo, ainda, tendência para estabilização.

3.2. MÉTODOS DE PROGNÓSTICO DA ELEVAÇÃO DO NÍVEL FREÁTICO

Na elaboração de estudos de impactos associados à formação de reservatórios, um dos parâmetros fundamentais a ser quantificado é a amplitude e extensão da elevação do nível freático nas margens do futuro reservatório.

A implantação de um reservatório em um vale, que atua como área de descarga regional, produz tanto um reajuste transitório como mudanças permanentes no sistema hidrogeológico adjacente ao reservatório. Durante o enchimento do reservatório um sistema de fluxo transitório é induzido em suas áreas marginais. Como as cargas hidráulicas nas bordas do reservatório sofrem elevação, ocorrem inversões nas direções de fluxo e temporariamente se estabelece um fluxo do reservatório para o sistema aquífero, resultando em elevação generalizada no nível do aquífero freático regional (CRUZ e VERSIANI, 1990).

De acordo com Medovar e Akhmeteyeva (1984), a formação de uma zona de nível freático mais elevado, a partir do enchimento do reservatório, se processa em duas fases. A primeira fase ocorre quando o nível d'água natural do rio é modificado para um patamar mais elevado, resultando em infiltração e recarga do aquífero através das suas bordas, gerando uma frente de saturação que se confrontará com o fluxo subterrâneo natural, formando uma zona de depressão na água subterrânea no encontro entre os dois fluxos.

Essa primeira fase se prolonga enquanto perdurar a condição de fluxo transitório, onde ocorre a recarga a partir do reservatório. O eixo da depressão se aproxima da margem do reservatório até que o processo cesse e se constitua uma segunda fase. Nesta, os fluxos subterrâneos são retomados para o sentido inicial (do aquífero para o rio/reservatório), porém com gradientes mais suaves (Figura 1).

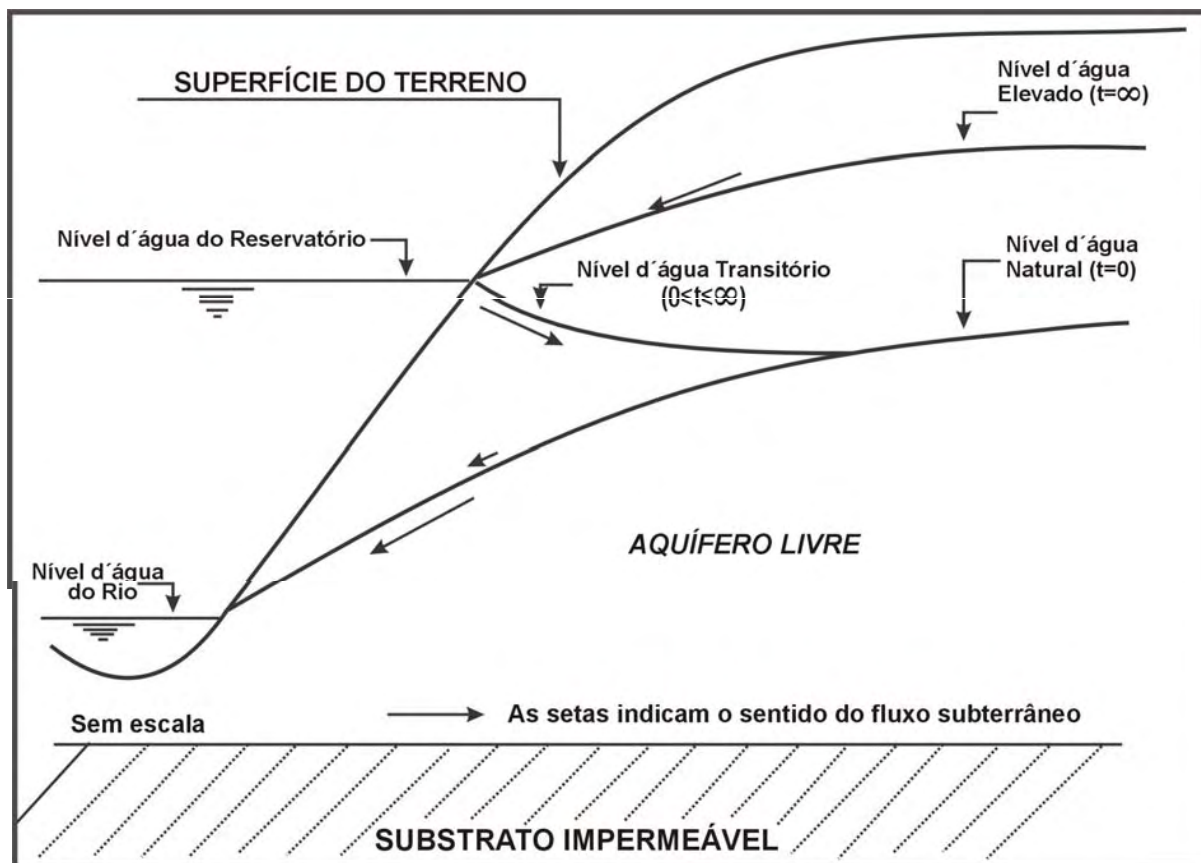


Figura 1 - Modelo esquemático do processo de elevações induzidas no nível freático nas bordas do reservatório (Fonte: ALBUQUERQUE FILHO e BOTTURA, 1994).

A quantificação das elevações induzidas no aquífero freático pelo enchimento de reservatórios pode ser efetuada utilizando-se diferentes métodos, que variam em complexidade e precisão, podendo ser agrupados, de acordo com a sua abordagem, em três categorias distintas: abordagem analítica, cartográfica, e numérica.

3.2.1. Abordagem analítica

Dentre os primeiros tipos de métodos analíticos, encontra-se o proposto por Reed e Bedinger (1962), que sugerem a adaptação da equação utilizada por Slichter (1899 *apud* REED e BEDINGER, 1962), para calcular a distribuição das variações de carga hidráulica no aquífero, causadas pelas modificações no nível d'água natural do rio.

Reed e Bedinger (1962) consideraram que a variação no nível d'água do rio tem comportamento aproximadamente linear (Figura 2) e que se estende ao longo de todo o canal do curso d'água até o remanso do futuro lago. Pela metodologia proposta, a montante do ponto-extremo do remanso do reservatório e a jusante da barragem, a variação no nível d'água do rio pode ser considerada desprezível.

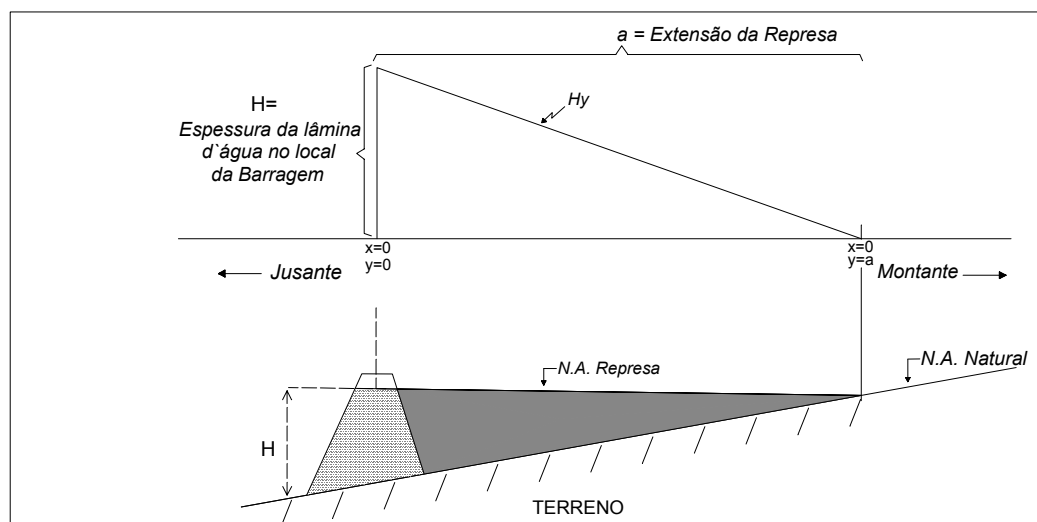


Figura 2 – Variação da espessura da lâmina d'água ao longo do rio após o barramento (Fonte: Albuquerque Filho, 2002, modificado de Reed e Bedinger, 1962).

A equação resultante é:

$$\Delta h = \frac{1}{\pi} \left[\left(H - \frac{Hy}{a} \right) \left(\arctan \frac{a-y}{x} + \arctan \frac{y}{x} \right) \frac{Hy}{2a} \left(\frac{x^2 + y^2}{x^2 + (a-y)^2} \right) \right] \dots\dots\dots (01)$$

Sendo:

Δh = variação de carga hidráulica no ponto (x,y) do aquífero [L];

H = espessura da lâmina d'água do reservatório na altura do eixo da barragem [L];

H_y = espessura da lâmina d'água ao longo da borda do reservatório [L];

a = extensão do reservatório [L];

y = distância do eixo da barragem, medida ao longo do curso d'água/reservatório [L]; e

x = distância perpendicular da borda do reservatório [L].

As condições de contorno ao longo da borda do futuro reservatório ($x = 0$), podem ser expressas da seguinte forma:

a) $F(y) = 0$, se $y < 0$ (jusante da barragem) ou $y > a$ (montante do remanso do reservatório); e

b) $F(y) = H - Hy/a$, se $0 < y < a$ (ao longo do reservatório).

Sendo $F(y)$ a variação na cota do nível d'água ao longo do limite do reservatório [L]

O método proposto considera que o sistema de fluxo se encontra em equilíbrio e é restrito às condições de canais de rios retilíneos, podendo resultar em erro se for aplicada em área com meandros (REED e BEDINGER, 1962.).

Em estudos realizados no reservatório de Ivankovo, (localizado na antiga URSS), Medovar e Akhmeteyeva (1984) sugerem a utilização da equação proposta por Verigin (1975

apud MEDOVAR e AKHMETYEVA, 1984), para calcular a elevação do nível d'água subterrânea nas vizinhanças de reservatórios.

$$\Delta h = \Delta h_o \operatorname{erfc}\left(\frac{x}{2\sqrt{at}}\right) \quad \text{ou} \quad \Delta h = \Delta h_o \operatorname{erfc}(u) \dots\dots\dots (02)$$

Sendo,

Δh - elevação do nível d'água subterrânea à distância x da borda do reservatório [L];

Δh_o - amplitude de elevação do nível d'água subterrânea na borda do reservatório [L];

x - distância a partir da borda do reservatório ao longo de uma seção considerada [L];

t - tempo a partir do início da infiltração oriunda do enchimento do reservatório [T]; e

a - coeficiente de difusividade hidráulica, caracterizando a taxa de variação no nível d'água subterrânea no curso do fluxo não-estacionário [L^2T^{-1}].

O coeficiente de difusividade hidráulica pode ser obtido como segue:

$$\alpha = \frac{Kh_{av}}{\mu} \dots\dots\dots (03)$$

Sendo:

h_{av} = espessura média do fluxo [L];

K = condutividade hidráulica do aquífero [LT^{-1}]; e

μ = déficit de saturação [adim.].

A espessura média do fluxo é dada por:

$$h_{av} = 0,05 (h_{max} + h_{min}) \beta \dots\dots\dots (04)$$

Onde:

$h_{m\acute{a}x}$ = espessura de fluxo máxima nos limites externos do aquífero ($x=0$ e $x=L$) [L];

$h_{m\acute{i}n}$ = espessura de fluxo mínima, nos limites externos do aquífero ($x=0$ e $x=L$) [L]; e

β = fator dependente da relação de $h_{m\acute{a}x}$ com $h_{m\acute{i}n}$, variando entre 0,0 e 1,5 [adim.]

Segundo Medovar e Akhmetyeva (1984), a elevação do nível d'água subterrânea é estimada assumindo-se como instantâneo o processo de enchimento do reservatório.

Com o objetivo de aprofundar o estudo do problema e indicar a necessidade de detalhamento em áreas específicas ou de risco, Cruz e Versiani (1990) propuseram a aplicação de soluções analíticas para realizar avaliação rápida da elevação do nível freático induzida pela instalação de reservatórios no Brasil. O método permitiria o planejamento do monitoramento pós-enchimento, possibilitando a verificação da previsão dos resultados a partir dos dados obtidos no monitoramento.

Para as estimativas das elevações do nível d'água subterrânea, os autores utilizaram dois métodos distintos: o método de armazenamento nos bancos marginais e o método de drenos paralelos, no caso do vale do rio ou calha do reservatório funcionar como dreno. Esses métodos foram utilizados no estudo de duas áreas, uma no Estado de Minas Gerais (rio Pardo) e outra no Estado de São Paulo (rio Paranapanema).

No caso do armazenamento nos bancos marginais, Cruz e Versiani (1990) utilizaram as formulações de Glover (1985), que considerou um reservatório, com bancos marginais permeáveis que permaneceu cheio por um longo tempo e, então, sofreu processo de rebaixamento no seu nível d'água, sendo alimentado pela água subterrânea do aquífero freático, outrora sustentado pelo nível do reservatório.

Cruz e Versiani (*op. cit.*) propuseram a utilização da equação desenvolvida por Glover (*op. cit.*) em situação inversa, ou seja, considerando um reservatório com bancos laterais permeáveis que, após uma fase de enchimento, passa a ocupar cota mais elevada. As modificações na posição do nível freático ao longo do tempo e para diferentes distâncias da borda do reservatório, foram calculadas, para regime transitório, com fluxos unidirecionais e para pequenas elevações em relação à sua espessura saturada total.

A equação resultante é a mesma que a proposta por Verigin (1975 *apud* MEDOVAR e AKHMETYEVA, 1984), (Equação 02). As principais diferenças estão no cálculo da difusividade hidráulica (Equação 03), na qual o déficit de saturação (μ) é substituído pelo coeficiente de armazenamento (S); e na obtenção da espessura média do fluxo (h_{av}) (Equação 04), calculada como a parcela da espessura saturada do aquífero, entre a base impermeável e o datum considerado pelo nível d'água final do reservatório (d).

No caso dos drenos paralelos, a distribuição da profundidade do nível d'água subterrânea nas laterais do reservatório pode ser calculada a partir do método de Moody, descrito por Cruz e Versiani (1990). O método compreende a solução da equação diferencial não linear de fluxo em drenos paralelos. A partir da equação de Moody, Cruz e Versiani (1990) propõem a utilização de uma tabela que fornece, para diferentes posições do dreno entre a superfície freática e o substrato impermeável, a profundidade drenável (hm) no ponto intermediário entre os drenos no tempo (t).

Para a aplicação do método, no caso de reservatórios, Cruz e Versiani (*op. cit.*) correlacionaram um dos drenos, representado pelo reservatório, com a idealização de drenos paralelos. Os autores adaptaram o método proposto, considerando que a espessura saturada máxima ocorre no limite da borda impermeável.

No caso, a sistemática é idealizada para as condições: a) sistema de fluxo em equilíbrio; b) cotas do nível d'água do aquífero superiores àquelas do rio ou reservatório, que funciona como dreno; e c) rebaixamentos pequenos em relação à espessura saturada do aquífero.

No estudo comparativo de um caso simulado, Cruz e Versiani (1990) constataram total correspondência entre os resultados obtidos a partir da equação de Glover (1985) e a simulação efetuada a partir do modelo numérico PLASM de Prickett e Lonquist (1971), que soluciona a equação do fluxo bidimensional pelo método de diferenças finitas e simula as condições de recarga induzida pela conexão rio-aquífero.

A mesma comparação foi realizada com os resultados de três casos de rebaixamento simulados. De acordo com Cruz e Versiani (*op. cit.*), ocorre boa correspondência entre a solução obtida pelo método de Moody e pelo modelo PLASM.

Guo (1997) também estudou fluxos entre drenos ou trincheiras e aquíferos livres, considerando dois casos em sua análise: a) o nível d'água no reservatório sofre um rebaixamento instantâneo; e b) o nível d'água do reservatório é elevado instantaneamente.

O autor desenvolveu técnicas de solução que resultaram na equação analítica linearizada para a carga hidráulica do aquífero (h e h^2).

No caso de h , a linearização conduziu aos mesmos resultados da proposta por Cruz e Versiani (1990), para o cálculo das elevações induzidas pelo enchimento de reservatórios sobre aquíferos livres adjacentes.

No caso de h^2 foi obtida a seguinte formulação:

$$h^2 = [h_1^2 + (h_0^2 - h_1^2)] \operatorname{erf}(u) \dots\dots\dots (05)$$

Sendo,

h = carga hidráulica do aquífero [L];

h_0 = nível d'água inicial no reservatório, em relação ao mesmo datum considerado para a carga hidráulica [L]; e

h_1 = nível d'água modificado instantaneamente no reservatório, em relação ao mesmo datum considerado para a carga hidráulica [L]

Para utilizar a Equação 05, os resultados tabelados para diferentes valores de u podem ser encontrados em Huisman (1972).

Guo (1997) chamou a atenção para a questão da definição do parâmetro (hm) , pois a definição da espessura saturada representativa afeta significativamente os resultados dos cálculos. O referido autor indica, como uma das opções para o cálculo representativo da espessura média do fluxo, a proposta de Medovar e Akhmeteyeva (1984), onde (hm) é igual à média entre a espessura do aquífero no extremo e aquela obtida na borda do reservatório.

Guo (1997) constatou que o melhor resultado para a linearização é a solução para (h^2) pelo fato preservar parcialmente o efeito da não-linearidade.

Lockington (1997) desenvolveu um método para avaliação de descargas e recargas de aquífero livre por meio de um dreno ou trincheira totalmente penetrante, a partir da

equação não-linear de Boussinesq assumindo-se as hipóteses de Dupuit para fluxo horizontal. Apresenta as seguintes equações para determinar a posição do nível freático ao longo de drenos totalmente penetrantes no meio aquífero:

$$h = h_o + (h_1 - h_o) \left(1 - \frac{x}{\lambda} \sqrt{\frac{S}{Kt}} \right)^\mu \dots\dots\dots (06)$$

Para cálculo de λ :

$$\lambda^2 = \frac{(1 + \mu)(1 + 2\mu)}{2\mu^2} (h_o + h_1) \dots\dots\dots (07)$$

Para o cálculo de μ :

$$\mu = -\frac{3}{4}(1 + n) + \frac{n}{2 - A} + \frac{[(2 - A)^2 (1 + 2n) + n^2 (2 + A)^2]^{1/2}}{4(2 - A)} \dots\dots\dots (08)$$

Sendo:

$$n = 2,27932 - \frac{3h_o}{(h_1 + h_o)} \dots\dots\dots (09)$$

$$A = \frac{4[h + (1 + n) h_1]}{(1 + n)(2 + n)(h_1 + h_o)} \dots\dots\dots (10)$$

Para as equações (6) a (10), os parâmetros são:

h = carga potenciométrica alteada no aquífero [L];

h_o = espessura saturada inicial ou carga hidráulica inicial no aquífero [L];

h_1 = espessura da lâmina d'água alteada no interior do dreno [L];

x = distância horizontal da borda do dreno [L];

t = tempo [T];

K = condutividade hidráulica do aquífero [LT^{-1}]; e

S = coeficiente de armazenamento (\cong armazenamento específico em aquíferos livres) [adim.]

Lockington (1997) conclui que a equação não-linear de Boussinesq foi resolvida conduzindo a uma solução algébrica elementar, que poderá ser aplicada em aquíferos de extensão finita, até que o nível freático manifeste modificações na borda do aquífero.

Diversos estudos realizados em reservatórios brasileiros têm utilizado a equação proposta por Edelman (1947 *apud* HUISMAN, 1972), para estimar a distribuição espacial e

temporal das elevações que possam ocorrer na posição do nível freático do aquífero adjacente, após o enchimento de reservatórios (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1986 e 1996).

O método baseia-se na adaptação de equações que governam os fluxos d'água subterrânea no entorno de canais ou drenos, instalados em aquíferos livres, após mudanças ocorridas no nível d'água no seu interior (rebaixamentos ou elevações), conforme descrito em Wesseling (1979) e Huisman (1972).

A equação resultante é igual à equação proposta por Glover (1985) e utilizada por Cruz e Versiani (1990); e também similar à equação de Verigin (1975 *apud* MEDOVAR e AKHMETYEVA, 1984) (Equação 02), com a diferença que o autor não indica um cálculo específico para a obtenção da espessura saturada do aquífero livre (d) e que o déficit de saturação (μ) é substituído pelo coeficiente de armazenamento (S).

Os métodos analíticos são mais fáceis de utilizar que os numéricos, entretanto são menos precisos, pois envolvem, em geral, simplificações maiores. A principal delas tem origem nas Hipóteses Simplificativas de Dupuit-Forchheimer, que pressupõem as seguintes condições: a) em qualquer ponto do aquífero a velocidade do fluxo tem direção horizontal; e b) o gradiente hidráulico no plano vertical é constante e igual à inclinação da superfície d'água do aquífero livre (CUSTÓDIO e LLAMAS, 1976).

As equações analíticas são válidas para rebaixamentos/elevações pequenas em relação à espessura saturada do aquífero. Além disso, os métodos pressupõem a presença de um canal ou dreno totalmente penetrante num aquífero de espessura constante e extensão finita, homogêneo, isotrópico, com fluxo livre e horizontal, e em condição estacionária.

Esses pressupostos desconsideram importantes fatores que variam com o tempo e que afetam o sistema, como é o caso da recarga a partir da precipitação, a descarga por evapotranspiração e a exploração de água através de poços, dentre outros.

3.2.2. Abordagem cartográfica

O método cartográfico permite definir as variações de carga hidráulica no aquífero adjacente ao reservatório, após o barramento e a montante do corpo da barragem, a partir da superposição de mapas hidrogeológicos temáticos.

O produto final, denominado “Mapa de Potencial de Influência do Enchimento do Reservatório Sobre o Sistema Aquífero Livre”, pode ser definido como o instrumento cartográfico que propicia o zoneamento previsional da distribuição das profundidades do nível d'água subterrânea e corresponde, portanto, a situações finais de amplitude e extensividade dos efeitos induzidos pelo enchimento (ALBUQUERQUE FILHO, 2002).

A carta se refere a situações previsionais e de máxima influência, desconsiderando, assim, o fator tempo. A sua elaboração compreende seguintes passos: a) confecção do mapa de profundidade natural do nível freático em uma base planialtimétrica; b) determinações da amplitude de elevação do nível de descarga de base do aquífero ao longo da futura linha de enchimento; e c) geração de novas curvas de isoprofundidade do nível freático, alteadas pelos valores equivalentes à elevação do nível de descarga de base do aquífero livre, ao longo das bordas do reservatório.

O cálculo proposto pode ser simplificado na seguinte equação:

$$P_f = P + \Delta h \dots \dots \dots (11)$$

Sendo,

P_f = profundidade final prevista para o nível d'água do aquífero [L]

P = profundidade do nível d'água do aquífero antes do enchimento [L]

Δh = amplitude da elevação do nível de descarga de base do aquífero na linha de enchimento do reservatório [L]

Uma vez concluída a previsão dos níveis do aquífero freático para após o enchimento do reservatório, são definidas as zonas potenciais de influência.

Cestari Junior e Celeri (1999) realizaram estudos nas edificações da cidade de Pereira Barreto (SP), tendo como base a carta de zoneamento de potencial de influência construídas por esse procedimento. Os autores observaram concordância entre o zoneamento realizado e os efeitos constatados em campo.

O método de elaboração do mapa de potencial de influência foi aplicado em reservatórios como os de Três Irmãos (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1983), Itaipu (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1984b), Nova Avanhandava (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1984a), Rosana e Taquaruçu (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1986) e Canoas I e II (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1996).

Albuquerque Filho (2002) propõe a utilização deste método no processo de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), a partir da etapa de diagnóstico ambiental. O autor destaca que o método não requer o uso de parâmetros hidráulicos do aquífero, assim como a utilização de equipamentos sofisticados ou equações matemáticas complexas. Além disso, não existem limitações para o tamanho do reservatório estudado.

No entanto, o referido autor considera apenas a condição de máxima influência do reservatório, em situação de estabilidade final do sistema. Como resultado dos

procedimentos adotados no método, as estimativas obtidas tendem a se mostrar conservadoras, notadamente nas porções mais afastadas da borda do reservatório. A imprecisão do método é maior em escalas inferiores a 1:50.000, sendo considerado inadequado nos estudos de detalhamento.

3.2.2. Abordagem numérica

O método numérico permite, por meio da utilização da modelagem matemática, melhor representar as complexidades do meio físico.

Na busca de uma ferramenta que permitisse reproduzir com maior representatividade o meio aquífero e, também, os processos envolvidos, foram iniciados os estudos de modelagem matemática aplicada à simulação dos fluxos subterrâneos decorrentes da instalação de um reservatório.

No Brasil, os primeiros trabalhos que utilizaram a simulação matemática de fluxos subterrâneos influenciados por reservatórios foram realizados em Presidente Epitácio (SP), na região do reservatório de Porto Primavera. O modelo utilizado foi desenvolvido por Pinder (1970), que efetua resolução numérica por diferenças finitas, da equação diferencial do fluxo bidimensional e transitório, em um meio poroso elástico e heterogêneo. Os resultados obtidos indicaram problemas na calibração do modelo (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1985b).

Em 1985, aplicou-se o modelo bidimensional de Trescott *et al.* (1976) na mesma área. Esse modelo executa resolução numérica semelhante à de Pinder (*op. cit.*), mas insere a rotina de evapotranspiração (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1988).

Em 1991, iniciou-se a utilização do modelo numérico digital, modular, tridimensional MODFLOW, elaborado por McDonald e Harbaugh (1988), que executa a resolução numérica por diferenças finitas da equação diferencial do fluxo subterrâneo.

As primeiras áreas estudadas a partir desse novo procedimento foram as cidades de Pereira Barreto (SP) - reservatório de Três Irmãos (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1993), e a do Posto Fiscal XV de Novembro (MS), - reservatório de Porto Primavera (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1994).

A avaliação dos resultados da modelagem indicou que os principais problemas estavam relacionados à distribuição espacial de valores dos parâmetros hidráulicos utilizados e à determinação da condutância da base do reservatório.

Uma nova fase no desenvolvimento da aplicação de modelos matemáticos para avaliação do impacto hidrogeológico de reservatórios, em escala de detalhe, iniciou-se em 1997, com a sistematização do método proposto (INSTITUTO DE PESQUISAS

TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1997 e 1998). As etapas indicadas para a aplicação de modelos matemáticos na simulação dos fluxos subterrâneos decorrentes do enchimento de reservatórios são: a) concepção do modelo hidrogeológico físico para a área de estudo; b) calibração do regime de fluxo em situação prévia ao enchimento do reservatório; c) simulação do enchimento do reservatório a partir dos parâmetros definidos no modelo calibrado, - a simulação em regime permanente permite obter as elevações finais do nível d'água, e assim verificar a situação final de equilíbrio - e d) simulação do enchimento do reservatório em regime transitório, permitindo obter as elevações do nível d'água em determinados períodos de tempo após o enchimento.

O método apresenta facilidade de atualização de dados e retroanálises, possibilitando a simulação do impacto em diferentes períodos de tempo após o enchimento do reservatório. No entanto, exige o conhecimento detalhado do sistema aquífero a ser simulado, assim como dos parâmetros que nele interferem. O sucesso da simulação depende, principalmente, da quantidade e qualidade dessas

3.2.3. Abordagem geoestatística e estocástica

As aplicações da geoestatística em estudos de águas subterrâneas se iniciaram nos anos setenta (CALVETE e CARRERA, 1996). O enfoque geoestatístico sugere novas abordagens já que o tratamento das variáveis hidrogeológicas como funções aleatórias tem conduzido a uma revisão dos conceitos clássicos da hidrogeologia quantitativa.

A maioria dos modelos matemáticos usados em hidrogeologia se baseia na teoria clássica do fluxo em meios porosos. Nesta teoria, as propriedades do meio poroso são definidas como valores médios em um volume infinitesimal de referência, extrapolado do Volume Elementar Representativo (VER), de forma que suas variações de um ponto a outro possam ser representadas mediante funções contínuas que satisfaçam os princípios da mecânica do meio contínuo. Estes princípios são geralmente expressos em forma de derivadas parciais, cujos parâmetros e variáveis representam as propriedades contínuas do meio poroso tais como a porosidade, a condutividade hidráulica, a transmissividade, o coeficiente de armazenamento, o nível potenciométrico, dentre outros.

Os métodos convencionais de análise se baseiam nestas equações em derivadas parciais considerando que seus parâmetros são funções determinísticas no espaço. Na prática, a solução destas equações são obtidas por meio de modelos matemáticos numéricos, conforme anteriormente apresentado, onde os parâmetros se representam mediante funções contínuas. Normalmente, dada a escassez de informações sobre os parâmetros, estas funções tendem a representar a variação espacial dos parâmetros de forma uniforme e suavizada.

Na realidade, os parâmetros hidrogeológicos, assim como outras variáveis naturais, possuem alta variabilidade e fornecem um conhecimento discretizado da realidade, e dificilmente poderiam ser representados por funções determinísticas. Pela própria natureza do trabalho em geociências utiliza-se comumente de um conjunto amostral que deveria melhor representar a população estudada e que, por suas características, possui uma distribuição espacial, denominando-se suas amostras como variáveis regionalizadas (LANDIM, 2003), onde não somente importa o seu valor mas a sua posição no espaço.

A esta variabilidade natural há que se acrescentar variabilidades induzidas pelos métodos utilizados na sua determinação, como ocorre, por exemplo, com a interpretação dos ensaios de bombeamento para a determinação dos parâmetros transmissividade e coeficiente de armazenamento (T e S). Portanto, os valores medidos dos parâmetros são inexatos e se empregados para estimar os parâmetros em zonas do aquífero onde não há medidas, introduz-se incertezas adicionais (CALVETE e CARRERA, 1996).

Na compreensão de toda a população, modelos são elaborados, os quais buscam a realidade, ajustados às variáveis, sejam quais forem suas características (contínuas ou discretas, invariáveis ou não no tempo etc.). Para a visualização dessa população, no formato de mapas ou modelos numéricos, devem ser utilizados métodos que permitam estimar/predizer e simular dados, pela interpolação de valores entre os dados já conhecidos e extrapolar para áreas onde os dados são ausentes, de forma que estes sejam o mais próximo possível do real.

Uma forma de se considerar a aleatoriedade das variações dos parâmetros hidrogeológicos e as incertezas associadas com informações insuficientes acerca de sua distribuição espacial consiste em adotar uma interpretação probabilística. Desta forma, cada parâmetro se interpreta como uma variável aleatória que pode adotar um conjunto infinito de valores de acordo com uma distribuição de probabilidade. Considerando que o parâmetro é na realidade uma função no espaço, sua interpretação probabilística é a de uma função aleatória. Assim, as flutuações espaciais do parâmetro podem ser concebidas como uma realização desta função aleatória ou processo estocástico. A interpretação geoestatística dos parâmetros hidrogeológicos, pela krigagem, tem a clara vantagem de que permite estudar suas incertezas e, portanto, as incertezas das predições obtidas com base nos mesmos.

O termo Krigagem se deve a Daniel G. Krige (KRIGE, 1951), que estudando a concentração de ouro verificou que não haveria sentido em estudar a variância desses teores sem considerar a distância entre as amostras. Georges Matheron, aproveitando os estudos de Krige, desenvolve a Teoria das Variáveis Regionalizadas (MATHERON 1963 e 1971), definindo a Geoestatística como “a aplicação do formalismo matemático de funções aleatórias ao reconhecimento e predição de fenômenos naturais”.

O objetivo dos estudos em Geoestatística é a reconstrução de um fenômeno natural no espaço baseado em valores observados para um número limitado pontos amostrais (CHILES e DELFINER, 1999), ou seja, estudar o comportamento espacial de uma variável utilizando dados discretos (amostras), tendo em vista diversas aplicações, dentre as quais se destaca a estimativa de valores para locais não amostrados a partir de um conjunto de medidas, permitindo ainda a quantificação da incerteza associada a cada ponto estimado.

Aplicadas às geociências e ciências ambientais, diversos autores já trataram da geoestatística, com muitos exemplos e detalhando a teoria e o formalismo matemático, tais como, Journel e Huijbregts (1978), Davis (1986), Isaaks e Srivastava (1989), Goovaerts (1997), Armstrong (1998), Olea (1999), Chilès e Delfiner (1999) e Clark e Harper (2000). Relativamente ao conhecimento hidrogeológico destacam-se os trabalhos “Kriging in the hydrosciences” (DELHOMME, 1978), “Quantitative Hydrogeology” (De MARSILY, 1986), “Geoestadística: aplicaciones a la hidrología subterránea” (CALVETE e CARRERA, 1996) e “Introduction to Geostatistics: applications in hydrogeology” (KITANIDIS, 1999).

Em língua portuguesa, tratando do tema Geoestatística, destacam-se os autores Guerra (1988), Valente (1989), Sturaro (1993), Soares (2000), Yamamoto (2001) e Landim (2003), e em geoestatística aplicada à hidrogeologia destaca-se o trabalho pioneiro de Sturaro (1988) e Sturaro e Landim (1988) seguidos pelo trabalho de Bellenzani *et al.* (1990).

IV. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA ESTUDADA

4.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA

O município, Pereira Barreto, objeto deste estudo está localizado a aproximadamente 650 km a noroeste da cidade de São Paulo, sendo os acessos principais realizados ou pela rodovias Washington Luiz - SP-310, ou pelas rodovias Castelo Branco - SP-280 e Marechal Rondon - SP-300 (Figura 3).

O Reservatório de Três Irmãos, formado no rio Tietê pela construção da barragem de mesmo nome, tem extensão de aproximadamente 150 km. A cota normal do nível d'água, junto à barragem é 328 m e para a vazão decamilenar ($Q = 7.800 \text{ m}^3/\text{h}$) está prevista uma elevação máxima, por efeito do remanso, de 0,40 m (328,40 m). A área ocupada pelo reservatório, correspondente à cota normal de seu nível (328 m) é de aproximadamente 780 km^2 , com volume de água de $13,8 \times 10^9 \text{ km}^3$, com nível d'água do rio Tietê elevado em 47,2 m na barragem, e 3,5 m imediatamente à jusante da barragem de Nova Avanhandava.

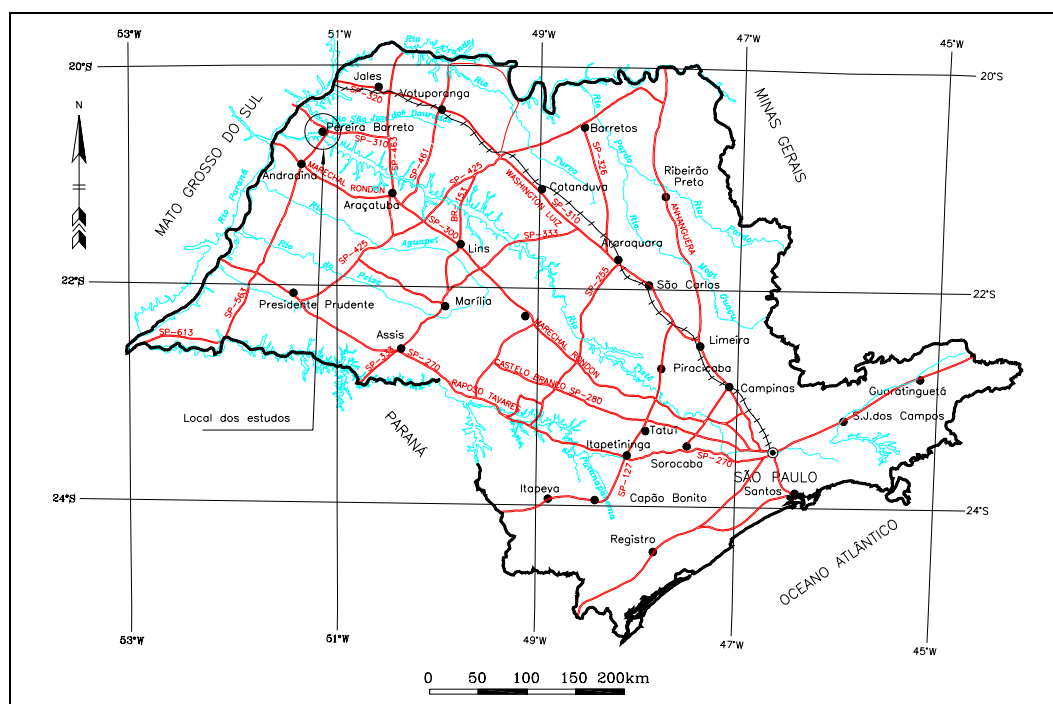


Figura 3 – Mapa de localização e acesso à área.

A barragem da UHE foi construída a 23 km a oeste da cidade de Pereira Barreto e aproximadamente 28 km a montante da desembocadura do rio Tietê no rio Paraná..

O Reservatório de Três Irmãos tem sua área de contribuição constituída pela extremidade da bacia hidrográfica do rio Tietê, no seu baixo curso, entre o local do barramento do rio e a Barragem de Nova Avanhandava, situada a cerca de 120 km a montante, no município de Buritama-SP.

A bacia do rio Tietê drena a porção central do Estado de São Paulo, com suas águas correndo da Capital para o interior e seu curso d'água principal estendendo-se por 1.150 km entre suas nascentes, na Serra do Mar, e a desembocadura, no rio Paraná.

A UHE de Três Irmãos compreendeu a 19ª barragem da CESP – Companhia Energética do Estado de São Paulo e 6º barramento do rio Tietê, constituindo o último aproveitamento hidrelétrico do seu baixo curso.

Seu reservatório apresenta uma característica inédita no país, e até mesmo na América do Sul, ou seja, tem uma interligação com outro reservatório (Ilha Solteira, situado a norte) por intermédio de um canal artificial de 9,6 km de extensão (Canal de Pereira Barreto). Segundo Companhia Energética do Estado de São Paulo (1990) e Villela (1992), essa interconexão propiciaria maior controle de enchentes e melhor aproveitamento energético e, aliado a construção de eclusas nas demais barragens, proporcionaria incremento de 345 km para os 1.700 km navegáveis da Hidrovia Tietê-Paraná.

O início da construção da barragem ocorreu no dia 26/06/1980, tendo sido fechada para início do enchimento em 10/08/90; a inauguração da UHE se deu em 12/03/91. A barragem possui comprimento total de 3.710 m, sendo 480 m construído em concreto. Suas alturas máximas são de 46 m na margem direita, 62 m na esquerda e 83 m nas estruturas de concreto. A descarga total é 9500 m³/s, operando 8 turbinas, com potência total de 1.292 MW, vazão regularizada de 417 m³/s e potência instalada é de 485 MW (COMPANHIA ENERGÉTICA DO ESTADO DE SÃO PAULO *op. cit.*; VILLELA *op. cit.*).

O reservatório possui área de inundação de 817 km², extensão de 120 km e volume acumulado de 13,448 bilhões de m³ de água, com bacia de contribuição total (até as cabeceiras do rio Tietê) de 70.600 km², ou mais diretamente, apenas para o trecho a jusante da Barragem de Nova Avanhandava, compreendendo 8.300 km².

O nível d'água a montante da UHE ocupará normalmente a cota topográfica de 328,00m, enquanto que o mínimo se situará na cota 323,00 m e podendo atingir o nível máximo maximorum de 328,40 m, no caso de vazão decamilenar de 7.800 m³/s. O nível do rio, imediatamente a jusante da barragem será normalmente de 282,40 m e com máximo maximorum previsto para 285,70 m (COMPANHIA ENERGÉTICA DO ESTADO DE SÃO PAULO *op. cit.*; VILLELA *op. cit.*).

A formação do reservatório resultou na elevação do nível d'água do rio Tietê em 47,40m junto à Barragem de Três Irmãos e de 3,5 m, imediatamente à jusante da UHE Nova Avanhandava (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1983).

4.2. IMPACTOS ASSOCIADOS AO RESERVATÓRIO SOBRE O AQÜÍFERO LIVRE

A implantação da barragem de Três Irmãos acarretou profundas modificações no quadro hidrogeológico local, em particular na área urbana do município de Pereira Barreto, devido à elevação generalizada da superfície potenciométrica do aquífero livre, induzida pela formação do reservatório, dentre os quais destacam-se: o aumento da vazão de poços, a formação de lagoas permanentes, áreas permanentemente alagadas, afogamento de raízes de plantas, aumento significativo da evapotranspiração, diminuição da taxa de infiltração, aumento da salinidade da água subterrânea, afogamento de fossas sépticas ou negras, saturação de subleitos de estradas e diminuição da capacidade de carga de fundações de obras civis.

4.3. CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS E HIDROGEOLÓGICAS

As unidades geológicas que ocorrem na área da bacia de contribuição do Reservatório Três Irmãos são rochas ígneas basálticas da Formação Serra Geral (incluída no Grupo São Bento da Bacia do Paraná), as rochas sedimentares dos grupos Caiuá e Bauru (pertencentes à Bacia Bauru) e os sedimentos quaternários associados à rede de drenagem.

4.3.1. Considerações sobre as fontes de dados geológicos da área

A área estudada é enfocada em dois trabalhos de âmbito regional que apresentam mapas geológicos que a envolvem totalmente. O primeiro deles é o Mapa Geológico do Estado de São Paulo na escala 1:500.000 (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1981) que, embora elaborado há duas décadas é, ainda, referência importante de cartografia geológica para vastas porções do Estado, incluindo-se a área de estudo.

O segundo, apresentado como parte de Tese de Doutorado defendida no Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (FERNANDES, 1998), é o Mapa Litoestratigráfico da Parte Oriental da Bacia Bauru, em escala 1:1.000.000, mas que, dado o detalhamento de campo e estudos litoestratigráficos realizados, apresenta novas proposições de unidades litoestratigráficas, com subdivisões para o Grupo Bauru, não contempladas no mapa do IPT (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1981).

Esses trabalhos são também importantes revisões da geologia regional, o primeiro de todo o Estado e, o segundo, da cobertura supra-basáltica. Constituem referências completas do estado-da-arte, a seu tempo, da geologia do território paulista, no caso de Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1981), e da cobertura dos basaltos representada pelos sedimentos da Bacia Bauru, no caso de FERNANDES (1998).

4.3.2. Bacia Sedimentar do Paraná

A área estudada situa-se na borda nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, unidade geotectônica desenvolvida sobre a Plataforma Sul-Americana, a partir do Neo-Ordociano/Siluviano (MILANI *et al.*, 1994). Na região mais profunda da Bacia no Estado de São Paulo, que engloba o Pontal do Paranapanema, o total de sedimentos e lavas basálticas é de, aproximadamente 5.000 m de espessura (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1980 e 1981; ZÁLAN *et al.*, 1990).

A Bacia do Paraná, após atravessar longo período de relativa estabilidade, cujo apogeu, no Permiano, é marcado pela deposição dos sedimentos do Subgrupo Irati (HACHIRO *et al.*, 1993), começa a registrar os primeiros sinais dos intensos processos tectônicos que culminariam, no início do Cretáceo, com o extravasamento das lavas basálticas da Formação Serra Geral.

Como evidência mais antiga de tal tectonismo, Soares e Landim (1973) destacam a desconformidade existente entre os folhelhos pretos da Formação Irati para arenitos e siltitos da Formação Serra Alta, sobreposta, bem reconhecida no nordeste da Bacia do Paraná. Hachiro *et al.* (1993) também destacam, na região do Domo de Pitanga, a descontinuidade entre estes folhelhos e os siltitos da Formação Corumbataí. Adicionalmente, Riccomini *et al.* (1992) descrevem diques clásticos na Formação Corumbataí, na região de Ipeúna e Charqueada (SP); Chamami *et al.* (1992) descrevem estruturas semelhantes, injeções de areia e falhas com rejeito decimétrico, em camadas de dunas eólicas da porção inferior da Formação Pirambóia.

Estas manifestações são interpretadas (e.g. FERNANDES e COIMBRA, 1993; RICCOMINI, 1995 e 1997) como resultado de abalos sísmicos durante os estágios precursores da ruptura continental que afetou o megacontinente Gondwana, culminando com a abertura do Oceano Atlântico Sul. Esse cenário influenciou, em maior ou menor grau e dependendo da posição geográfica, a deposição das unidades do Grupo São Bento, as quais encerram o ciclo deposicional relativo à Bacia do Paraná, que tem como marco superior o magmatismo Serra Geral.

4.3.2.1. Grupo São Bento

Este Grupo é composto, da base para o topo, pelas formações Pirambóia, Botucatu e Serra Geral. Como as duas primeiras não afloram na região estudada, apresenta-se, a seguir, apenas a descrição da Formação Serra Geral.

4.3.2.1.1. Formação Serra Geral

As rochas desta Formação apresentam, além daquela mancha maior na região do eixo do reservatório, apenas quatro pequenas ocorrências na área estudada. A maior delas

junto à margem direita do reservatório, entre a foz do Córrego do Osório/Araçatubinha e a desembocadura do ribeirão Lambari. As demais são de dimensões reduzidas e situam-se, uma a noroeste de Guararapes, no vale do Ribeirão Azul; outra junto à área urbana de Araçatuba e, a terceira, do lado da margem direita do Rio Tietê, a noroeste de Buritama.

As rochas eruptivas desta Formação constituem um conjunto de derrames de basaltos toleíticos de espessura individual aflorante bastante variável, desde poucos metros a mais de 50 m, e extensão, também individual, que pode ultrapassar a dez quilômetros. Neles intercalam-se arenitos semelhantes aos da Formação Botucatu, a maioria com estruturas típicas de dunas e outros indicando deposição subaquosa.

A espessura máxima da Formação foi medida em sondagem em Cuiabá Paulista (Pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo), indicando 1.700 m de derrames (ALMEIDA, 1986). Tal pacote adelgaça-se para as bordas do Planalto Ocidental, onde as serras basálticas possivelmente não alcançam um terço desse valor (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1981). Na área de interesse, segundo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1983), sua espessura varia de 600m a 900m, com tendência de aumento de leste para oeste.

Os derrames são constituídos por rochas de coloração cinza escura a negra, em geral afaníticas. Naqueles mais espessos, a zona central é maciça, microcristalina e apresenta-se fraturada por juntas subverticais de contração (disjunção colunar). A parte superior dos derrames, numa espessura que pode alcançar 20 m (LEINZ *et al.*, 1966, *apud* INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1981), aparecem vesículas e amígdalas (estas parcial ou totalmente preenchidas por calcedônia, quartzo, calcita, zeólitas e nontronita), além de grandes geodos que podem ocorrer na sua parte mais profunda. A porção basal dos derrames também pode apresentar tais características, porém em espessura e abundância sensivelmente mais reduzidas. Tanto a base como o topo dos grandes derrames apresentam juntas horizontais, o que se deve, em parte, ao escoamento laminar da lava no seu interior.

As investigações diretas efetuadas por meio de sondagens na região de Pereira Barreto (GEOSONDA, 1982b e 1987; CESP, 1982a, b e d; CESP, 1988 *apud* INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1989a) denotaram que os basaltos da Formação Serra Geral apresentam-se alterados, na maioria dos locais, para argila siltosa.

De acordo com o mesmo estudo (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, *op. cit.*), a espessura do manto de alteração da Formação Serra Geral é bastante variável; ela tende a ser mínima ou nula nas áreas onde se têm pacotes significativos de sedimentos (dezenas de metros) das formações superiores, com colúvios e elúvios associados. Por outro lado, apresentam espessamento considerável nas

áreas de exposição (ou próximas delas) da Formação, onde se constata valores maiores que 15 m. É muito comum observarem-se, capeando o manto de alteração basáltico, ou a própria rocha, camadas decimétricas a métricas de brecha basáltica, de matriz arenocalcária ou arenosa, denotando a ação de agentes antecedentes à deposição dos sedimentos suprajacentes.

O contato superior da Formação Serra Geral com as unidades da Bacia Bauru é discordante, marcado por importante superfície erosiva, Superfície Japi de ALMEIDA (1964, *apud* RICCOMINI, 1995), cujo desenvolvimento resultou na destruição dos aparelhos vulcânicos e na exposição de diques e outras estruturas subvulcânicas (ALMEIDA, 1986).

4.3.3. Bacia Bauru

A designação de Bacia Bauru como unidade tectônica distinta da evolução da Bacia do Paraná para os sedimentos existentes sobre a extensa capa formada pelas rochas vulcânicas eocretáceas foi proposta por Fernandes (1992) e Fernandes e Coimbra (1992). Vale ressaltar que trabalhos anteriores (e.g. FÚLFARO *et al.*, 1982; INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1989a) utilizaram o termo “Bacia Bauru”, para designar os sedimentos existentes sobre a Formação Serra Geral, porém de modo informal.

Esta Bacia formou-se no Cretáceo Superior (entre 90 e 65 Ma), na porção centro-sul da Plataforma Sul-Americana, por subsidência termo-mecânica (RICCOMINI, 1995 e 1997; FERNANDES e COIMBRA, 1996; FERNANDES, 1998) devido ao espesso manto de derrames basálticos, e acumulou uma seqüência sedimentar essencialmente arenosa, atualmente com espessura máxima próxima de 300 m, numa área de aproximadamente 370.000 km². A Figura 4 mostra o esquema de evolução proposto por Fernandes (1998).



Figura 4 – Modelo de evolução da porção norte da Bacia do Paraná a partir do Triássico/Jurássico, com subsidência e formação da Bacia Bauru, sedimentação e posterior soerguimento e erosão (conforme FERNANDES, 1998).

No contexto regional e tectônico, a Bacia Bauru é limitada pela Flexura de Goiânia, a nordeste; pelo Arco de Ponta Grossa e lineamentos associados, a sul-sudeste; pelo Arco de Assunção, a oeste; pela Antéclise de Rondonópolis, a norte-noroeste; e pela Serra do Mar, importante feição estrutural situada em toda a borda leste-sudeste de sua área de ocorrência (FERNANDES, 1992). A estas estruturas estão associadas intrusões alcalinas, como indicado na Figura 5.

A sedimentação na Bacia Bauru ocorreu em duas fases principais, a primeira em condições essencialmente desérticas e, a segunda, em clima semi-árido, embora com maior presença de água. A estas fases compreendem, respectivamente, depósitos de lençóis de areia secos com dunas eólicas (com interdunas úmidas), e depósitos de sistemas fluviais e leques aluviais com pantanal interior bem definido (FERNANDES, 1998).

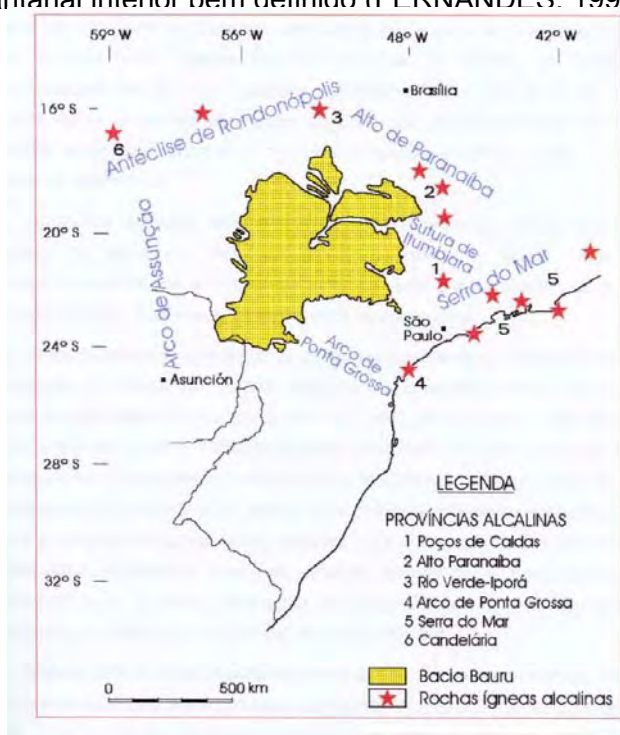


Figura 5 - Localização da Bacia Bauru e distribuição aproximada das principais estruturas regionais e províncias de rochas alcalinas relacionadas com a evolução da Bacia (FERNANDES, 1998).

4.3.3.1. Ordenação Estratigráfica

As unidades sedimentares existentes acima dos derrames basálticos da Formação Serra Geral, reconhecidas por inúmeros autores desde o início do século, já foram objeto de diversas propostas de denominação, em função do avanço do seu conhecimento e da sua cartografia geológica.

As unidades Bauru e Caiuá foram representadas em mapa pela primeira vez por Florence e Pacheco (1929, *apud* FERNANDES, 1998) e têm sido, desde então, objeto de inúmeros estudos de caráter litológico, sedimentológico, paleontológico, litoestratigráfico e cartográfico, principalmente a partir da década de 1970.

Soares *et al.* (1980), em trabalho de revisão estratigráfica, propõem a elevação da então Formação Bauru à categoria de Grupo, que seria constituído pelas formações Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília. Tal conceituação é bastante aceita, por sua operacionalidade, tendo sido adotada no Mapa Geológico do Estado de São Paulo, elaborado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1981) na escala 1:500.000. Contudo, já em 1992, Fernandes (1992) elevou a Formação Caiuá à categoria de Grupo, composto pelas formações Goio Erê e Rio Paraná, e manteve no Grupo Bauru as formações Santo Anastácio, Adamantina e Marília, além da Formação Uberaba (de HASUI, 1968, *apud* FERNANDES, 1992), e de um conjunto de rochas analcimíticas, então denominadas Analcimitos Taiúva. Posteriormente, Fernandes e Coimbra (1994) alteram, formalmente, a proposição de Fernandes (1992), passando a Formação Santo Anastácio do Grupo Bauru para o Grupo Caiuá.

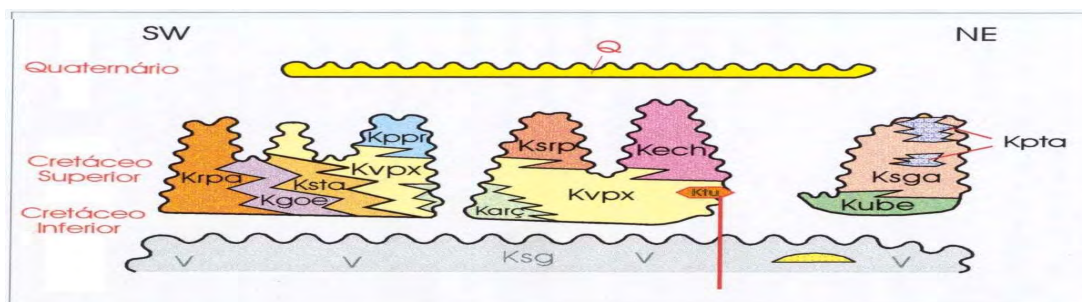
Conforme citado anteriormente, Fernandes (1998) concluiu que a sedimentação da Bacia Bauru ocorreu em duas fases. A primeira fase corresponde ao “sepultamento progressivo do substrato basáltico por extensa e monótona manta arenosa, formada principalmente por depósitos de lençóis de areia, com pequenas dunas e estratos de loesse”, na qual “os raros depósitos fluviais preservados correspondem a fluxos de enxurradas de deserto” (FERNANDES *op. cit.*). Ainda para esse autor, com a intensificação das atividades tectônicas nas bordas norte-nordeste e leste da Bacia, ocorre avanço de leques aluviais para o seu interior. A segunda fase de sedimentação tem início com mudanças climáticas que trouxeram maior umidade às zonas marginais, com o desenvolvimento de importantes sistemas fluviais de nordeste para sudoeste, ou seja, das bordas para o interior da Bacia, que permaneceu com clima quente e seco e com condições desérticas na sua porção interior.

São representantes do clima desértico (primeira fase de sedimentação) as três unidades do Grupo Caiuá (formações Rio Paraná, Goio Erê e Santo Anastácio) e a Formação Vale do Rio do Peixe, esta incluída no Grupo Bauru. A segunda fase de sedimentação (clima semi-árido, com maior presença de água) é representada pelas demais unidades do Grupo Bauru, ou seja, as formações Araçatuba, Uberaba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente e Marília (FERNANDES, 1998). A Tabela 1 apresenta as unidades litoestratigráficas propostas e as correlações com as denominações de diferentes autores, enquanto que a Figura 6 mostra as relações estratigráficas entre as diferentes unidades.

A cidade de Pereira Barreto e adjacências situam-se em zona de transição dos grupos Caiuá e Bauru, com afloramentos de basaltos do grupo São Bento restritos às proximidades das margens do rio Tietê.

Tabela 1 – Unidades litoestratigráficas dos grupos Bauru e Caiuá e correlações com as definições anteriores (FERNANDES, 1998).

GRUPO	FORMAÇÃO	MEMBRO	Correspondência
BAURU	Marília	Ponte Alta	Mb. Ponte Alta (de BARCELOS e SUGUIO, 1987)
		Serra da Galga	Mb. Serra da Galga (de BARCELOS e SUGUIO, 1987).
		Echaporã	Mb. Echaporã (de BARCELOS e SUGUIO, 1987); Fm. Marília (de ALMEIDA e BARBOSA, 1953).
	Presidente Prudente		Parte da litofácies Taciba (de SOARES <i>et al.</i> , 1980); parte da unidade Ka5 (Fm. Adamantina, de ALMEIDA <i>et al.</i> , 1980).
	São José do Rio Preto		Parte da litofácies S.J.do Rio Preto (de SUGUIO <i>et al.</i> , 1977); parte da Fm S.J.do Rio Preto (de SUGUIO, 1981).
	Uberaba		Parte da Fm. Uberaba (de HASUI, 1968).
	Araçatuba		Parte da litofácies Araçatuba (de SUGUIO <i>et al.</i> , 1977); parte da Fm. Araçatuba (de SUGUIO, 1981); Fm Araçatuba (de ZAINÉ <i>et al.</i> , 1980); parte da unidade ka3 da Fm Adamantina (de ALMEIDA <i>et al.</i> , 1980).
Vale do Rio do Peixe		Litofácies Ubrajara (de SOARES <i>et al.</i> , 1980); parte da litofácies Araçatuba (de SUGUIO <i>et al.</i> , 1977); parte da Fm Araçatuba (de SUGUIO, 1981); parte da litofácies Taciba (de SOARES <i>et al.</i> , 1980); unidades Ka1 a Ka4 e parte da Ka5 da Fm Adamantina (de ALMEIDA <i>et al.</i> , 1980).	
CAIUÁ	Santo Anastácio		Fm. Santo Anastácio (de STEIN <i>et al.</i> , 1979; SOARES <i>et al.</i> , 1980; ALMEIDA <i>et al.</i> , 1980; FERNANDES e COIMBRA, 1994).
	Rio Paraná		Fm. Rio Paraná (de FERNANDES e COIMBRA, 1994).
	Goio Erê		Fm. Goio Erê (de FERNANDES e COIMBRA, 1994).



Grupo Caiuá	Grupo Bauru
Krpa: Formação Rio Paraná Kgoe: Formação Goio Erê Ksta: Formação Santo Anastácio	Kvpix: Formação Vale do Rio do Peixe Kcarç: Formação Araçatuba Kppr: Formação Presidente Prudente Ksrp: Formação São José do Rio Preto Kech: Membro Echaporã (Fm Marília)
	Kube: Membro Uberaba Ksga: Membro Serra da Galga Kpta: Membro Ponte Alta Ktu: Analcimitos Taiúva

Figura 6 – Quadro de relações estratigráficas entre as unidades da parte oriental da Bacia Bauru (FERNANDES, 1998).

4.3.3.2. Grupo Caiuá

As unidades deste Grupo tiveram sua deposição diretamente sobre os basaltos, após um hiato erosivo que durou aproximadamente 44,5 Ma (FERNANDES, 1998), havendo, localmente, a ocorrência de brecha basal (RICCOMINI *et al.*, 1981). É composto pelas formações Goio Erê, Rio Paraná e Santo Anastácio. A primeira ocorre apenas na porção sul-sudoeste da Bacia.

4.3.3.2.1. Formação Rio Paraná

Apenas uma área de ocorrência de sedimentos desta Formação aparece na área de estudo. Apresenta forma alongada na direção sudeste-noroeste e passa pela cidade de Pereira Barreto, ou seja, situa-se à margem direita do reservatório de Três Irmãos.

Compreende arenitos marrom-avermelhados a arroxeados, finos a muito finos, quartzosos, secundariamente subarcoseanos. Apresentam fração areia muito fina subordinada e, mais raramente, estratos de arenito médio a grosso. Mineralogicamente, são prematuros e possuem boa maturidade textural. Em geral, são bem selecionados, com grãos bem arredondados nas frações mais grossas.

A unidade repousa diretamente sobre os basaltos da Formação Serra Geral, da qual é separada por não-conformidade, associada a vestígios de incipiente paleossolo. Lateralmente, passa de modo gradual para as formações Goio Erê e Santo Anastácio (FERNANDES, 1998).

Ainda segundo esse autor, esta Formação é composta por depósitos de *foresets* de dunas limitados por superfícies de truncamento de baixa inclinação, aos quais eventualmente se associam depósitos de interdunas essencialmente secas.

4.3.3.2.2. Formação Santo Anastácio

Ocorre margeando o reservatório, desde o vale do Ribeirão Água Fria (afluente da margem esquerda do Rio Tietê a nordeste de Mirandópolis) para jusante, até a região de Pereira Barreto. Daí para oeste, até o eixo da Barragem, embora mantenha expressiva faixa de afloramentos, suas rochas estão distantes do reservatório, erodidas que foram, propiciando a exposição das rochas das formações Serra Geral e Rio Paraná.

Constitui-se de estratos tabulares de arenitos de aspecto maciço, com espessura em geral decimétrica e raras intercalações de lamitos e argilitos.

Os arenitos são marrom-arroxeados claros, finos a muito finos, quase sempre maciços, pobremente selecionados, grãos subangulosos a subarredondados, foscos, encobertos por película de óxido de ferro e apresentam pequena quantidade de matriz silto-argilosa. Os arenitos são predominantemente quartzosos, mas podem ocorrer subordinadamente grãos de feldspatos, dando-lhe um caráter arcoseano. É comum, onde os arenitos se sobrepõem aos basaltos, a presença de cimentação e nódulos carbonáticos.

Estes arenitos, além da estrutura maciça, podem apresentar também estratificação mal definida, plano-paralela ou cruzada de baixo ângulo. São relacionados a depósitos de lençóis de areia acumulados em extensas e monótonas planícies desérticas; os lamitos que intercalam-se, de estrutura maciça ou com estratificação cruzada, constituem prováveis depósitos de lagoas efêmeras (FERNANDES, 1998).

Para esse autor, a unidade apresenta espessuras de até 80-100 metros nos vales dos rios Santo Anastácio e Piraporinha, situados no Pontal do Paranapanema, SP. Seus litotipos apresentam contatos transicionais com as rochas das formações Rio Paraná e Vale do Rio do Peixe, com as quais se interdigitam.

4.3.3.3. Grupo Bauru

O Grupo Bauru é composto pelas formações Vale do Rio do Peixe, Araçatuba, Uberaba, São José do Rio Preto, Presidente Prudente e Marília (Tabela 1). Serão abordadas, a seguir, apenas aquelas unidades que apresentam ocorrência na área de estudo: formações Araçatuba e Vale do Rio do Peixe (FERNANDES, 1998).

4.3.3.3.1. Formação Araçatuba

Esta Formação, definida por Zaine *et al.* (1980), estudada, em detalhe, por Batezelli (1998), apresenta área de distribuição (na região estudada) em todo o vale do Rio Tietê, adentrando pelos vales dos seus tributários, tanto da margem direita como da esquerda, desde o Córrego do Barreiro (pela margem direita) e o Ribeirão Água Parada (pela margem esquerda) para montante, conforme cartografia na escala 1:1.000.000 apresentada por Fernandes (1998).

É a unidade do Grupo Bauru que apresenta a maior área de ocorrência na área de estudo, e as suas mais amplas extensões territoriais situam-se na região a noroeste da cidade de Araçatuba.

Constitui-se em uma sucessão de estratos tabulares essencialmente pelíticos, de aspecto maciço (apenas localmente apresentam estratificação plano paralela no topo das camadas) e de espessura centimétrica a decimétrica. As rochas predominantes são siltitos e arenitos muito finos, de cor cinza esverdeado típica, freqüentemente com cimentação carbonática (por vezes em crostas tabulares horizontais), moldes de cristais salinos (ETCHEBEHERE *et al.*, 1991), gretas de contração e marcas de raízes são relativamente comuns nestes sedimentos (FERNANDES, 1998).

Para esse autor a Formação Araçatuba foi depositada em região baixa e alagadiça, de águas rasas estagnadas (pântano, brejo ou charco), tem contato interdigitado com a Formação Vale do Rio do Peixe e repousa diretamente sobre os basaltos da Formação Serra Geral. As espessuras máximas são da ordem de 70 m, na região de Araçatuba.

4.3.3.3.2. Formação Vale do Rio do Peixe

Esta unidade apresenta distribuição generalizada na Bacia Bauru. Entretanto, na área de estudo, possui expressão um pouco inferior à da Formação Araçatuba. Suas maiores ocorrências situam-se a montante de onde aparecem os sedimentos Araçatuba, na

região a leste-nordeste de Andradina, tanto no flanco da margem esquerda como da margem direita do Reservatório de Três irmãos, onde ocorrem recobrimdo os sedimentos das formações Santo Anastácio e Araçatuba. Daí estende-se continuamente para leste-sudeste, ocupando as porções mais altas dos divisores de água, sempre sobrepondo-se aos sedimentos da Formação Araçatuba.

Esta Formação é constituída predominantemente por estratos de arenitos com espessura inferior a um metro, maciços ou estratificados, aos quais se intercalam, subordinadamente, lamitos arenosos de aspecto maciço.

Os arenitos são de cor marrom-clara, rosada a alaranjada, muito finos a finos, com seleção moderada a boa e apresentam-se em estratos tabulares de aspecto maciço com estratificação ou laminação plano-paralela grosseira e outros com estratificação cruzada tabular e acanalada de médio a pequeno porte. Os estratos lamíticos são, em geral, arenosos, maciços ou com estratificação mal definida. Em alguns locais são descritos pequenos corpos lenticulares de arenito conglomerático com estratificação cruzada de pequeno porte, isolados em meio aos estratos de origem eólica, com estruturas e feições típicas de fluxos gerados por enxurradas, que caracterizam-se como lentes preenchendo escavações rasas.

O ambiente deposicional predominante para a Formação Vale do Rio do Peixe é essencialmente eólico, com a acumulação, em extensas áreas planas, de depósitos de lençóis de areia com campos de dunas baixas alternados com depósitos de lamitos com estratificação ondulada devido à ação do vento. A transição para as unidades eólicas do interior da Bacia é dada com o aumento de depósitos de dunas de porte médio, indicando mudança gradual do ambiente para condições desérticas plenas.

Esta unidade apresenta registro fóssilífero de praticamente toda a fauna que habitou a Bacia Bauru, embora muitas vezes de difícil identificação pelo estado de preservação. Os sedimentos da Formação apresentam espessura preservada e bastante regular de aproximadamente 100 m, obtida em poços perfurados para água subterrânea, havendo a indicação de espessuras de 154 m e 170 m, em Potirendaba e Rancharia, respectivamente, ambas no Estado de São Paulo.

A Formação assenta-se diretamente sobre os basaltos da Formação Serra Geral e passa, gradualmente, para os arenitos da Formação Santo Anastácio, sobre os quais transgrediu no decorrer do tempo. Com a Formação Araçatuba o contato é gradual, devido à contemporaneidade inicial de deposição e posterior recobrimento do pantanal Araçatuba pelos sedimentos eólicos da Formação Vale do Rio do Peixe.

Para o topo, os sedimentos desta Formação têm contato marcado por diastemas com os sedimentos das formações Presidente Prudente e São José do Rio Preto, e passam de modo gradual para os sedimentos do Membro Echaporã da Formação Marília. Sobre a

Formação ocorre cobertura arenosa colúvio-eluvial ou depósitos aluviais de idade quaternária.

4.3.3.4. Depósitos cenozóicos

Constituem-se essencialmente por depósitos aluvionares, colúvios e elúvios, cuja distribuição é governada pelos grandes cursos d'água. Depósitos formados por cascalhos são também freqüentes ao longo dos principais cursos d'água, e dispõem-se em terraços por vezes já bastante afastados das atuais calhas dos rios.

Os depósitos coluvionares característicos, em geral, areno-silto-argilosos, avermelhados, com linha de seixos na base, ocorrem freqüentemente nas encostas dos vales, enquanto que os depósitos eluviais e solos residuais arenosos são mais freqüentes nos relevos de topos de interflúvio. Para os colúvios, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1989a) constatou na área de Pereira Barreto e redondezas comportamento bastante irregular, mostrando tendência a espessamento dos vales rumo aos altos topográficos, apresentando espessuras entre 10,0 m e 16,50 m, com indicações de maiores valores em alguns locais.

No mesmo estudo, foi constatado que os depósitos mais expressivos de aluvião, por vezes associados a cascalheiras, ocorriam junto à calha do rio Tietê, estando hoje, portanto, submersos. Pequenos depósitos foram observados em drenagens secundárias, com espessuras que atingem no máximo cerca de 4,5 m.

4.3.4. Geomorfologia

A região da bacia do Baixo Tietê, na qual se insere a área de estudo, está incluída na Província do Planalto Ocidental, segundo divisão proposta por Almeida (1964 *apud* INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO 1983), apresentando formas características de relevo que vão desde vales amplos, sem grandes variações morfológicas, até colinas amplas, com cerca de 400 m de altitude. Segundo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1981), predominam na área de contribuição do Reservatório de Três Irmãos dois tipos de relevo: colinas amplas e médias; sendo que uma terceira unidade, era constituída pela planície aluvial do rio Tietê, hoje totalmente submersa pelo lago.

As características gerais das colinas amplas consistem em interflúvios com área maior que 4 km², possuindo topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. O padrão de drenagem é sub-dendrítico de baixa densidade e os vales são abertos, apresentando planícies interiores restritas, e com presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes. As colinas amplas tendem a ocorrer nas porções relativamente mais baixas da área, entre as margens do reservatório e as meia-encostas dos divisores

principais da bacia de contribuição. Sua ocorrência tende a corresponder aos domínios das formações Serra Geral, Santo Anastácio, Rio Paraná e Araçatuba.

A outra unidade de predominância são colinas médias, as quais consistem em interflúvios com áreas entre 1 km² e 4 km², possuindo topos aplainados, vertentes com perfis convexos a retilíneos. O padrão de drenagem é sub-retangular de média a baixa densidade e os vales são abertos a fechados, apresentando planícies interiores restritas, e com presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes.

As colinas médias tendem a ocupar áreas topograficamente mais elevadas da bacia de contribuição do Reservatório, a partir das meia-encostas dos divisores principais de águas superficiais; sua ocorrência tende a corresponder aos domínios da Formação Vale do Rio do Peixe.

Segundo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1983), nos rios, nas zonas de exposição dos basaltos, formavam-se rápidos e corredeiras devido às soleiras formadas pelos seus afloramentos. De maneira geral, são descontínuos e com relevo mais entalhado; hoje, a grande maioria, senão a totalidade dessas áreas, estão submersas no Reservatório de Três Irmãos.

Da mesma forma, na calha do rio Tietê e em alguns de seus afluentes desenvolvem-se extensos e planos depósitos aluvionares, regularmente distribuídos ao longo das margens dos rios, com exceção de locais onde os basaltos afloram nas margens. Nestes locais, a continuidade dos aluviões é interrompida. Essas áreas também encontram-se, em sua grande maioria, submersas no Reservatório de Três Irmãos. Os baixos vales dos principais rios da bacia correm sobre um substrato de rochas basálticas, o que origina freqüentemente um fundo aplainado propício à formação dos depósitos aluvionares.

4.3.5. Características climáticas

A área estudada possui clima do tipo Aw, ou seja, tropical úmido, de acordo com o sistema de classificação de Köppen (*apud* SETZER, 1966), com verão de grande pluviosidade e o inverno de relativa seca (SÃO PAULO, 1976). Ainda, de acordo com o São Paulo (*op. cit.*), considerando o período 1972/1974, a temperatura média anual calculada para a região noroeste do Estado de São Paulo varia de 22 a 23°C, com a média do mês mais quente (janeiro) de 24 a 25°C (bacias do rio Tietê e rio São José dos Dourados) e do mais frio (julho) de 19 a 20°C (bacia do rio Tietê e Foz do São José dos Dourados). A umidade relativa do ar, na região da área estudada (SÃO PAULO, *op. cit.*), apresenta médias mensais acima de 60% para o período chuvoso e abaixo de 50% para o período seco. A série de medidas efetuadas na estação hidrometeorológica de Ilha Solteira (1967 a 1998) mostra o valor médio mensal máximo de 78% referente ao mês de janeiro, e o valor médio mensal mínimo de 60% referente ao mês de agosto.

A evaporação potencial da região, calculada pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (SÃO PAULO, 1976), através de fórmulas empíricas, apresenta valor anual de 2.200 mm e a evaporação real, obtida através de balanços hídricos, apresenta média de 750 mm. A pluviosidade média anual na região do baixo rio Tietê (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1983; SÃO PAULO, 1976) que inclui a área estudada no seu canto nordeste, para o período 1952/1962 (anterior ao início do desenvolvimento hidroelétrico da bacia) apresenta valor de 1.164 mm. O período de chuva compreende outubro a março, com mensais médias maiores que 140 mm e o período de estiagem compreende abril a setembro, com chuvas mensais menores que 50 mm.

No posto pluviométrico de Lussanvira (posto DAEE/CTH-B,8-001), localizado imediatamente a sul da área estudada, a pluviosidade média anual para uma série de medidas mais recentes que a anteriormente citada, ou seja de 1974 a 1984 (excluído o ano de 1980) apresenta valor de 1.321,3 mm, algo maior que o obtido para aquele período (1952/1962). O período chuvoso, está compreendido entre outubro a março, e o de estiagem, entre abril e setembro.

Na estação hidrometeorológica de Ilha Solteira, instalada na Área Experimental da Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, com coordenadas geográficas 20° 22' de Latitude Sul e 51° 22' de Longitude Oeste e altitude média de 335 m, à cerca de 40 km-NW da cidade de Pereira Barreto, para a série de medidas efetuadas entre 1967 e 1998 (Tabela 2), observa-se a média pluviométrica anual de 1255,6 mm, com período chuvoso entre outubro a abril, médias mensais de 91,1 (abril) e 211,2 mm (dezembro) e período de estiagem, de maio a setembro, com médias mensais de 19,3 (julho) a 69,2 mm (setembro). A temperatura média anual é de 24,7°C, com a média mensal mais elevada de 26,8°C (fevereiro) e a mais baixa de 21,4°C (junho).

Tabela 2 - Médias mensais e totais dos parâmetros hidrometeorológicos na Estação de Ilha Solteira – SP no período entre 1967 e 1998

Período (Meses)	TM ¹ (°C)	UR ² (%)	Insolação ³ (horas/dia)	Ventos (km/dia)	ECA ⁴ (mm/dia)	Chuvas (mm)	ET ⁵ mm/dia
Janeiro	26,5	69,8	6,8	145,2	5,6	211,2	5,6
Fevereiro	26,8	69,2	7,0	137,4	5,9	165,4	5,5
Março	26,6	68,4	7,3	131,5	5,5	133,8	5,2
Abril	24,9	66,0	8,1	140,2	5,3	91,1	4,9
Maio	22,6	65,1	7,8	141,0	4,8	66,1	4,2
Junho	21,4	64,3	7,6	148,8	4,5	34,2	3,9
Julho	21,5	58,9	8,2	168,8	5,4	19,3	4,3
Agosto	23,2	53,0	7,9	176,2	6,6	23,7	5,2
Setembro	24,3	61,1	6,7	182,8	6,6	69,2	5,3
Outubro	25,7	60,2	7,5	161,2	6,7	118,8	5,9
Novembro	26,1	67,2	7,6	161,7	6,7	141,8	5,8
Dezembro	26,4	68,6	6,3	153,0	6,1	181,0	5,5
Média ou Totais	24,7	64,3	7,4	154,0	5,8	1255,6	5,1

¹ Temperatura média; ² Umidade Relativa; ³ Número de horas de brilho de sol; ⁴ Evaporação do Tanque Classe A; ⁵ Evapotranspiração de referência estimada por Penman-FAO.

Na área propriamente dita, uma série mensal de medidas pluviométricas no posto do canal de Pereira Barreto, correspondente ao primeiro ano do início do presente estudo (outubro/87 a setembro/88) mostra os seguintes totais em milímetros (Tabela 3):

Tabela 3 – Precipitação pluviométrica (mm) na área do Canal de Pereira Barreto

	1987			1988								total
out	nov	dez	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	anual
128,5	150,0	192,0	199,6	178,6	150,1	65,7	66,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1.130,1

4.3.5.1. Balanço Hídrico

O balanço hídrico de uma bacia é calculado entre os aportes e perdas em água na área considerada.

Para o estabelecimento do balanço entre os aportes e as perdas em uma bacia hidrográfica e, a partir daí, estudar as variações da reserva de água, em condições naturais e na ausência da intervenção humana, é necessário que se conheçam o ciclo d'água na bacia e as parcelas que o compõem: precipitações, escoamento superficial e hipodérmico, infiltração e evaporação.

O aporte de água para uma bacia origina-se através das precipitações pluviométricas que ocorrem de maneira aleatória, no tempo e no espaço, causando variações bruscas do nível d'água das drenagens, alimentadas pelo escoamento superficial. Os reflexos das precipitações no escoamento subterrâneo são lentos, pois sua interação é atenuada pelas camadas superficiais do solo. Parte da pluviosidade precipitada é interceptada pela cobertura vegetal e retorna à atmosfera. Quando é superada a capacidade de interceptação da cobertura vegetal, a água então escoar para o solo e daí, parte se infiltra, e parte flui rumo ao sistema de drenagem da bacia. É pela infiltração que se processa a recarga dos aquíferos. O processo de infiltração, além de bastante complexo, sofre influência de diversas variáveis, das quais se destacam: natureza do solo, granulometria, capacidade de campo, capacidade de retenção, declividade local, porosidade, dentre outros.

As principais perdas d'água de uma bacia são decorrentes da evapotranspiração, descarga subterrânea dos aquíferos junto aos exutórios e intervenção humana. A evapotranspiração relaciona-se diretamente aos fatores climáticos (temperatura e insolação) e a intensidade da sua atuação varia em função da profundidade do nível d'água subterrânea, e da cobertura vegetal. A descarga de base dos aquíferos é a responsável pela manutenção do escoamento de base dos cursos d'água. A perda d'água de uma bacia devido à intervenção humana diz respeito a água explorada com fins de abastecimento para os diversos usos.

Na área estudada, dadas as suas características hidrográficas, encerrando frações de duas grandes bacias, que se interligarão através do canal de Pereira Barreto, e pela

inexistência de postos fluviométricos e estação hidrometeorológica, torna-se difícil estabelecer-lhe um balanço hídrico e, por conseguinte, obterem-se os índices característicos, necessários aos estudos. Atualmente, apenas algumas parcelas do balanço podem ser caracterizadas.

4.3.6. Hidrogeologia

O quadro geológico delineado nos itens anteriores para a área do reservatório de Três Irmãos, aliado ao estágio atual de conhecimento hidrogeológico regional (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1983, 1989a, 1989c, e 1990), permite considerar que o pacote constituído pelos sedimentos e manto de alteração sobrepostos aos basaltos não-alterados da Formação Geral, constituem um Sistema Aquífero Livre.

Adota-se aqui o conceito apresentado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1988) para Sistema Aquífero, segundo o qual “dentro de um contexto regional, pode-se ter distintas formações geológicas superpostas constituindo, do ponto de vista hidráulico, um conjunto único”.

Esse conceito detalha um entendimento mais amplo para Sistema Aquífero conforme apresentado por Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (1985), ou seja, “Espaço no interior do qual se consideram os movimentos da água subterrânea independentes das condições existentes fora de seus limites”. Assim sendo, os sedimentos dos grupos Caiuá e Bauru, mais a cobertura cenozóica e as zonas aflorantes dos derrames basálticos da Formação Serra Geral, constituem-se no sistema aquífero livre que sofreu influência direta da implantação do reservatório de Três Irmãos. Pode-se dizer que é composto por duas unidades: Serra Geral e Caiuá/Bauru.

A base impermeável ou semipermeável do sistema aquífero livre é formada pelos basaltos não-alterados da Formação Serra Geral, que por sua vez constitui aquífero regional semiconfinado.

4.3.6.1. Unidade Aquífera Serra Geral

Não se dispõe de dados precisos sobre os parâmetros hidráulicos das camadas de alteração do basalto. O Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1989c) ensaiou poço na região de Pereira Barreto, no qual o perfil mostrava composição mista de solo de alteração de arenito e de basalto, não obtendo, entretanto, resultados satisfatórios.

As porções não-aflorantes constituem um meio que apresenta grandes variações das características físicas: composição mineral, textura, compacidade, porosidade, descontinuidades, dentre outras, constituindo, portanto, um aquífero com porosidade de

fissuras, descontínuo, anisotrópico e semiconfinado regionalmente. Suas espessuras, na área de estudo, variam entre 600m e 900 m, com tendência de aumento de leste para oeste. A disponibilidade de dados hidrodinâmicos é pequena; os valores conhecidos de transmissividade indicam grande variabilidade, mesmo a nível local, situando-se entre 0,03 e 4,0 m²/h na região estudada (INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1983).

No escopo do estudo ora desenvolvido, a porção livre do aquífero, constituída pelas duas áreas de afloramento contínuas mais expressivas, localizadas nas bordas do reservatório, compreendem os principais locais de interesse, uma vez que estão submetidos diretamente às influências do enchimento, enquanto que as demais, além de possuírem relativamente pequena extensão, situam-se em pontos mais distantes do reservatório.

4.3.6.2. Unidade Aquífera Caiuá/Bauru

Essa Unidade do Sistema Aquífero Livre é constituída pelos sedimentos das formações Rio Paraná e Santo Anastácio, do Grupo Caiuá, e pelas formações Araçatuba e Vale do Rio do Peixe, do Grupo Bauru, além dos depósitos cenozóicos que ocorrem de maneira indiscriminada sobre tais formações. Todo esse pacote repousa sobre a base impermeável ou semipermeável constituída pelos basaltos da Formação Serra Geral.

O comportamento hidrogeológico dessa Unidade está associado à natureza composicional, granulometria, homogeneidade dos grãos componentes, presença de cimentação, grau de compactação, distribuição espacial e estruturação das formações que a compõem, assim como das variações laterais e verticais de fácies entre as mesmas.

Regionalmente, seu comportamento é de aquífero livre, podendo apresentar semi-confinamentos locais, controlados pela presença de estratos que impõem diferenciações hidráulicas verticais em relação às camadas subjacentes, notadamente onde ocorrem intercalações mais expressivas de lamitos, argilitos ou pelitos ou mesmo em camadas de outra natureza que imponham refração nos valores de condutividade hidráulica.

Segundo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1983), as espessuras máximas conhecidas na área de estudo são da ordem de 170 m em Auriflama (SP), na margem direita do rio e de cerca de 200 m em Valparaíso (SP), na sua margem esquerda. No restante da área sua espessura situa-se preferencialmente entre 50 m e 150 m, observando-se que a tendência de aumento se dá na direção perpendicular ao eixo do rio Tietê, mais propriamente a partir de sua calha para os divisores norte e sul. Este aspecto revela que as variações da espessura estão condicionadas principalmente às variações da morfologia de superfície e secundariamente ao substrato basáltico. Na região noroeste da área, entre Pereira Barreto (SP) e o rio Paraná, a sua espessura é inferior a 50 m.

Em termos de espessuras individuais, segundo FERNANDES (1998), a Formação Santo Anastácio apresenta espessuras de até 80-100 metros nos vales dos rios Santo Anastácio e Piraporinha, situados no Pontal do Paranapanema, SP; a Formação Araçatuba apresenta espessuras máximas da ordem de 70m na região da cidade homônima; e os sedimentos da Formação Vale do Rio do Peixe apresentam espessura preservada e bastante regular de aproximadamente 100 m, obtida em poços perfurados para água subterrânea. Localmente há indicações de espessuras de 154 m e 170 m, como em Potirendaba (SP) e Rancharia (SP) respectivamente.

Para os colúvios, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1989a) constatou na área de Pereira Barreto e redondezas, comportamento bastante irregular, mostrando tendência a espessamento dos vales rumo aos altos topográficos, apresentando espessuras entre 10,0 e 16,5 m, com indicações de maiores valores em alguns locais.

No mesmo estudo, foi constatado que os depósitos mais expressivos de aluvião, por vezes associados a cascalheiras, ocorriam junto à calha do rio Tietê, estando hoje, portanto, submersos. Pequenos depósitos foram observados em drenagens secundárias, com espessuras que atingem no máximo 4,5 m.

Os valores dos parâmetros da Unidade Aqüífera Caiuá/Bauru, de acordo com os dados disponíveis, são muito variáveis. O coeficiente de transmissividade varia entre 0,3 e 4,0 m²/h, enquanto o coeficiente de armazenamento situa-se entre 10⁻³ e 10⁻¹.

Na área de Pereira Barreto e arredores, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (1989c) descreve como valores médios para os parâmetros hidrodinâmicos do Sistema Aqüífero Livre, a partir de uma bateria numerosa de dados obtidos em ensaios, os seguintes valores: Coeficiente de Transmissividade – 0,69 m²/h; Coeficiente de Permeabilidade – 8,94 x 10⁻⁴ cm/s; e Coeficiente de Armazenamento – 3,39 x 10⁻².

Segundo ROCHA *et al.* (1982), a porção oeste da área estudada, a partir de Pereira Barreto, na margem direita do rio Tietê e a partir de Guararapes, na sua margem esquerda, e uma faixa com cerca de 50 km de extensão nas proximidades de Auriflama (SP), representam a zona de maior produtividade da Unidade Aqüífera na região. A tendência de distribuição da transmissividade, segundo esse autor, mostra aumento de leste para oeste da área, enquanto nos limites norte e sul da área estudada não são observadas variações.

As características acima citadas – produtividade do aqüífero e transmissividade – cuja tendência de aumento desenvolve-se na direção oeste da área, mostram concordância com as variações litológicas dos sedimentos, indicando que as zonas mais permeáveis da Unidade Aqüífera Caiuá/Bauru situam-se em áreas de domínio da Formação Santo Anastácio e da Formação Vale do Rio do Peixe.

V. BASE DE DADOS

Os dados utilizados nesta pesquisa resultam de trabalhos executados pelo IPT/CESP durante as fases pré, sin e pós construção da Usina Hidrelétrica objetivando a avaliação do impacto da implantação do Reservatório de Três Irmãos, na superfície potenciométrica do aquífero livre. Considerando essas informações, elaborou-se uma base de dados com 188 pontos (Figura 7), constituído por poços tipo cacimba, piezômetros, poços de monitoramento e locais com afloramento de basalto, contendo as informações: nome do ponto, coordenadas UTM, cota topográfica, cota do nível d' água, e cota do topo do basalto no ponto (ANEXOS A e B).

A partir dos dados de campo (topografia, profundidade do nível d'água e de sondagens realizadas na área em estudo e entorno – ANEXO A), foram elaborados mapas temáticos específicos. Apresentam-se na Figura 8, os mapas espessura da formação, superfície potenciométrica, base da formação aquífera ou topo do basalto, topográfico, gerados pelo software Surfer 8 da Golden Software Inc.

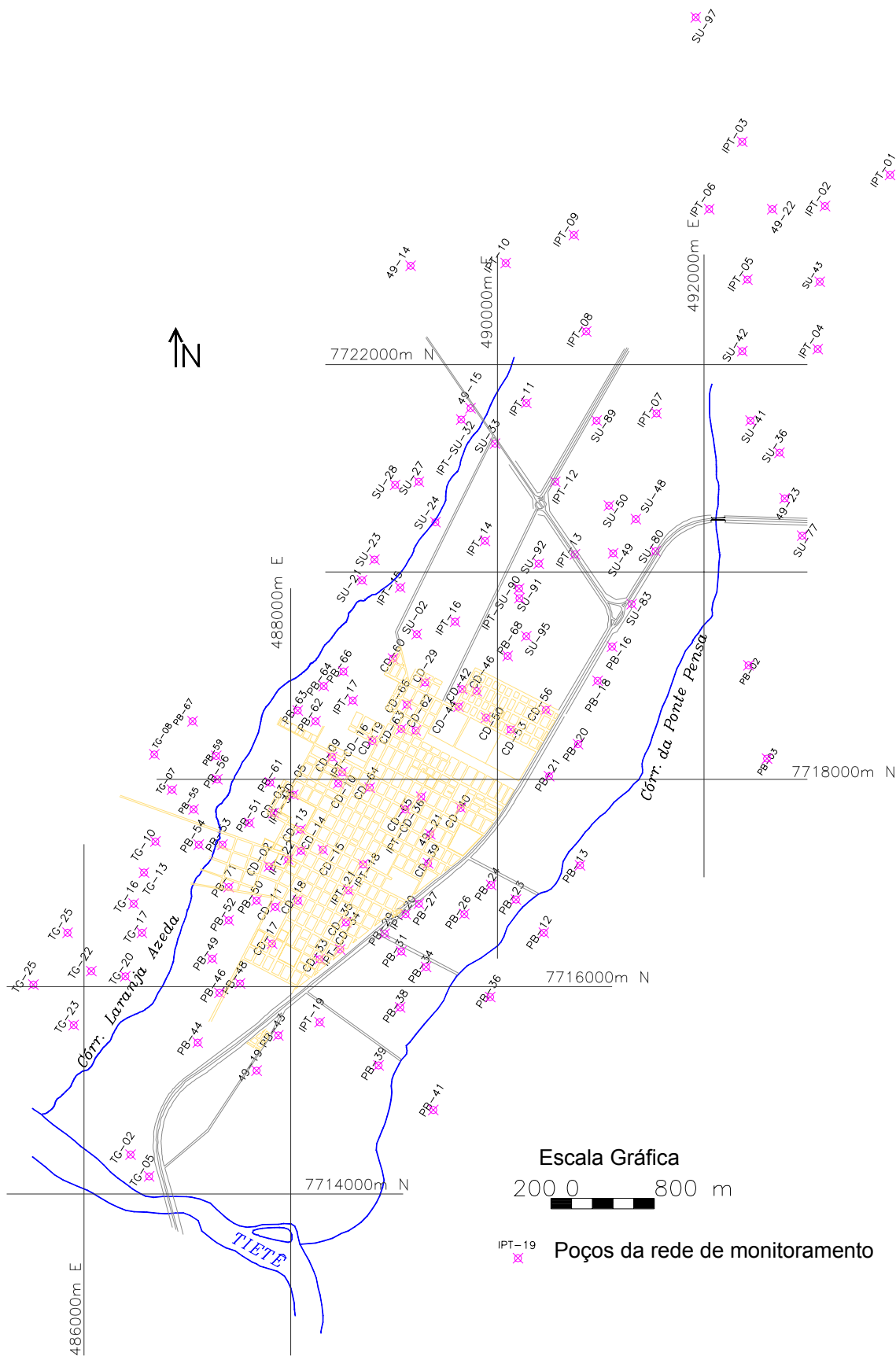


Figura 7 – Planta de localização dos pontos que compõem a base de dados.

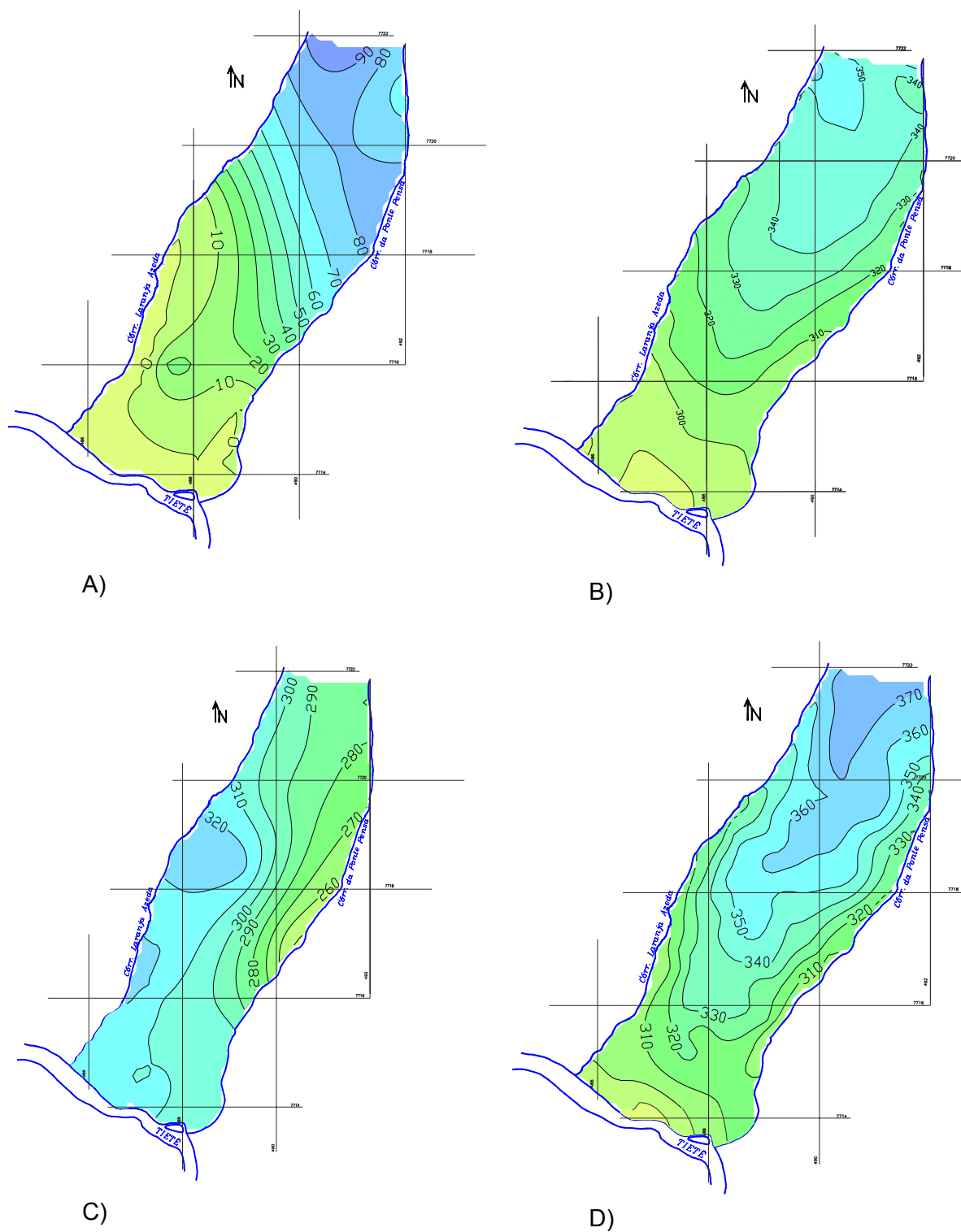
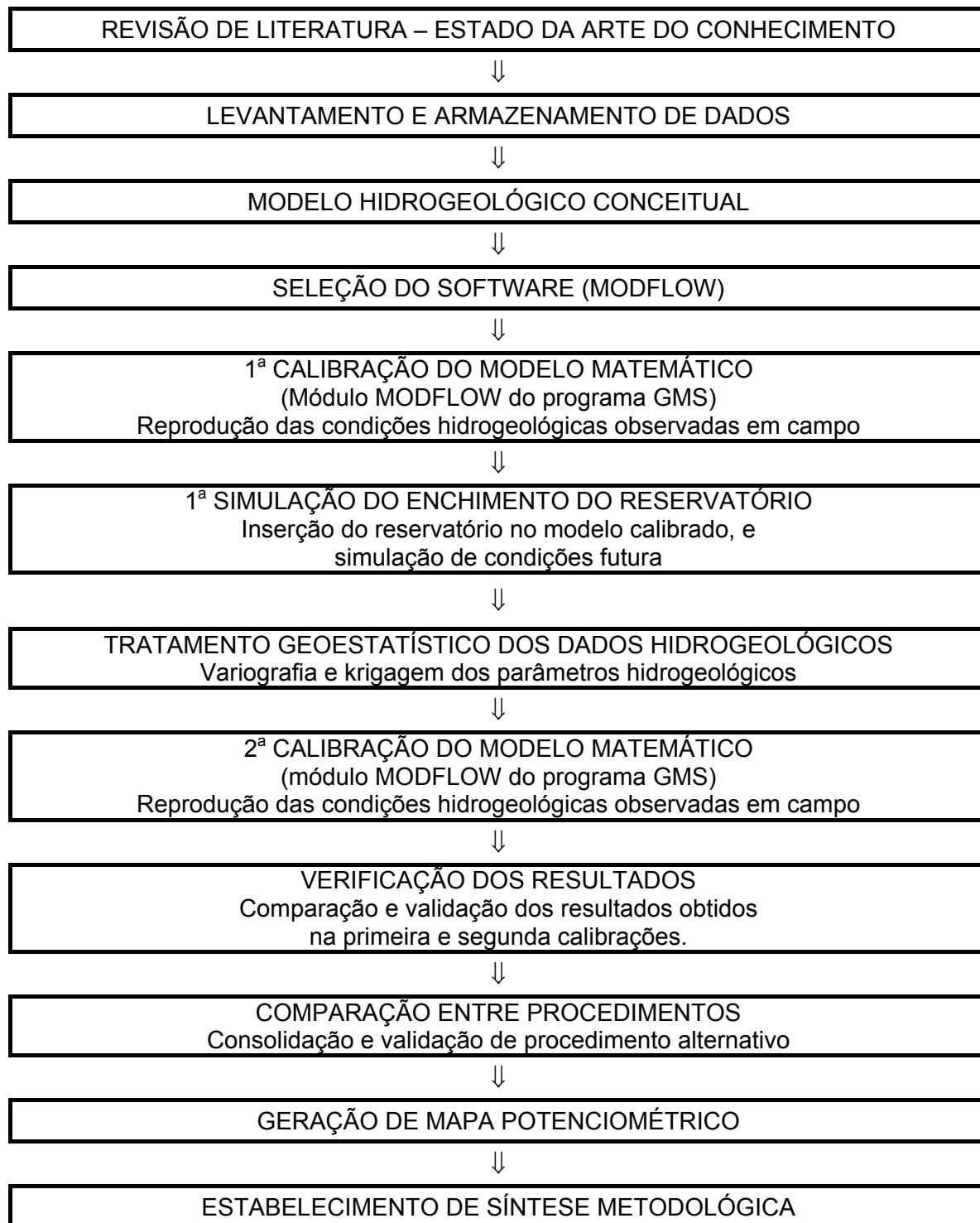


Figura 8 – A) Mapa da espessura da formação aquífera (FM), B) Mapa da superfície potenciométrica do aquífero livre (h), C) Mapa de contorno da cota do topo do basalto (TB) e D) Mapa topográfico (z) da área de estudo. Todos os mapas apresentados acima foram obtidos pela interpolação dos dados (ANEXO A) utilizando-se o método da Mínima Curvatura do software Surfer 8 da Golden Software Inc.

VI. METODOLOGIA

Apresenta-se a seguir o roteiro metodológico e uma síntese dos conceitos envolvidos nas várias atividades e fases para o desenvolvimento dos trabalhos.



Quadro 01 – Roteiro metodológico (modificado de CAVALCANTE, 2002).

6.1. DEFINIÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO

Um modelo matemático é representado pelas equações que governam o sistema (no caso do presente estudo, a equação fundamental de fluxo de água subterrânea), assim como pelas condições iniciais e de contorno.

6.1.1. Equação de fluxo da água subterrânea

Anderson e Woessner (1992) descrevem dois enfoques conceituais sobre os sistemas de águas subterrâneas: do ponto de vista do aquífero e do ponto de vista do fluxo.

O estudo do sistema do ponto de vista do aquífero tem como base o conceito de aquífero confinado, semi-confinado e livre. O aquífero semi-confinado possui como limite superior uma camada semi-confinante, sobre a qual se encontra o aquífero livre, que, por sua vez, tem como limite superior o seu nível de água. Sob esse ponto de vista, o fluxo de água subterrânea é considerado horizontal nos aquíferos e vertical através da camada semi-confinante. A condutividade hidráulica é associada à dimensão vertical, no intuito de obter valores médios do coeficiente de transmissividade do aquífero. Esse parâmetro é expresso pelo produto entre a condutividade hidráulica e a espessura saturada do aquífero.

O estudo do sistema do ponto de vista do aquífero é utilizado para simular sistemas bidimensionais ou quase-tridimensionais de fluxo, de aquíferos livres, confinados e semi-confinados. A carga hidráulica da camada semi-confinante não é calculada durante a simulação. Esta abordagem permite a utilização de modelos de uma única camada nos casos em que a simulação ocorre em fluxo permanente e o aquífero livre não é afetado pela variação da carga hidráulica do aquífero confinado.

O estudo do sistema do ponto de vista do fluxo deve apresentar, por sua vez, pelo menos três camadas: a do aquífero livre, a da camada semi-confinante e a do aquífero confinado. As cargas hidráulicas são então calculadas para cada uma delas.

O estudo do sistema do ponto de vista do fluxo permite considerar os componentes horizontal e vertical de fluxo através do sistema. A equação aplicada a modelo matemático, que governa o fluxo da água subterrânea, considerando-se um meio heterogêneo e anisotrópico, é obtida pela combinação matemática da equação de balanço de água e da lei de Darcy (ANDERSON e WOESSNER, 1992 e CLEARY, 1989).

A equação fundamental assim obtida é representada como segue (Equação 12):

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) = \frac{\partial}{\partial z} \left(K_z \frac{\partial h}{\partial z} \right) + W^*(x, y, z, t) = S_s \frac{\partial h}{\partial t} \dots\dots\dots (12)$$

Sendo,

h = carga hidráulica [L];

K_x , K_y e K_z = são valores de condutividade hidráulica ao longo dos eixos x , y e z , respectivamente [L/T];

S_s = armazenamento específico [L⁻¹]. Utilizado em equações tridimensionais. Equivalente ao volume de água liberado [L³], por unidade de volume de material poroso [L³], por unidade de decréscimo da carga hidráulica [L];

t = tempo [T]; e

$W^*(x, y, z, t)$ = termo que representa as fontes/sumidouros de água [L³T⁻¹L⁻³].

Anderson e Woessner (1992) demonstram como a equação fundamental de fluxo de água subterrânea foi derivada a partir da combinação do balanço de água e da lei de Darcy. A derivação da Equação 12 (ANDERSON e WOESSNER, 1992) inicia-se a partir de um cubo de material poroso, suficientemente grande para representar as propriedades do meio poroso, mas suficientemente pequeno para não refletir grandes mudanças na carga hidráulica. O cubo, de volume igual a $\Delta x \Delta y \Delta z$ (Figura 9), é conhecido como volume elementar representativo de um aquífero. O fluxo através do cubo é expresso em termos de volume de descarga (q), que se refere a um vetor que pode ser expresso em termos de três componentes:

$$q = q_x i_x + q_y i_y + q_z i_z \dots\dots\dots (13)$$

De acordo com a equação do balanço de água:

fluxo de saída ($q_{saída}$) – fluxo de entrada ($q_{entrada}$) = variação no armazenamento

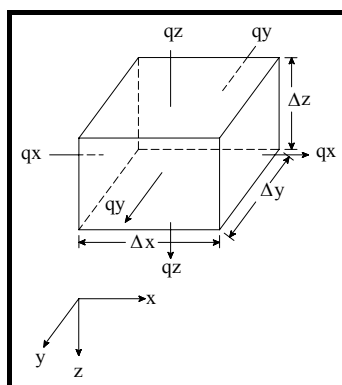


Figura 9 – Representação do volume elementar de um aquífero (FETTER, 1994).

Considerando-se os fluxos de entrada e saída nos três eixos de coordenadas e as fontes e sumidouros do sistema (W^*), tem-se:

$$\left(\frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} + \frac{\partial q_z}{\partial z} - W^* \right) \Delta x \Delta y \Delta z = \text{variação no armazenamento} \dots \dots \dots (14)$$

A variação no armazenamento é representada pelo armazenamento específico (S_s), sendo igual ao volume de água (V) liberado do armazenamento por unidade de volume do aquífero por unidade de variação da carga hidráulica (h) (Equação 15).

$$S_s = \frac{\Delta V}{\Delta h \Delta x \Delta y \Delta z} \dots \dots \dots (15)$$

Sendo:

S_s = armazenamento específico [L^{-1}]. Utilizado em equações tridimensionais;

ΔV = volume de água liberado [L^3];

Δh = unidade de decréscimo da carga hidráulica [L]; e

$\Delta x \Delta y \Delta z$ = volume de material poroso [L^3]

A variação do armazenamento no tempo é expresso através da Equação 16.

$$\frac{\Delta V}{\Delta t} - S_s \frac{\partial h}{\partial t} \Delta x \Delta y \Delta z \dots \dots \dots (16)$$

Tem-se, então:

$$\frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} + \frac{\partial q_z}{\partial z} = -s \frac{\partial h}{\partial t} + W^* \dots \dots \dots (17)$$

Pela lei de Darcy:

$$q_x = -K_x \frac{\partial h}{\partial x} \quad ; \quad q_y = -K_y \frac{\partial h}{\partial y} \quad ; \quad q_z = -K_z \frac{\partial h}{\partial z} \dots \dots \dots (18)$$

Combinando-se a lei de Darcy (Equação 18) com a equação de balanço de água (Equação 17), é obtida a equação fundamental de fluxo de água subterrânea. A Equação 19 é derivada da (Equação 12), definindo-se $\partial h / \partial z$ igual a zero, adicionando o termo de drenança e estabelecendo $b S_s = S$ e $b W^* = W$, onde b [L] é a espessura da camada aquífera.

Assim, o sistema do ponto de vista do aquífero pode ser representado pela Equação 19 (ANDERSON e WOESSNER, 1992):

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(T_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(T_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) = s \frac{\partial h}{\partial t} - R + L \dots\dots\dots (19)$$

Sendo:

H = carga hidráulica [L];

T_x e T_y = transmissividade ao longo dos eixos x e y [L^2T^{-1}];

S = coeficiente de armazenamento [adim]. Utilizado em simulações bidimensionais;

R = termo de fontes/sumidouros de água [LT^{-1}]; e

$$L = -K_z \frac{h_{origem} - h}{b'} \dots\dots\dots (20)$$

sendo:

L = drenança pela camada confinante [L/T];

K_z = condutividade hidráulica vertical [L/T];

b' = espessura da camada confinante [L];

h_{origem} = carga hidráulica no reservatório de origem [L]; e

h = carga hidráulica [L].

O termo do lado esquerdo da equação representa o fluxo horizontal através do aquífero. A utilização de T_x e T_y em derivadas parciais permite variar espacialmente o parâmetro transmissividade (considerando a heterogeneidade do sistema), enquanto que a indicação de x e y permite representar as possíveis variações da transmissividade nessas direções (no caso de meio anisotrópico).

A equação pode ser aplicada no caso de aquíferos livres, utilizando as hipóteses de Dupuit (CUSTÓDIO e LLAMAS, 1976).

Para aquíferos livres é utilizado:

$$T_x = K_x b \text{ e } T_y = K_y b \dots\dots\dots (21)$$

Sendo b [L] a espessura saturada do aquífero, determinada pelo seu nível de água.

A componente de transmissividade na direção z é desconsiderada no caso de modelos bidimensionais, que são utilizados para descrever fluxos horizontais.

No presente estudo, foi considerado um sistema bidimensional, heterogêneo e isotrópico, com os eixos do sistema de coordenadas coincidentes com o tensor de condutividade hidráulica.

6.1.1.1. Condições iniciais

A condição inicial refere-se à distribuição da carga hidráulica no domínio do modelo matemático, no início da simulação (tempo igual a zero).

6.1.1.2. Condições de contorno

As condições de contorno são aproximações matemáticas que representam as fronteiras hidráulicas ou físicas que delimitam o modelo, ou seja, especificam a carga hidráulica ou o fluxo, nos limites do sistema. Nas simulações em condição de fluxo permanente, são principalmente as condições de contorno que determinam os padrões de fluxo. No caso de fluxo transitório, a influência das condições de contorno ocorre principalmente quando o efeito transitório do estresse atinge esse limite.

De acordo com Anderson e Woessner (1992), distinguem-se dois tipos de limites: físicos, formados, por exemplo, pela presença física de rocha impermeável ou por um grande corpo de água, como lagos, lagoas ou rios; e hidráulicos, que são limites invisíveis, como no caso dos divisores de água subterrânea e córregos.

Estas condições de contorno são matematicamente classificadas em três tipos:

- limites com carga hidráulica específica (condição Dirichlet), nos quais o nível é especificado. A carga pode ser constante, como por exemplo um lago, ou variar em função do tempo e do espaço, como nos rios (CLEARY, 1989);
- limites com fluxo específico (condição Neumann), nos quais o fluxo que ocorre através do corpo é dado. Exemplifica-se aqui o fluxo nulo para divisores de água subterrânea, sendo a recarga, especificada para a primeira camada do modelo; e
- limites com o fluxo dependente da carga hidráulica (condição Cauchy ou limite misto), nos quais o fluxo é calculado com base na diferença entre a carga hidráulica especificada e a carga hidráulica calculada pelo modelo. Este tipo de condição de contorno é utilizado para definir a drenança de um corpo de água superficial.

6.1.1.3. Programa utilizado

O conjunto de rotinas utilizadas para resolver o modelo matemático no computador compõe o programa de computador. O programa de computador soluciona o conjunto de equações algébricas sendo genérico, ou seja, independe das condições de contorno e iniciais, da malha, e parâmetros especificados para cada área.

Neste trabalho, foi utilizado como modelo matemático, para a representação de um determinado sistema físico de água subterrânea, o programa tridimensional modular

MODFLOW, elaborado por McDonald e Harbaugh (1988) por meio da interface para o ambiente Windows GMS (GMS, 2001), software adquirido no âmbito do projeto FAPESP (Processo FAPESP nº 02/01973-8) para resolver o modelo matemático de forma numérica. O método numérico utilizado é o de diferenças finitas que é uma representação discretizada em um ponto, ou seja, a carga hidráulica é definida nos nós da malha (CLEARY, 1989). No presente estudo, foram definidos parâmetros para os nós centrais da malha, sendo os valores extrapolados para a respectiva área de cada célula. A malha do modelo é definida por linhas e colunas.

O sistema de equações de diferenças finitas é resolvido pelo método de iterações sucessivas, que calcula os fluxos célula a célula.

O programa apresenta-se na forma modular, com os efeitos dos vários parâmetros (tais como rios, poços, recargas, dentre outros), sobre o aquífero, sendo simulados como sub-rotinas do programa principal.

O modelo apresenta, como resultados, a distribuição das cargas hidráulicas e dos rebaixamentos ou elevações em cada célula, além dos cálculos de balanço de massa geral e de fluxo nas interfaces do aquífero com rios, lagos e drenos.

6.2. GEOESTATÍSTICA

Os conceitos apresentados a seguir foram baseados em livros e trabalhos de geoestatística como Journel e Huijbregts (1978); Isaaks e Srivastava (1989); Sturaro (1993); Calvete e Carrera (1996); Goovaerts (1997); Landim (2003); Armstrong (1998); Chilès e Delfiner (1999); Kitanidis (1999); Olea (1999); Soares (2000); Yamamoto (2001, 2002); Landim *et al.* (2002); Monteiro (2003).

O termo geoestatística acha-se consagrado como tópico especial da estatística aplicada que trata de problemas referentes às variáveis regionalizadas, as quais apresentam um comportamento espacial mostrando características intermediárias entre as variáveis verdadeiramente casuais e as totalmente determinísticas. A Geoestatística representa, portanto, uma ferramenta importante na interpolação espacial e na quantificação da incerteza para variáveis que apresentam continuidade espacial. Para o desenvolvimento da metodologia geoestatística assume-se algumas hipóteses relativas à estacionaridade da variável, seja de sua média ou de sua variância. O comportamento de uma variável pode ser estacionário para todo o fenômeno ou ocorrer somente numa zona de vizinhança bastante restrita, com os valores esperados variando de maneira regular. A medida do grau de dependência espacial entre amostras, num suporte específico, pode ser obtida usando os valores obtidos quando se assume uma ergodicidade nos incrementos.

6.2.1. Análise Exploratória

O primeiro passo para a análise geoestatística é o reconhecimento da variável, e que objetiva a identificação de possíveis valores extremos, tendências, e existência de diferentes populações. Esta análise permite a definição da estatística básica (média, mediana, moda, variância, quantis, curtose e assimetria), a identificação de agrupamentos, a correlação entre variáveis e, principalmente, uma avaliação do comportamento espacial da variável, dado pelo semivariograma.

Faz-se uso, portanto, das ferramentas da estatística descritiva para o estudo das amostras, tais como o histograma para estudo da distribuição da população, os testes de normalidade para verificar se os dados possuem uma distribuição gaussiana (normal). Além disso, gráficos de dispersão são usados para verificar a correlação de variáveis, no caso bi ou multivariado ou na tentativa de verificar a presença de tendências, além das medidas dos momentos estatísticos e outras medidas da estatística descritiva necessárias à compreensão das variáveis em estudo (média, mediana, moda, variância, desvio padrão, coeficiente de variação, assimetria, curtose, máximo, mínimo, amplitude, percentis e alcance interquartil).

6.2.2. Cálculo do Semivariograma Experimental

O semivariograma representa uma medida do grau de dependência espacial entre as amostras, e para sua construção a Geoestatística assume algumas hipóteses de estacionaridade, quais sejam:

Estacionaridade de 1ª Ordem: o comportamento da variável é o mesmo em qualquer posição em que o dado é considerado, ou seja, a distribuição não varia por translação;

Estacionaridade de 2ª Ordem: existe uma esperança $E[Z(x)] = m$, $\forall x$ e não depende de x (posição), e para cada par $\{Z(x), Z(x+h)\}$ existe covariância e depende somente da distância h ; e

Hipótese Intrínseca: existe uma esperança $E[Z(x)] = m$, $\forall x$ e não depende de x (posição), e para $\forall h$ o incremento $[Z(x)-Z(x+h)]$ tem variância finita e não depende da posição x .

Com a análise exploratória é possível estimar a dispersão das variáveis $Z(x)$ e $Z(x+h)$ em torno da 1ª bissetriz, para cada passo (distância) h (Figura 10).

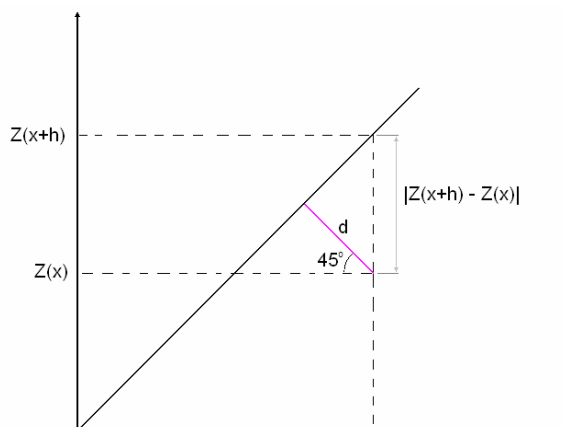


Figura 10 - Diagrama de dispersão da variável $Z(x)$ para uma determinada distancia h .

Assim, a distância entre o par e a 1ª bisettriz ($Z(x) = Z(x+h)$) pode ser medida por $d = |Z(x+h) - Z(x)| \cos 45^\circ$ e a dispersão dos pares em relação à 1ª bisettriz é:

$$d^2 = [Z(x+h) - Z(x)]^2 \times \frac{1}{2} \dots\dots\dots (22)$$

sendo $\frac{1}{2N} \sum_{i=1}^N [Z(x_i+h) - Z(x_i)]^2$ o momento de inércia para cada passo h .

O gráfico do momento de inércia, referente ao diagrama de dispersão em torno da 1ª bisettriz, para os vários passos é chamado de semivariograma ($\gamma(h)$), ou simplesmente variograma.

Para o caso 3-D dá-se o mesmo procedimento, quando a variável aleatória $Z(x)$ é correlacionada com $Z(x+h)$, i.e., a variável aleatória original plotada com a variável aleatória transladada pelo vetor h , podendo-se também obter uma nova variável $Z(x)-Z(x+h)$.

Convencionou-se utilizar vetores h progressivamente maiores e regulares (múltiplos de um certo passo inicial h , e.g., $1h, 2h, 3h, \dots$), porém, isso não é uma condição restritiva para a análise variográfica, mas é necessário que se tenha razões para assumir alguma irregularidade, devido à malha de amostragem, estruturação, agrupamento do fenômeno etc.

Como nos fenômenos naturais é difícil manter uma malha de amostragem regular, convencionou-se trabalhar com classes de passos, plotando-se o valor médio da semivariância (no eixo das ordenadas) com o valor central da classe (eixo das abscissas).

O tamanho (comprimento) da classe desse passo é definido pela tolerância do passo. Para um passo h , com tolerância de $h/2$, temos as classes de $0 \pm h/2$, $h \pm h/2$ (de $h/2$ a $3h/2$), $2h \pm h/2$ (de $3h/2$ a $5h/2$) e assim por diante. Para a primeira classe ($h/2$), como o vetor h pode ser definido em 360° , obtendo-se h quando considerados os valores em todas as direções. O gráfico com as classes de passos e os pontos centrais dos pares é chamado de variograma experimental.

6.2.3. Anisotropia

Os fenômenos naturais estudados pela Geoestatística podem apresentar comportamentos distintos para diferentes direções, este fenômeno é denominado anisotropia. Assim, pode-se definir variogramas direcionais, identificando uma maior correlação dos pares de pontos na direção leste-oeste que na direção norte-sul, por exemplo.

Para facilitar a observação de anisotropia pode-se elaborar o mapa de variogramas, que expressa o comportamento da variável, através de um gráfico de distância dos passos e a medida da média da semivariância dos pares. O ponto central do mapa de variograma indica a distância zero. Conforme se observam os valores de semivariância pela direção escolhida, do centro do mapa a um dos seus lados, considerando o ângulo formado entre o eixo vertical (norte) e a direção observada, digamos do centro para nordeste (o canto superior direito do mapa, direção N45E), tem-se uma idéia da variabilidade da variável estudada.

Apresenta-se na Figura 11 um mapa exemplo de variograma de superfície onde é possível observar que a variável possui uma maior continuidade na direção N45E que na direção N135E, pois os valores de semivariância (expresso pela paleta de cores) variam mais continuamente do centro para N45E em relação à direção N135E.

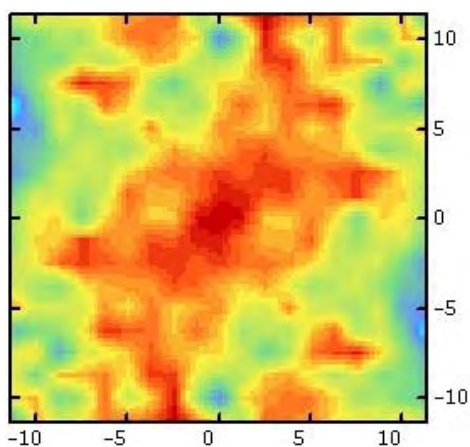


Figura 11 - Mapa de variogramas hipotético (Monteiro, 2003).

Para a construção de um variograma direcional é necessária a definição dos parâmetros: direção do variograma, tolerância angular, tamanho do passo, tolerância do passo e largura da banda (Figura 12).

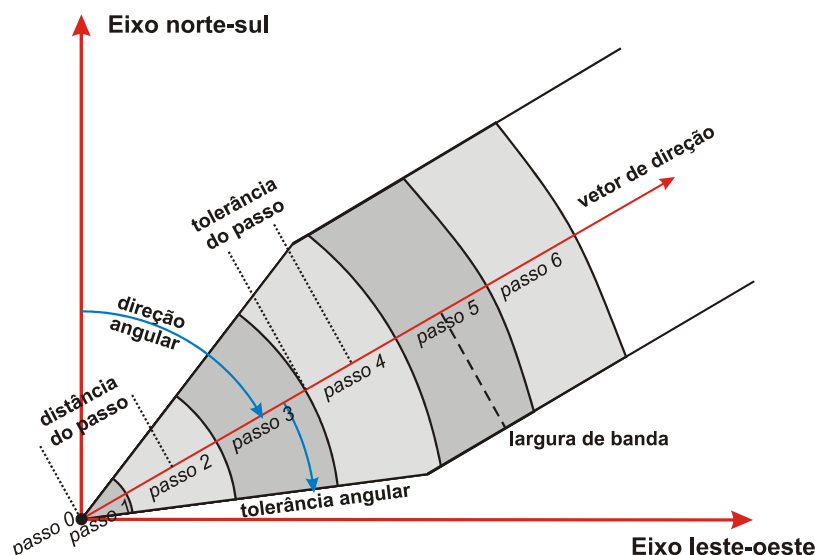


Figura 12 - Parâmetros para variograma direcional (Monteiro, 2003).

A direção do variograma diz respeito à direção em que são tomados os pares de pontos para o cálculo do variograma. Numa malha irregular há que se admitir uma tolerância angular, pois os pares podem ter um desvio em termos de seus ângulos.

O tamanho do passo é a distância entre os pontos para definição dos pares que terão a semivariância calculada. Nesse caso, também é necessária uma tolerância para que não se percam pontos. A largura de banda é uma distância que servirá para restringir o número de pontos a serem pareados.

6.2.4. Modelagem do semivariograma

A partir do variograma experimental calculado deve ser ajustado o modelo de variograma. O ajuste é dado pela estimativa dos parâmetros do variograma ao variograma experimental.

Apresenta-se a seguir os parâmetros de um variograma. Na Figura 13 o valor “a” denomina-se amplitude e corresponde à distância a partir da qual as amostras passam a ser independentes. A partir dessa distância “a” não há mais influência entre os pontos, marcando o início de uma zona de aleatoriedade, para casos em que não há tendência (deriva) e é possível definir uma variabilidade máxima para os pares de pontos.

A distância $h \leq a$ define o fenômeno de transição, caracterizado por um variograma que atinge um máximo, denominado patamar (soleira, ou sill), ou seja, o valor no qual o variograma se estabiliza no campo aleatório. Geralmente esse patamar corresponde à variância estatística dos dados, chamada de variância à priori.

O valor “ C_0 ” corresponde ao intervalo denominado variância aleatória, resulta de um erro intrínseco à medida da variável, dada pela imprecisão de um equipamento, erro de medida ou uma aleatoriedade inerente à variável. É chamado de efeito pepita e é causado por uma alta variabilidade para distâncias muito reduzidas. Tentativamente pode-se adensar

uma malha de amostragem de dados para identificar um comportamento mais contínuo, eliminar pontos de amostragem extremos ou mesmo obter uma duplicata do ponto, mas muitas vezes essa variabilidade é uma característica do processo estudado.

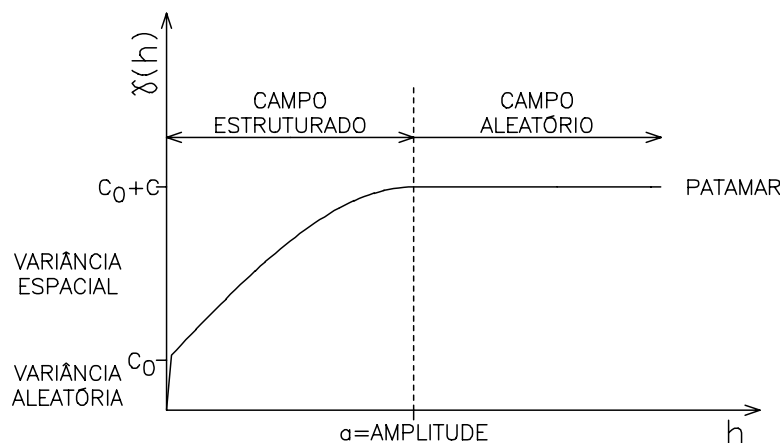


Figura 13 - Parâmetros de um variograma (YAMAMOTO, 2001).

A contribuição C é denominada de variância espacial e é dada pela diferença entre a variância a priori (patamar) e o efeito pepita. Representa as diferenças espaciais entre os valores de uma variável tomada em dois pontos separados por distâncias sucessivamente maiores.

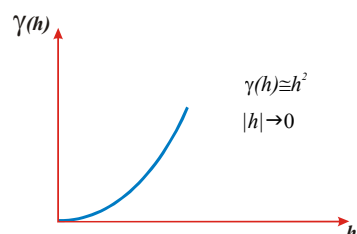
O efeito pepita relativo ($\varepsilon = C_0/C$) é uma indicação da aleatoriedade associada ao modelo (GUERRA, 1988). ROYLE (1979) criou classes de variação dessa componente na tentativa de quantificar essa aleatoriedade:

- $0 < \varepsilon < 0,15$ – componente aleatória pequena;
- $0,15 < \varepsilon < 0,30$ – componente aleatória significativa; e
- $\varepsilon > 0,30$ – componente aleatória muito significativa.

O extremo dessa situação, quando “ ε ” se aproxima do valor 1, define o modelo de efeito pepita puro, quando a covariância entre os pontos é nula. Nesse caso, a análise variográfica não se aplica (LANDIM, 2003) e a Geoestatística não fornece vantagens em relações aos outros métodos de interpolação.

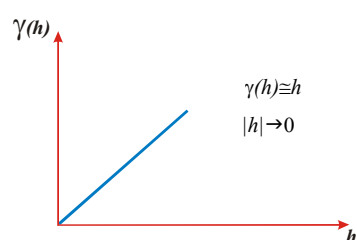
6.2.4.1. Comportamento na Origem

O comportamento do variograma na origem reflete o grau de continuidade da variável. Quanto a este comportamento podem ser descritos quatro tipos básicos, os quais estão apresentados na Figura 14.



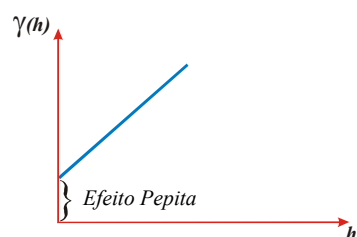
Parabólico

O comportamento parabólico na origem indica uma variável diferenciável, com grande continuidade.



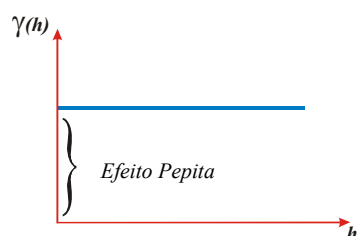
Linear

O comportamento linear é indicativo de uma variável contínua.



Efeito Pepita

Representa uma variável descontínua na origem, porém exibe ainda uma certa estruturação espacial, no caso da figura ao lado, um comportamento linear.



Efeito Pepita Puro

O Efeito Pepita Puro representa uma variável aleatória pura, com $\gamma(0)=0$ e $\gamma(h)=\sigma^2$ (variância a priori) para $h \neq 0$.

Figura 14 - Modelos de Comportamento na origem de Variogramas (MONTEIRO, 2003).

O objetivo da análise variográfica é o de ajustar um variograma teórico ao variograma experimental (Figura 15), de modo que com este modelo teórico possam ser feitas inferências em relação ao comportamento real da variável (ISAACS e SRIVASTAVA, 1989), e para prosseguir com o cálculo dos pesos de cada amostra no processo de predição de um ponto desconhecido.

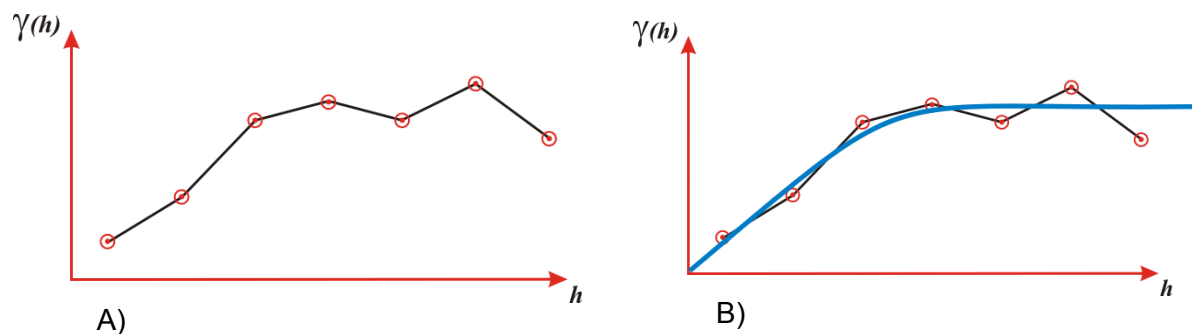


Figura 15 – A) Variograma experimental e B) Variograma com modelo ajustado (MONTEIRO, 2003).

Os modelos de variograma podem ser divididos em dois grandes grupos: com e sem patamar. Os modelos sem patamar indicam que os dados apresentam uma variância teórica infinita, não existindo uma função de covariância, expressando um fenômeno não estacionário. Nesse caso, a hipótese intrínseca é a única adequada, assumindo-se que o modelo dessa variável é a somatória de uma tendência e uma outra variável aleatória estacionária.

6.2.4.2. Modelos com patamar

É grande o número de modelos de variogramas teóricos testados. Os mais conhecidos e usados para o grupo com patamar são apresentados a seguir.

6.2.4.2.1. Modelo Esférico

O modelo esférico (Figura 16) é o mais comumente usado e é definido como:

$$\gamma(h) = \begin{cases} \frac{1}{2} \left(\frac{3h}{a} - \frac{h}{a} \right) & \text{para } h \leq a \\ 1 & \text{para } h > a \end{cases} \quad \dots\dots\dots (23)$$

Para distâncias h superiores ao alcance a ($h > a$), não há correlação entre os pares $Z(x)$ e $Z(x+h)$ e $\gamma(h)$ atinge o patamar. O alcance prático, que é a distância em que o variograma atinge o patamar, nesse modelo é igual a a . O alcance teórico é a distância em que uma linha tangente à origem corta o patamar, sendo, no modelo esférico em que o comportamento na origem é linear, igual a $2/3a$.

6.2.4.2.2. Modelo Exponencial

O modelo exponencial (Figura 16) é o mais comumente usado e é definido como:

$$\gamma(h) = 1 - e^{-\left(\frac{h}{a}\right)} \quad \dots\dots\dots (24)$$

O modelo exponencial é um modelo com patamar onde o alcance prático é assumido como 3 vezes o alcance teórico (3a), apesar de que o patamar será alcançado somente para $h=\infty$ (VALENTE, 1989). Nota-se que o patamar é uma assíntota do variograma exponencial.

6.2.4.2.3. Modelo Gaussiano

O modelo gaussiano (Figura 16) e um modelo com patamar, apresenta comportamento parabólico na origem e é definido como:

$$\gamma(h) = 1 - e^{-\left(\frac{h^2}{a^2}\right)} \dots\dots\dots (25)$$

É frequentemente adequado para fenômenos suaves, pois tem pequena variabilidade para curtas distâncias, indicada por uma tangente horizontal na origem. Tem um alcance prático de $a\sqrt{3}$. A existência de um efeito pepita nesse modelo só é admitida pela presença de erros de amostragem, uma vez que os fenômenos que seguem a esse modelo são extremamente regulares.

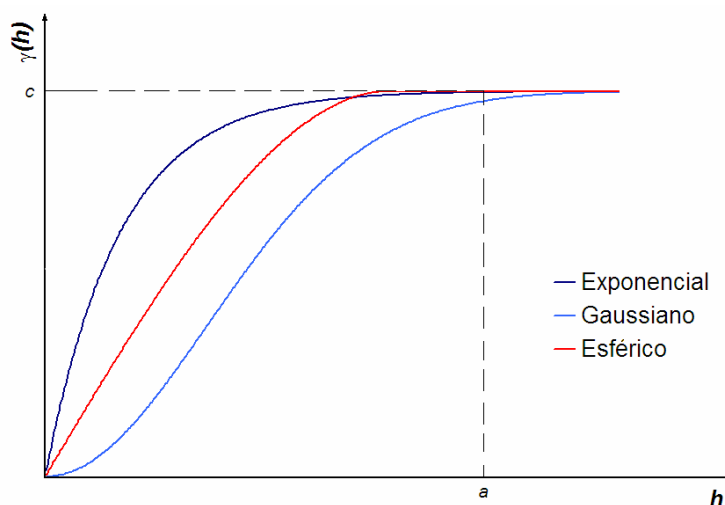


Figura 16 - Modelos de variograma com patamar.

6.2.4.3. Modelos sem patamar

Apresenta-se a seguir os modelos os variogramas teóricos testados mais conhecidos e usados para o grupo sem patamar.

6.2.4.3.1. Modelo Potencial

São todos aqueles modelos que se traduzem por equações da forma:

$$\gamma(h) = p \cdot h^\alpha \dots\dots\dots (26)$$

onde p é um coeficiente positivo ($p>0$) e α um expoente entre 0 e 2 ($0<\alpha<2$) (Figura 18).

Um caso particular do modelo potencial é o Modelo Linear, com expoente $\alpha=1$ (Figura 17). É um variograma com crescimento monotônico, refletindo uma evidente tendência (deriva) dada por um fenômeno não-estacionário.

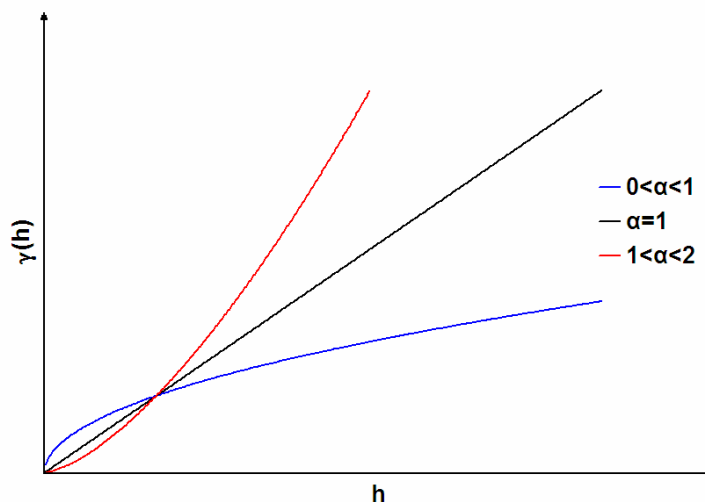


Figura 17 - Modelos de variograma sem patamar.

6.2.4.3.2. Modelo Logarítmico

O modelo logarítmico é mais comumente encontrado em aplicações da indústria mineral (VALENTE, 1989) e é definido como:

$$\gamma(h) = 3A \cdot \ln(h) \dots\dots\dots (27)$$

onde A é uma constante denominada de dispersão absoluta. O modelo torna-se linear caso se utilize o logaritmo da distância h. Sua maior aplicação é no estudo de teores de minérios de ouro e urânio.

6.2.4.4. Modelagem Variográfica

É a parte mais importante da Geoestatística, sendo o modelo variográfico ajustado assumido como representativo do comportamento real da variável.

ARMSTRONG (1984) arrola alguns problemas que podem ser observados e devem ser evitados na construção do variograma experimental e no ajuste do modelo variográfico:

- Escolha de classes de passo inadequadas, resultando em discrepâncias entre o número de pares de uma classe para outra;
- Mescla de populações distintas;
- Presença de valores irreais ou que resultem em alta assimetria na distribuição dos dados; e
- Erros de processamento e cálculo matemático no tratamento dos dados.

6.2.5. Krigagem

A krigagem é um procedimento metodológico que possui um conjunto de técnicas de geração de uma malha de pontos para interpolação ou predição de pontos não amostrados (com valor desconhecido), a partir de dados experimentais e um modelo teórico de comportamento espacial da variável. Como um interpolador linear, a krigagem é um processo de estimativa de valores de variáveis distribuídas no espaço a partir de valores adjacentes enquanto considerados como interdependentes pelo semivariograma.

6.2.5.1. Propriedades da Krigagem

Uma vez fixado o variograma que será usado de modelo, para o mesmo conjunto de dados, a estimativa por krigagem é única e os pesos são assinalados de forma a minimizar a variância do erro da estimativa. Usando um variograma de efeito pepita puro, os pesos são igualmente distribuídos, sendo que, nesse caso, a geoestatística não oferece vantagens em relação a outros métodos de interpolação.

Conforme o alcance diminui o peso torna-se mais uniformemente distribuído para pontos com distância além do alcance.

A krigagem pode gerar o que é conhecido por *screen effect*, que é a sombra dada por pontos muito próximos ao ponto a ser predito sobre pontos que estão mais afastados. Esse efeito pode gerar pesos negativos, que não são proibidos, sendo comum quando existe uma forte correlação espacial, um longo alcance ou variogramas lineares ou gaussianos (GEOVARIANCES, 1996). A adição de um efeito pepita ao modelo variográfico, por mínimo que seja, é suficiente para criar somente pesos positivos, removendo o *screen effect*.

Outra propriedade importante é a gerada pelo efeito de desagrupamento dos dados (declustering). O peso total atribuído a dois pontos de dado muito próximos não é muito maior que o valor de um dado simples. Esse dado extra, num ponto próximo a outro já existente, não melhora a variância da krigagem.

Por vezes podem-se obter ponderadores e preditores negativos no processo de krigagem. Para se evitar esses problemas existem algumas alternativas:

- Restringir a vizinhança, o que altera os pesos das amostras;
- Adicionar um efeito pepita ao variograma, o que é um procedimento paliativo e pode não ser real;
- Tomar uma amostra por setor (quadrante ou octante) no elipsóide de procura; ou
- Promover um “desagrupamento” dos pontos.

6.2.5.2. Definição de Vizinhança

Para a estimativa de um ponto não amostrado, a krigagem faz uso da correlação espacial existente entre as amostras, correlação essa expressa pela função variograma. Isto significa que somente as amostras dentro de um raio de influência serão utilizadas para a estimativa. A krigagem é, portanto, uma técnica local de estimativa. Assim, faz-se necessária a definição de uma vizinhança, ou seja, o estabelecimento de estratégias para localização e pesquisas das informações mais próximas do ponto a ser estimado.

Alguns parâmetros comumente definidos para a vizinhança são:

- Raio de procura: a máxima distância do ponto a ser estimado aos pontos de dados;
- Número de pontos a serem considerados; e
- Número de setores angulares a serem usados para se ter uma distribuição uniforme dos pontos de dados (quadrantes, octantes, etc.).

Recomendações práticas para definição da vizinhança são:

- limitar a distância máxima da vizinhança à máxima distância válida do modelo variográfico;
- não estender a distância máxima da vizinhança para além do alcance do variograma, a não ser que o dado seja regularmente espaçado e muito denso, lembrando que os dados além do alcance recebem algum peso, especialmente quando há um efeito pepita no modelo;
- escolher uma vizinhança elíptica se o variograma e/ou o dado tiverem uma configuração anisotrópica;
- preferir um setor angular para dados irregularmente distribuídos; e d) testar diferentes pontos a serem preditos e aceitar quando a variância de krigagem se estabilizar (GEOVARIANCES, 1996).

6.2.5.3. Recursos da Krigagem

A krigagem oferece o recurso da validação cruzada, que permite aferir o modelo variográfico. Este procedimento consiste na remoção de um ponto amostrado da base de dados, estimando-se nesta localização a variável de interesse, com base nos vizinhos mais próximos. Assim, pode-se verificar os erros associados entre os valores calculados e os valores reais (medidos)

Um bom modelo variográfico vai fornecer uma média zero e uma variância próxima à variância teórica (ou 1 se for padronizado). Com os valores reais $Z(x)$ e estimados $Z^*(x)$ é recomendado a plotagem de um diagrama de dispersão de $Z(x)$ por $Z^*(x)$, onde se espera

encontrar um bom ajuste à 1ª bissetriz, com um alto coeficiente de correlação (R^2), para se considerar como um bom resultado e, portanto, um bom modelo variográfico para os dados.

6.2.5.4. Técnicas de Krigagem

Existem diversas técnicas de krigagem, sendo as de usos mais comuns a Krigagem Simples (fenômeno estacionário e com média conhecida), Krigagem Ordinária (fenômeno estacionário ou quase-estacionário e média desconhecida), Krigagem Universal (caso de hipótese intrínseca, não estacionaridade) e Krigagem Indicativa (para dados binários ou com cortes).

6.2.5.4.1. Krigagem Ordinária

A Krigagem Ordinária (KO) é uma técnica de estimativa linear para uma variável regionalizada estacionária, com média desconhecida e que satisfaz a hipótese intrínseca, ou seja, tem por objetivo a estimativa de um valor desconhecido $Z^*(x_0)$ associado a um ponto, como resultado de uma combinação linear dos n valores medidos Z_i nos pontos x_i , $i = 1, n$, com a imposição de que a estimativa seja linear, não seja enviesada e que a variância seja mínima.

Por ser linear, o estimador tem a seguinte forma:

$$Z^*(x_0) = \sum \lambda_i Z_i \dots\dots\dots (28)$$

Para que o estimador $Z^*(x_0)$ não seja enviesado, deve-se garantir que:

$$E[Z(x_0) - Z^*(x_0)] = 0, \text{ o que equivale a } \sum \lambda_i = 1$$

Considerando que $Z(x_0)$ é estacionária, a variância do erro da krigagem é dada por:

$$\sigma^2 = \text{Var}\{Z(x_0) - Z^*(x_0)\} \dots\dots\dots (29)$$

Após os desenvolvimentos desta última expressão, conforme apresentado em ISAACS e SRIVASTAVA (1989), o sistema de equações de krigagem em notação matricial, escrito em termos da função semivariograma, e utilizando a técnica dos multiplicadores de Lagrange para que a variância do erro seja mínima, torna-se:

$$\begin{bmatrix} \gamma(x_1 - x_1) & \gamma(x_1 - x_2) & \dots & \gamma(x_1 - x_n) & 1 \\ \gamma(x_2 - x_1) & \gamma(x_2 - x_2) & \dots & \gamma(x_2 - x_n) & 1 \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots & \vdots \\ \gamma(x_n - x_1) & \gamma(x_n - x_2) & \dots & \gamma(x_n - x_n) & 1 \\ 1 & 1 & \dots & 1 & 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \lambda_1 \\ \lambda_2 \\ \vdots \\ \lambda_n \\ \mu \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \gamma(x_0 - x_1) \\ \gamma(x_0 - x_2) \\ \vdots \\ \gamma(x_0 - x_n) \\ 1 \end{bmatrix}$$

onde $(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n, \mu)$ são os pesos da KO e μ o multiplicador de Lagrange.

6.2.6. Krigagem Residual

A geoestatística se preocupa com o comportamento das chamadas variáveis regionalizadas e se baseia nos pressupostos ergodicidade, estacionaridade e hipótese intrínseca. Para a obtenção de um variograma, portanto, é suposto que a variável regionalizada tenha um comportamento fracamente estacionário, onde os valores esperados, assim como sua covariância espacial, sejam os mesmos por uma determinada área. Assume-se, desse modo, que os valores dentro da área de interesse não apresentem tendência que possam afetar os resultados.

Isso nem sempre acontece, pois existem situações em que a variável exibe uma variação sistemática e torna-se necessário, então, metodologia específica para a devida correção. Para equacionar tal limitação, Journel (1969) propôs o método da “krigagem universal” como solução de um problema desse tipo, apresentado pelo Centro Cartográfico da Marinha Francesa, relacionado com o mapeamento de uma superfície submarina pronunciadamente inclinada. Atualmente prefere-se o termo mais descritivo de “krigagem para um modelo com tendência” (DEUTSCH e JOURNEL, 1992). Calvete e Carrera (1990) utilizam o termo krigagem residual. Trata-se, portanto, de uma metodologia geoestatística para situações não estacionárias.

Neste procedimento é comum decompor a variável $Z(x)$ como a soma de uma deriva espacial $m(x)$, entendida como uma função determinística, e uma componente estocástica $\varepsilon(x)$ que pode ser tratada como uma função aleatória intrínseca de média nula. A hipótese fundamental da krigagem residual consiste em supor conhecida a deriva espacial $m(x)$. A partir dela se calculam os resíduos aos quais se aplicará a krigagem ordinária. A deriva espacial se estima por mínimos quadrados.

Calvete e Carrera (1990) descrevem o seguinte procedimento para a krigagem residual:

- Supor conhecida a forma da deriva espacial;
- Ajustar por mínimos quadrados a deriva $m(x)$ aos dados medidos;
- Calcular os resíduos;
- Calcular o variograma experimental e modelado dos resíduos; e
- Realizar a krigagem ordinária dos resíduos

6.2.6.1. Superfície de Tendência

Para a aplicação da krigagem residual, supõe-se conhecida a deriva espacial para o cálculo dos resíduos. Para tanto, recorre-se da análise de superfícies de tendência, que é uma técnica amplamente utilizada nas geociências, principalmente em hidrogeologia e petrologia (DAVIS, 1986).

Esta metodologia permite o reconhecimento do comportamento espacial de uma variável, expressando a tendência geral e ressaltando flutuações em torno da tendência média.

A análise de superfícies de tendência é uma técnica matemática que procura fornecer uma superfície que melhor se adapte a um dado conjunto de observações, aos quais se deseja correlacionar a distribuição de uma variável dependente em função das coordenadas x e y . A aplicação desta técnica permite a separação dos dados mapeáveis em duas componentes: uma de caráter regional, representada pela própria superfície (de característica determinística); e outra que revela as flutuações locais, representadas pelos valores residuais (de caráter probabilístico) (LANDIM, 2003; LANDIM e CORSI, 2001).

Para a aplicação desta análise é aconselhável uma coleta de dados sobre uma malha regular, utilizando-se, portanto, polinômios ortogonais e possibilitando o uso do modelo da análise das séries de Fourier. Porém, geralmente não é possível a coleta de dados orientados em geociências e ciências ambientais, imprimindo-se uma malha (rede) irregular de amostragem e fazendo-se então mister a utilização de polinômios não-ortogonais, procurando-se encaixar consecutivamente ou uma superfície linear aos dados, em seguida uma quadrática e assim por diante, sendo usual o emprego da regressão pelos mínimos quadrados como método para o ajuste da superfícies aos dados. O cálculo da superfície por polinômios não-ortogonais numa malha regular pode gerar artefatos que não refletem a realidade, principalmente em efeito de bordas dado pela ausência de dados.

Segundo Landim (2003), após o cálculo da superfície de tendência e os respectivos desvios, esta é examinada para que se verifique suas implicações geológicas. Em alguns casos, o interesse é pelo melhor ajuste aos dados e assim procura-se pelas superfícies de mais alto grau possível. Em outros, como na detecção de anomalias e neste trabalho, o que interessa são os resíduos e, para tanto, calcula-se as superfícies de baixo grau, com os respectivos mapas de resíduos, positivos e negativos.

O modelo para a superfície de tendência geral é (KRUMBEIN e GRAYBILL, 1965 *apud* SUTTERLIN e HASTINGS, 1986):

$$z_0(x,y) = z_t(x,y) + \varepsilon(x,y) \dots\dots\dots (30)$$

onde:

$z_0(x,y)$ - valor observado da variável mapeada;

$z_t(x,y)$ - valor de tendência da variável mapeada; e

$\varepsilon(x,y)$ – resíduo.

O modelo para a representação da superfície pelo método dos polinômios não ortogonais é:

$$z_t(x,y) = (a_0 + a_1.x_i + a_2.y_j + a_3.x_i^2 + a_4.x_i.y_j + a_5.y_j^2 + \dots) + \varepsilon(x,y) \dots\dots\dots (31)$$

onde $z_t(x,y)$ é a variável mapeada em função das coordenadas x e y e $\varepsilon(x,y)$ representa os resíduos, ou seja, a fonte não sistemática de variação.

Assim, a representação de uma superfície linear é dada por:

$$z_t(x,y) = (a_0 + a_1.x + a_2.y) + \varepsilon(x,y) \dots\dots\dots (32)$$

A superfície quadrática é representada por:

$$z_t(x,y) = (b_0 + b_1.x + b_2.y + b_3.x^2 + b_4.x.y + b_5.y^2) + \varepsilon(x,y) \dots\dots\dots (33)$$

e assim por diante seguem-se as superfícies de grau superior, no mesmo processo de desenvolvimento polinomial.

Esta análise já foi aplicada em diversas áreas de conhecimento, chamando aqui a atenção para a sua aplicação em hidrogeologia. STURARO e LANDIM (1988) já se utilizaram da análise de superfície de tendência em estudos espaciais sobre o nível piezométrico do aquífero Botucatu em Ribeirão Preto. BELLENZANI *et al.* (1990) aplicaram essa metodologia em dados hidrogeológicos de poços profundos de água subterrânea no município de Araraquara.

6.2.7. Cokrigagem Ordinária

A cokrigagem é um conjunto de técnicas geoestatísticas pela qual diversas variáveis regionalizadas podem ser estimadas conjuntamente com base na correlação espacial entre si. É, portanto, uma extensão multivariada do método da krigagem utilizando também os melhores estimadores lineares não-enviesados (BLUE – Best Linear Unbiased Estimator).

Uma das mais freqüentes aplicações da cokrigagem ocorre quando a amostragem é insuficiente, isto é, quando uma ou mais variáveis não são coletadas em todos os pontos de amostragem e dois dos seus objetivos são melhorar a estimativa das variáveis

subamostradas utilizando a correlação, por ventura, existente com variáveis mais densamente amostradas e promover a extrapolação de uma variável para áreas não amostradas.

Trata-se de uma poderosa ferramenta geoestatística e que vem sendo cada vez mais utilizada em diversas situações de estimação ou de modelagem, existindo diversos programas disponíveis (CARR *et al.*, 1985; YATES e YATES, 1990; MARCOTTE, 1991 e DEUTSCH e JOURNAL, 1992, YAMAMOTO, 2000, entre outros).

Landim *et al.* (1995) preocuparam-se com a verificação em que situações a cokrigagem pode ser utilizada, ou seja, qual o nível de correlação necessário para que as estimativas sejam consistentes.

Fundamental na utilização da cokrigagem é a verificação prévia da correlação existente entre as variáveis, a qual deve ser alta para que as estimativas sejam consistentes. Também deve ser notado que a melhoria de interpretação somente é significativa quando uma das variáveis tem um número extremamente reduzido de casos em relação à outra.

A solução por cálculo matricial para a cokrigagem ordinária é fornecida por:

$$\begin{matrix}
 \left[\begin{array}{cccccc}
 & & & 1 & 0 & \\
 & & & 1 & 0 & \\
 & & & 1 & 0 & \\
 & & & 0 & 1 & \\
 [C^{11}(x_{\alpha_1}, x_{\alpha_1})] & [(C^{12}(x_{\alpha_1}, y_{\alpha_2}))] & & & & \\
 [C^{11}(x_{\alpha_1}, x_{\alpha_1})] & [(C^{12}(x_{\alpha_1}, y_{\alpha_2}))] & & & & \\
 & & & 0 & 1 & \\
 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 &
 \end{array} \right]
 \times
 \begin{bmatrix}
 \lambda_1^1 \\
 \lambda_2^1 \\
 \lambda_3^1 \\
 \lambda_1^2 \\
 \lambda_2^2 \\
 \lambda_3^2 \\
 -\mu_1 \\
 -\mu_1^1
 \end{bmatrix}
 =
 \begin{bmatrix}
 [C^{11}(x_{\alpha_1}, x_{\alpha_1})] \\
 [C^{12}(x_{\alpha_1}, y_{\alpha_2})] \\
 1 \\
 0
 \end{bmatrix}
 \end{matrix}$$

$[A]$
 $[X]$
 $[B]$

onde:

$\alpha_i = 1$, n_i representam os n_i pontos para a variável Z^i e $\alpha'_i = 1, n_i$ representam os n_i pontos com deslocamento de h para a variável Z_i , onde i é o identificador da variável primária Z^1 ou secundária Z^2 .

A matriz $[A]$ é composta por:

- sub-matriz $[C^{11}(x_{\alpha_1}, x_{\alpha_1})]$ que descreve a distribuição espacial da primeira variável Z^1 ;
- sub-matriz $[C^{22}(y_{\alpha_2}, x_{\alpha_2})]$ que descreve a distribuição espacial da segunda variável Z^2 ;
- sub-matrizes $[C^{12}(x_{\alpha_1}, y_{\alpha_2})]$ e $[C^{21}(y_{\alpha_2}, x_{\alpha_1})]$ que descrevem a variabilidade cruzada das variáveis Z^1 e Z^2 consideradas em conjunto;

Os termos restantes “0” e “1” correspondem à condição de não viés para ambas as variáveis.

A matriz [A] não contém nenhuma informação sobre o ponto x_0 , objeto da estimativa. Toda a informação necessária está contida no segundo membro do sistema, o vetor [B], o qual é composto por 2 subvetores:

- sub-vetor $[C^{11}(x_0, x_{\alpha 1})]$ que depende da configuração geométrica relativa do ponto x_0 em relação aos pontos $x_{\alpha 1}$, onde Z^1 é observada;

- sub-vetor $[C^{12}(x_0, y_{\alpha 2})]$ que depende da configuração geométrica relativa do ponto x_0 em relação aos pontos $y_{\alpha 2}$, onde Z^2 é observada;

Os termos restantes 0 e 1 correspondem à condição de não viés.

A solução do sistema, ou seja, o cálculo dos coeficientes λ 's e dos multiplicadores de Lagrange μ_1 e μ_2 , expressos pela matriz [X] para diferentes pontos x_0 é obtida pela inversão de [A] e subsequente multiplicação por [B].

As equações da cokrigagem ordinária são formuladas na suposição que as variáveis primária e secundária apresentam covariâncias, com matriz positiva definitiva, para ser considerada uma matriz de covariâncias-cruzada válida. Uma maneira simples para a obtenção dessa matriz é utilizar o *modelo linear de correção regionalização*.

O modelo linear de correção regionalização fornece um método para ajustar os auto-variogramas e variogramas cruzados entre duas variáveis ou mais, de tal maneira que a variância de qualquer combinação linear possível dessas variáveis seja sempre positiva. Tal combinação usa a mesmas estruturas dos auto-variogramas e dos variogramas cruzados, mantendo o mesmo valor para o alcance.

Em termos bem simples, considerando duas variáveis, ambos os determinantes das matrizes, referentes aos valores do efeito pepita (C_0) e soleira (C), devem ser positivos, para que se possa considerar válida a aplicação da cokrigagem:

$$\begin{vmatrix} C_0U & C_0UV \\ C_0UV & C_0V \end{vmatrix} > 0 \quad \begin{vmatrix} CU & CUV \\ CUV & CV \end{vmatrix} > 0 \dots\dots\dots (34)$$

onde U e V correspondem às variáveis em estudo.

6.2.8. Simulação Estocástica

A simulação estocástica permite a incorporação e minimização de incertezas locais, subsidiando representações realísticas. Os métodos de estimativa, como a krigagem, diferem da simulação estocástica por ser o objetivo daquela fornecer uma única estimativa local, no entanto, sem respeitar a estatística espacial de todas as estimativas tomadas em seu conjunto. Assim sendo, o semivariograma do mapa estimado difere daquele utilizado do

processo de estimativa. Na simulação estocástica condicional a reprodução das características globais e estatísticas (histograma e covariância) são priorizadas em relação à acurácia local na obtenção de vários conjuntos alternativos de representações.

A krigagem, como método de estimativa mais comum, apresenta características de suavização e será menos acentuada quanto mais contínuo for o fenômeno modelado, o que pode tornar inviável o emprego da krigagem em fenômenos muito erráticos.

Existem diversos algoritmos de simulação estocástica, há também várias revisões de métodos de simulação estocástica disponíveis na literatura, citando-se DUBRULE (1989), ALABERT e MODOT (1992), DOWD (1992), DAMSLETH e HOLDEN (1994), GALLI e BEUCHER (1997), dentre outros.

Alguns algoritmos mais comuns de simulação estocástica são, segundo Deutsch e Journel (1992): métodos gaussianos (método matricial LU, seqüencial, truncado); métodos indicadores (seqüencial, co-simulação e Markov-Bayes); simulação booleana de elipses; annealing; simulação de campo-probabilidade; simulação fractal; média móvel; espectral; e bandas rotativas; entre outros.

A simulação estocástica produz cenários realísticos de uma variável de interesse, i.e., imagens que visam reproduzir a estrutura espacial e aparência da realidade, podendo ser acessada pelo variograma e histograma das imagens, onde cada imagem representa uma possível realização de uma função aleatória.

Não é possível comparar krigagem com simulação, pois os objetivos são diferentes. Na krigagem, a finalidade é a segurança na predição, pois se obtém por ela o valor mais provável (lembrando-se que na distribuição gaussiana média = mediana = moda) da variável no ponto, pela atenuação da variabilidade amostral, resultado do seu critério de minimização da variância (σ^2 krigagem < σ^2 dados). Na simulação, o compromisso é com a variabilidade amostral, por meio da reprodução do histograma e do variograma, representando um possível cenário da variável, sujeito a toda variabilidade do fenômeno, o que é predita é a função de densidade de probabilidade desse fenômeno.

Os principais objetivos da simulação são:

- representar a complexidade de um objeto de estudo;
- avaliar incertezas;
- honrar as heterogeneidades do objeto de estudo; e
- suportar cálculos não lineares.

A variância de krigagem não é um parâmetro adequado para quantificar incertezas, por não prover um intervalo de confiança seguro por dependerem somente da localização do dado e não de seus valores (YAMAMOTO, 2000). A simulação estocástica gera um espectro de possíveis realizações da função aleatória, reproduzindo a variabilidade real e podendo representar cenários otimistas e pessimistas (ou mapas de quantis) da variável,

como um caminho alternativo para modelar a realidade. As flutuações entre as realizações representam as incertezas associadas ao fenômeno. Esses cenários são equiprováveis e consistentes com os dados. A krigagem tende a ser conservadora e não prevê valores extremos porque a sua probabilidade de ocorrência é muito reduzida.

A krigagem não é apropriada para cálculos não lineares como cálculos de volumes, perímetros e análise de risco. A simulação geoestatística fornece bases muito mais confiáveis para esses cálculos.

Porém, serve lembrar que as simulações baseiam-se numa predição $Z^*(x)$, para então derivar um valor aleatório (ou ruído), sendo importante ter em mente que os métodos de predição ainda são fundamentais para a simulação.

6.2.8.1. Simulação Seqüencial Gaussiana

A Simulação Seqüencial Gaussiana (SGS) representa um dos melhores algoritmos para gerar realizações de campos Gaussianos Multivariados, onde cada variável é simulada seqüencialmente de acordo com a função de distribuição cumulativa condicionada. Esse dado condicionante consiste dos dados originais e valores anteriormente simulados na vizinhança de cada ponto a ser simulado.

Em outros termos, os pontos da malha são aleatoriamente simulados. O valor gerado para qualquer ponto dessa malha é influenciado pela vizinhança, valores dos dados originais (obtidos pela amostragem) e pontos vizinhos já simulados. Os valores simulados são os valores krigados somados de um componente aleatório. O processo de simulação é atrelado à função de distribuição que descreve os valores dos dados originais, de forma que cada simulação (cada realização de toda a malha) obedecerá à função de distribuição original (i.e., os histogramas dos dados originais e do campo simulado serão muito semelhantes). Esta técnica assume que a função de distribuição original imparcial e representativa de todo o campo será modelada/simulada. Pelo fato de considerar a função de distribuição acumulada/função de densidade de probabilidade sobre todos os pontos não amostrados e a influência dos valores vizinhos simulados, a simulação final incorpora padrões de continuidade espacial inferidos dos dados originais.

A consequência da distribuição gaussiana é a máxima entropia, desordem além do variograma, o máximo desligamento de valores extremos, a alta continuidade de valores medianos e a simétrica descontinuidade dos valores extremos altos e baixos (DEUTSCH, 1998). Entre as maiores vantagens da SGS estão (REMACRE e CARVALHO, 1998): fácil condicionamento das variáveis, manuseio automático das anisotropias e aplicabilidade para qualquer função covariância. O que inviabiliza o uso da SGS e das técnicas gaussianas em geral são casos onde seja crucial o comportamento gerado pela simulação que resulta em pequena continuidade dos valores extremos como, por exemplo, medidas de

permeabilidade (JOURNEL e DEUTSCH, 1993). Esta técnica é dita seqüencial porque repete o processo de simulação seqüencialmente para cada nó da malha de interpolação.

Seu processo pode ser assim descrito:

- Selecciona aleatoriamente um nó da malha de interpolação – x ;
 - Kriga o nó, usando dados e nós previamente simulados – $Z(x)$;
 - Obtém um valor aleatório de uma nova distribuição gaussiana – $N(0, \sigma_k^2)$;
- $$Z_s(x) = Z^*(x) + \varepsilon(x) \text{ e } \varepsilon(x) = \sigma_k \times N(0, 1); \text{ e}$$
- Inclui o novo ponto simulado ao conjunto de dados

O uso de vizinhança para a predição por krigagem permite que se faça uso de maior número de nós na SGS, por reduzir o tempo de CPU no processamento da simulação.

6.2.8.2. Anamorfose

O primeiro passo para o uso da Simulação Seqüencial Gaussiana é a transformação de uma variável de interesse com uma distribuição qualquer para uma variável de distribuição gaussiana. Esse procedimento é chamado de transformação gaussiana ou anamorfose.

Graficamente plota-se as funções de densidade acumuladas da distribuição bruta dos dados $F(z)$ e a distribuição gaussiana com média zero e variância 1, $G(y)$. Depois, traça-se uma linha de cada valor z_i de $F(z)$ até a curva densidade acumulada dos dados brutos e daí para a curva densidade acumulada da distribuição normal, rebatendo, então, o valor para o eixo das abscissas e obtendo o novo valor y_i , seguindo a distribuição de $G(y)$ (Figura 18).

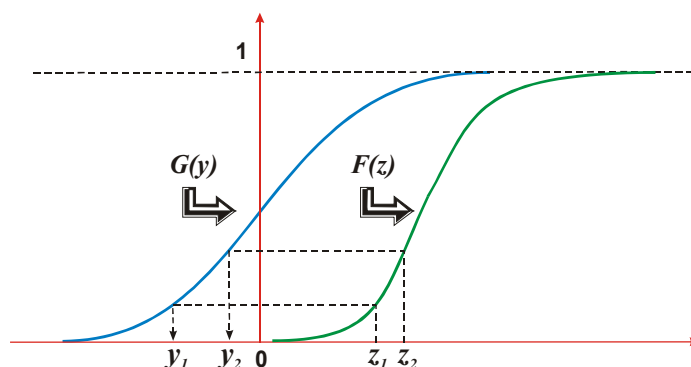


Figura 18 - Anamorfose gráfica ou experimental. $F(z)$ é uma distribuição qualquer e $G(y)$ é uma distribuição normal com média zero e variância 1 (MONTEIRO, 2003).

Desta forma, $\Pr[Z \leq z_i] = F(z_i) = G(y_i)$ ou $y = G^{-1}(F(z_i))$.

Outra forma de se realizar a transformação gaussiana é por uma interpolação polinomial (e.g. polinômios de Hermite) ou interpolação linear/potencial, armazenando-se os coeficientes para a transformação reversa (ou retro-transformação).

Essa transformação reversa é um importante passo, pois se não for feita cuidadosamente pode trazer problemas para as simulações.

Problemas outros ocorrem quando:

- Existem dados idênticos ou com valores muito próximos - quando existe alta frequência nas primeiras ou últimas classes;
- Ocorre distribuição híbrida de variável categórica e contínua - quando existem medidas abaixo do limite de detecção do equipamento ou ocorrem valores extremos; e
- Os dados encontram-se agrupados, exigindo um processo de “declusterização” dos dados.

A simulação de variáveis contínuas segue então os seguintes passos:

- Anamorfose gaussiana;
- Variografia da variável gaussiana equivalente aos dados;
- Simulação condicional (SGS); e
- Transformação reserva (back-transformation) à distribuição original.

6.3. MAPA POTENCIOMÉTRICO

Em cada ponto de um meio saturado, em condições de equilíbrio, a água se encontra em um determinado estado de energia, de modo que um piezômetro, instalado em qualquer ponto do meio registra o potencial em que se encontra a água no ponto.

A água se movimenta somente a partir da presença de um gradiente de potencial hidráulico, no sentido do maior para o menor potencial. Esse diferencial de potencial hidráulico reflete a perda de carga, ou seja, representa a dissipação de energia pela resistência do meio à passagem do fluido.

O limite entre as zonas saturada e não-saturada do aquífero define uma superfície que representa o estado de energia em que se encontra a água nesta interface, superfície essa denominada por *superfície potenciométrica do aquífero livre*. A identificação de alguns pontos desta superfície potenciométrica, permite a construção e cartografia dessa superfície por meio de linhas equipotenciais (linhas de mesmo potencial hidráulico), possibilitando o traçado de linhas de fluxo e divisores de águas subterrâneas.

VII. RESULTADOS OBTIDOS

7.1. REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

Comparações e integrações de mapas têm sido preocupação dos geólogos, pela sua utilidade na localização espacial e mesmo interpretação de qualquer banco de dados temático. Se existem, porém, diversos algoritmos à disposição para a confecção de mapas o mesmo não pode ser afirmado em relação à comparação entre mapas. Alguns trabalhos que tratam do assunto podem ser encontrados em BROWER e MERRIAM (1990, 1992) usando técnicas estatísticas; e HERZFELD e SONDERGARD (1988); HERZFELD e MERRIAM (1991) usando técnicas algébricas orientadas para uso em computador.

Um interessante enfoque foi apresentado por BOWER e MERRIAM (2001), que utilizam a análise de regressão múltipla para comparar mapas de contorno estrutural com finalidade de entender a história geológica de uma certa região. Se a variável considerada dependente for a camada mais jovem e as demais camadas as variáveis independentes, pode-se verificar qual delas teve maior influência na configuração da camada mais jovem.

Com esse raciocínio e considerando as informações disponíveis, aplicou-se a análise de regressão múltipla para avaliar quantitativamente a influência de diversas variáveis no comportamento da superfície potenciométrica de um aquífero livre (H), aqui considerada como variável dependente. As variáveis consideradas independentes foram cota do terreno (Z), base da formação aquífera ou cota do topo do basalto (TB), espessura da formação aquífera (FM), e coordenadas UTM (X e Y).

As relações entre duas variáveis, "X" considerada independente e "Y" considerada dependente, podem ser representadas num diagrama de dispersão, com os valores y_i em ordenada e os valores x_i em abscissa. Cada par de valores (x_i, y_i) fornecerá um ponto e utilizando-se, por exemplo, o método dos mínimos quadrados, pode-se calcular a equação de uma curva de tendência que melhor se ajuste à nuvem de distribuição. O método mais simples que pode ser adotado é o da análise de regressão linear simples que fornece a equação de uma reta:

$$y_i = \alpha + \beta x_i + \varepsilon_i \dots\dots\dots (35)$$

onde α e β são constantes desconhecidas a serem determinadas e ε_i representa toda fonte de variabilidade em Y não explicada por X.

Operacionalmente, neste caso, encontra-se a equação da reta para previsão dos valores y_i , a partir de x_i :

$$y_i = a + bx_i \dots\dots\dots (36)$$

onde a e b são os coeficientes que determinam, respectivamente, a intersecção e a inclinação da linha de tendência.

Não é raro, no entanto, que o termo ϵ_i seja numericamente mais importante que a explicação motivada pela variável X , significando que outras variáveis devem ser incorporadas ao modelo a fim de explicar o comportamento de Y . O modelo exige então uma “análise de regressão linear múltipla”.

A regressão múltipla é usada, portanto, para testar dependências cumulativas de uma única variável dependente em relação a diversas variáveis independentes. Cada variável é isolada e mantida constante, enquanto as variáveis restantes variam sistematicamente, sendo observados os seus efeitos sobre a variável dependente. A variável a ser inicialmente mantida constante é aquela que ocasiona a maior influência na variabilidade da variável dependente.

O modelo geral é representado por

$$y_i = \alpha_0 + \alpha_1 X_{1i} + \dots + \alpha_m X_{mi} + \epsilon_i \dots\dots\dots (37)$$

A condição inicial, como na regressão linear simples, é descrita por

$$y = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \epsilon_1 \dots\dots\dots (38)$$

onde x_1 é a variável independente, responsável pela maior variabilidade, α_0 e α_1 são os coeficientes e ϵ_1 é o erro, isto é, a variabilidade em Y não explicada pela relação linear.

A variável que em seguida, mais reduz a variabilidade do erro, é em seqüência adicionada de tal modo que:

$$y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \epsilon_2 \dots\dots\dots (39)$$

sendo b_0, b_1, b_2 calculados e $\epsilon_2 < \epsilon_1$.

$$y = c_0 + c_1 X_1 + c_2 X_2 + c_3 X_3 + \epsilon_3 \dots\dots\dots (40)$$

sendo c_0, c_1, c_2, c_3 calculados e $\epsilon_3 < \epsilon_2$.

O processo segue por etapas até que o comportamento de todas as variáveis independentes em relação à dependente seja verificado.

Os coeficientes α_i , b_i , c_i são conhecidos como parciais de regressão porque cada um deles fornece a taxa de mudança na variável dependente correspondente à respectiva variável independente, mantendo constantes as demais variáveis independentes.

A equação que representa a relação linear entre uma variável independente y_i e uma variável dependente x_i é:

$$y_i = \alpha_0 + \alpha_1 x_i \dots \dots \dots (41)$$

As equações normais que fornecem os valores de α_0 e α_1 são:

$$\sum y_i = \alpha_0 n + \alpha_1 \sum x_i \dots \dots \dots (42)$$

$$\sum x_i y_i = \alpha_0 \sum x_i + \alpha_1 \sum x_i^2 \dots \dots \dots (43)$$

As equações (41) e (42) constituem um par de equações normais de duas incógnitas, e podem ser resolvidas, para a obtenção dos coeficientes, por cálculo matricial:

$$\begin{bmatrix} \alpha_0 \\ \alpha_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} n & \sum x_i \\ \sum x_i & \sum x_i^2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \sum y_i \\ \sum x_i y_i \end{bmatrix} \dots \dots \dots (44)$$

Por extensão, a análise de regressão múltipla linear de quaisquer m variáveis independentes sobre uma variável dependente, é expressa por (37), e pode ser resolvida segundo:

$$\begin{bmatrix} n & \sum x_{1i} & \sum x_{2i} & \cdots & \sum x_{mi} \\ \sum x_{1i} & \sum x_{1i}^2 & \sum x_{1i} x_{2i} & \cdots & \sum x_{1i} x_{mi} \\ \sum x_{2i} & \sum x_{2i} x_{1i} & \sum x_{2i}^2 & \cdots & \sum x_{2i} x_{mi} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum x_{mi} & \sum x_{mi} x_{1i} & \sum x_{mi} x_{2i} & \cdots & \sum x_{mi}^2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \alpha_0 \\ \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum y_i \\ \sum x_{1i} y_i \\ \sum x_{2i} y_i \\ \vdots \\ \sum x_{mi} y_i \end{bmatrix}$$

ou

$$[A] = [X]^{-1}[Y] \dots \dots \dots (44)$$

Uma das mais importantes aplicações da análise de regressão múltipla é a escolha, entre diversas variáveis independentes, daquelas mais úteis na previsão de y .

A variância total de y é em parte “explicada” pelas diversas variáveis x 's e o restante pela variabilidade devido ao erro (ϵ_i). É claro que o termo “explicada” tem apenas um significado numérico não implicando necessariamente em um conhecimento causa-efeito sobre o porque da relação existente, o que às vezes ocorre.

Os tamanhos relativos dessas duas componentes de variância são obviamente de grande interesse quando da aplicação da análise de regressão múltipla. A proporção da

variância dos y observados “explicada” por uma equação de regressão ajustada é representada pelo coeficiente de determinação R^2 .

$$R^2 = \frac{S_{y^*}^2}{S_y^2} = \frac{\text{variância de } y \text{ explicada pela análise de regressão}}{\text{variância total}} \dots\dots\dots (45)$$

Valores de R^2 irão dispor-se no intervalo 0-1, fornecendo uma medida dimensional de quantidade do ajuste do modelo de regressão múltipla aos dados. Se o valor de R^2 for próximo da unidade (~ 1) isso significa que as diversas variáveis x 's medidas são responsáveis quase que totalmente pela variabilidade de y . Caso contrario, R^2 apresentará valor próximo a zero. Como os coeficientes de regressão são parciais, devem ser obtidas as porcentagens explicadas da soma de quadrados de y segundo $2k - 1$ combinações, onde k é o número de variáveis independentes. Finalmente, verifica-se a contribuição pura de cada variável independente por comparações sucessivas entre os diversos resultados.

Outra maneira para a ordenação das variáveis pela sua importância na previsão da variável dependente é a padronização dos coeficientes de regressão parciais, convertendo-os em unidades de desvio padrão (B_k), (LI, 1994):

$$B_k = b_k \frac{S_k}{S_Y} \dots\dots\dots (46)$$

onde b_k é o coeficiente de regressão parcial, S_k é o desvio padrão da k ésima variável e S_Y é o desvio padrão de Y .

Pela comparação direta dos B_k , determinam-se as variáveis mais eficientes. Apresenta-se na Tabela 4 os resultados dos tratamentos realizados.

Tabela 4 – Equações e coeficientes de determinação (R^2) resultantes da aplicação da regressão linear múltipla aos dados.

Variável / Equação	(R^2)
Topografia H = 91.568 + 0.694*Z (m)	0,842
Topografia / Coordenada Y H = - 49490.061 + 6.454E-03*Y (m)	0,881
Topografia / Coordenada Y / Coordenada X H = - 15369.721 + 0.503*Z (m) + 1.941E-03*Y (m) + 1.114E-03*X (m)	0,890
Topografia / Coordenada Y / Coordenada X / Espessura da Formação H = - 16597.215 + 0.493*Z (m) + 2.098E-03*Y (m) + 1.148E-03*X (m) - 8.751E-03*FM (m)	0,890
Topografia / Coordenada Y / Coordenada X / Espessura da Formação / Topo Basalto H = - 16687.963 + 0.588*Z (m) + 2.110E-03*Y (m) + 1.146E-03*X (m) - 9.567E-02*TB (m) - 0.105*FM (m)	0,890

Com estes resultados estabelece-se a contribuição percentual de cada variável na variabilidade da variável dependente (Tabela 5).

Tabela 5 – Contribuição percentual de cada variável na variabilidade da variável dependente H (Superfície potenciométrica do aquífero livre).

Variável	Contribuição
Topografia (Z).....	84,2% (0,842)
Topografia Z/Coord Y.....	3,9% (0,881 – 0,842)
Topografia Z/Coord Y/Coord X.....	0,9% (0,890 – 0,881)
Topografia Z/Coord Y/Coord X/Espessura FM.....	0,0% (0,890 – 0,890)
Topografia Z/Coord Y/Coord X/Espessura FM/Topo Basalto.....	0,0% (0,890 – 0,890)

Observa-se que a variável Z (topografia do terreno) é a que melhor explica a variação de H (superfície potenciométrica), ou seja, 84,2% da variabilidade da superfície potenciométrica é devido a esta variável, indicando uma forte relação funcional entre estas duas variáveis, podendo-se, assim, a partir da topografia do terreno, através da equação de regressão obtida, se fazer uma boa aproximação da “topografia” da superfície potenciométrica do aquífero livre.

Os resultados encontrados confirmam quantitativamente que a superfície potenciométrica do aquífero livre se comporta, em linhas gerais, como a superfície topográfica do terreno.

Observa-se, no entanto, que apesar da excelente correlação obtida no processo de comparação entre o mapa potenciométrico e o mapa topográfico, a variável Superfície Potenciométrica não é totalmente explicada pela variável Topografia do Terreno, ou seja existem outros fatores que condicionam também essas variações.

Ainda, considerando a excelente correlação obtida, conclui-se que a técnica das regressões múltiplas se mostra como uma ferramenta poderosa na comparação de mapas, estabelecendo, a partir dela, equações representativas para geração de dados em locais com poucas informações.

7.2. MODELO NUMÉRICO

O modelo numérico de fluxo subterrâneo baseia-se na definição de um modelo hidrogeológico conceitual para a área em estudo. Os procedimentos metodológicos adotados no estabelecimento deste modelo são sumariados a seguir.

7.2.1. Modelo utilizado

A simulação dos fluxos subterrâneos foi executada utilizando-se o modelo numérico tridimensional modular MODFLOW, elaborado por McDONALD e HARBAUGH (1988), e sua interface para o ambiente Windows GMS (GMS, 2001).

O movimento tridimensional da água subterrânea em condições permanente, através de um meio poroso pode ser descrito matematicamente pela equação:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_{xx} \frac{dh}{dx} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_{yy} \frac{dh}{dy} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{zz} \frac{dh}{dz} \right) - W = 0 \dots\dots\dots (47)$$

onde

x, y, e z – são coordenadas cartesianas alinhadas com os eixos principais da condutividade hidráulica K_{xx} , K_{yy} , e K_{zz} ;

h – potencial hidráulico (L);

W – fluxo volumétrico por unidade de volume - fontes/sumidouros de água (T^{-1});

T – tempo (T); e

K – condutividade hidráulica (LT^{-1}).

Neste modelo, a resolução da equação diferencial de fluxo (equação acima) é efetuada utilizando-se o método matemático de discretização do meio aquífero em uma malha de blocos centrados de diferenças finitas. Este sistema de equações de diferenças finitas é, então, resolvido através do método de iterações sucessivas.

O método de resolução calcula os fluxos célula a célula, permitindo a aplicação do modelo em meios porosos, elásticos, heterogêneos e anisotrópicos, em regime de fluxo permanente ou transitório. Podem ser simulados aquíferos livres, confinados, semi-confinados e ainda livres com confinamento local ou temporário.

O programa apresenta-se na forma modular em que os efeitos de cada parâmetro sobre o aquífero, tais como rios, poços, recargas etc., é simulado como sub-rotinas do programa principal.

O modelo apresenta, como resultados, a distribuição das cargas hidráulicas e dos rebaixamentos ou elevações em cada célula, além do cálculo do balanço de massa geral e de fluxo nas interfaces do aquífero com rios, lagos, drenos, contornos, etc.

O propósito da utilização desta modelagem é testar hipóteses conceituais relativamente ao movimento das águas subterrâneas, e estimar os efeitos hidrogeológicos.

7.2.2. Malha e Limites Adotados

A área objeto deste estudo compreende a região urbana do município de Pereira Barreto, SP, com cotas topográficas acima da cota do reservatório (cota 328 m), situada no interior de um polígono delimitado a norte pelo divisor de águas superficiais e subterrâneas

entre as bacias do rio Tietê e São José dos Dourados, a sul pelo rio Tietê, a leste pelo córrego Ponte Pensa, e a oeste pelo córrego Laranja Azeda. Para a concepção do modelo, a área de estudo foi ampliada e discretizada em uma malha quadrada regularmente espaçada (100 metros), constituída por 78 linhas e 105 colunas, conforme apresentado na Figura 19 e com limites estabelecidos com base nas interações previstas entre o sistema hidrogeológico e hidrológico local, quais sejam: a) NORTE: divisor de águas superficiais e subterrâneas entre as bacias do rio Tietê (a sul) e São José dos Dourados (a norte); b) SUL: rio Tietê; e c) LESTE e OESTE: divisor de águas superficiais e subterrâneas entre as bacias dos córregos Ponte Pensa e Santista (a leste) e córregos Laranja Azeda e Pederneiras (a oeste).

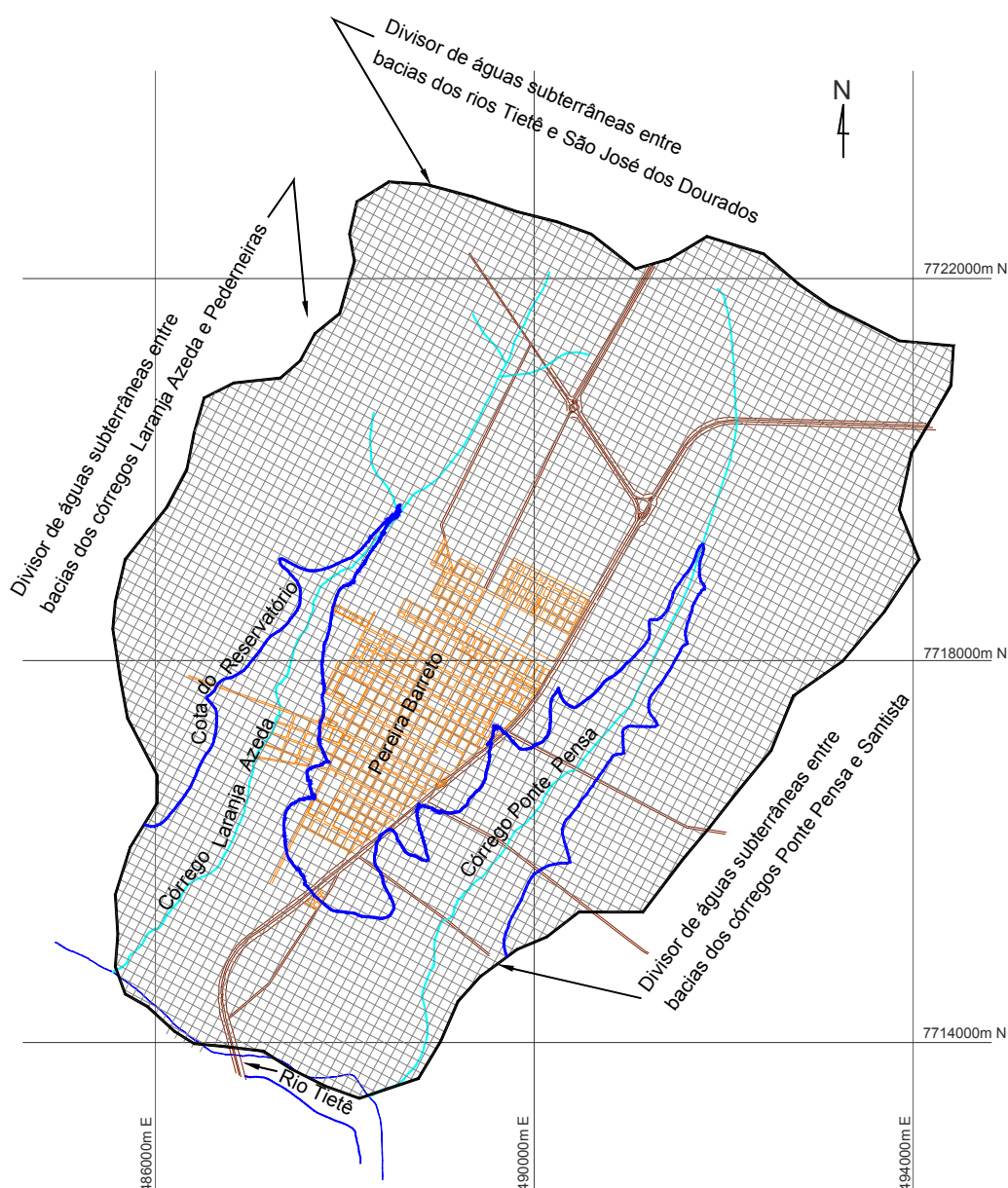


Figura 19 – Limites e malha adotada para a aplicação do modelo numérico.

7.3. PRIMEIRA SIMULAÇÃO

A aplicação do modelo exige uma série de dados básicos, a partir dos quais são discretizados valores para a malha adotada (Figura 20). Tais dados compõem-se de: cotas do terreno, cota da base do aquífero, aqui considerada como a cota 250 m, cota da superfície potenciométrica do aquífero livre nos pontos de observação em abril-88, representando a superfície de equilíbrio pré-enchimento a ser atingida na calibração, coeficiente de armazenamento e recarga. A evapotranspiração não foi individualizada, isto é, está considerada no cálculo da recarga.

A discretização da carga hidráulica vigente em abril de 1988, adotada como representativa das condições de equilíbrio para o aquífero, servirá como alvo para a calibração a ser executada. Para a obtenção do melhor ajuste entre as cargas hidráulicas obtidas na calibração e as observadas no campo, a condutividade hidráulica foi calculada para a área em estudo, por meio da técnica denominada de *problema inverso*, que a partir das condições de contorno e dados de entrada, calcula, para cada uma das células, o valor da permeabilidade, que minimiza os erros residuais entre os valores das potenciométricas calculadas e observadas, sempre, no entanto, respeitando os valores limites de permeabilidade obtidos na área.

Como suporte a esse procedimento, considera-se a compreensão de que a condutividade hidráulica não é representada por um valor pontual, mas sim um valor médio para uma área, sugerindo-se que a condutividade deva variar dentro de determinados limites.

O coeficiente de armazenamento e a porosidade do aquífero foram assumidos como constantes para toda a área analisada.

7.3.1. Condições de Aplicação

Para a definição das condições de contorno e aplicação do modelo, a malha estabelecida e discretizada, conforme anteriormente apresentada, será limitada através da inserção de condições de fluxo e carga hidráulica de acordo com as inter-relações vigentes e previstas entre o meio hidrogeológico natural e o reservatório, considerando o enchimento instantâneo do reservatório. Nesta malha, as condições limites para cada nó são como abaixo apresentadas:

0	Fluxo nulo \Rightarrow nó inativo
1	Carga variável \Rightarrow nó ativo
-1	Carga constante \Rightarrow nó ativo

Os limites de carga constante (-1) no modelo representam a área ocupada pelo reservatório de Três Irmãos.

7.3.2. Condições de Simulação

A concepção final do modelo foi estruturada com base nos resultados obtidos em pré-simulação, executada em condições transitórias com reservatório sobre a base de dados calibrada.

A base dos dados de entrada, constou de parâmetros relativos às características hidráulicas do sistema aquífero (cargas hidráulicas, condutividade hidráulica, geometria do aquífero, coeficiente de armazenamento, condutância etc.), características locais do meio físico (topografia, taxa de recarga etc.) e critérios físicos (erro para fechamento, tempo de simulação, e período de simulação, aqui considerado como 10 anos), e será aplicada para a simulação em condições de aquífero livre, isotrópico, heterogêneo, com drenança pela base do reservatório, com recarga.

Para as condições vigentes na área, foram assumidas as distribuições de cargas hidráulicas e profundidades do nível d'água medidas em abril de 1988 (ANEXO A, e Figuras 20 e 21), que representam condições permanentes para a área.

No contexto local, a Figura 21 representa a profundidade do nível d'água subterrânea em condições de pré enchimento do reservatório.

O reservatório foi sobreimposto a esta condição, com carga constante situada na cota 328 m (cota máxima de operação), considerando drenança por toda a base do reservatório na área simulada e enchimento instantâneo, com t_0 (tempo inicial) relativo a agosto/1990.

Tendo em vista a baixa taxa de exploração de água subterrânea do aquífero livre na área, as variações da superfície potenciométrica, pré e pós-simulação, serão consideradas apenas como induzidas pelas variações sazonais e pelas condições de fluxo imposto pela recarga do reservatório para o aquífero.

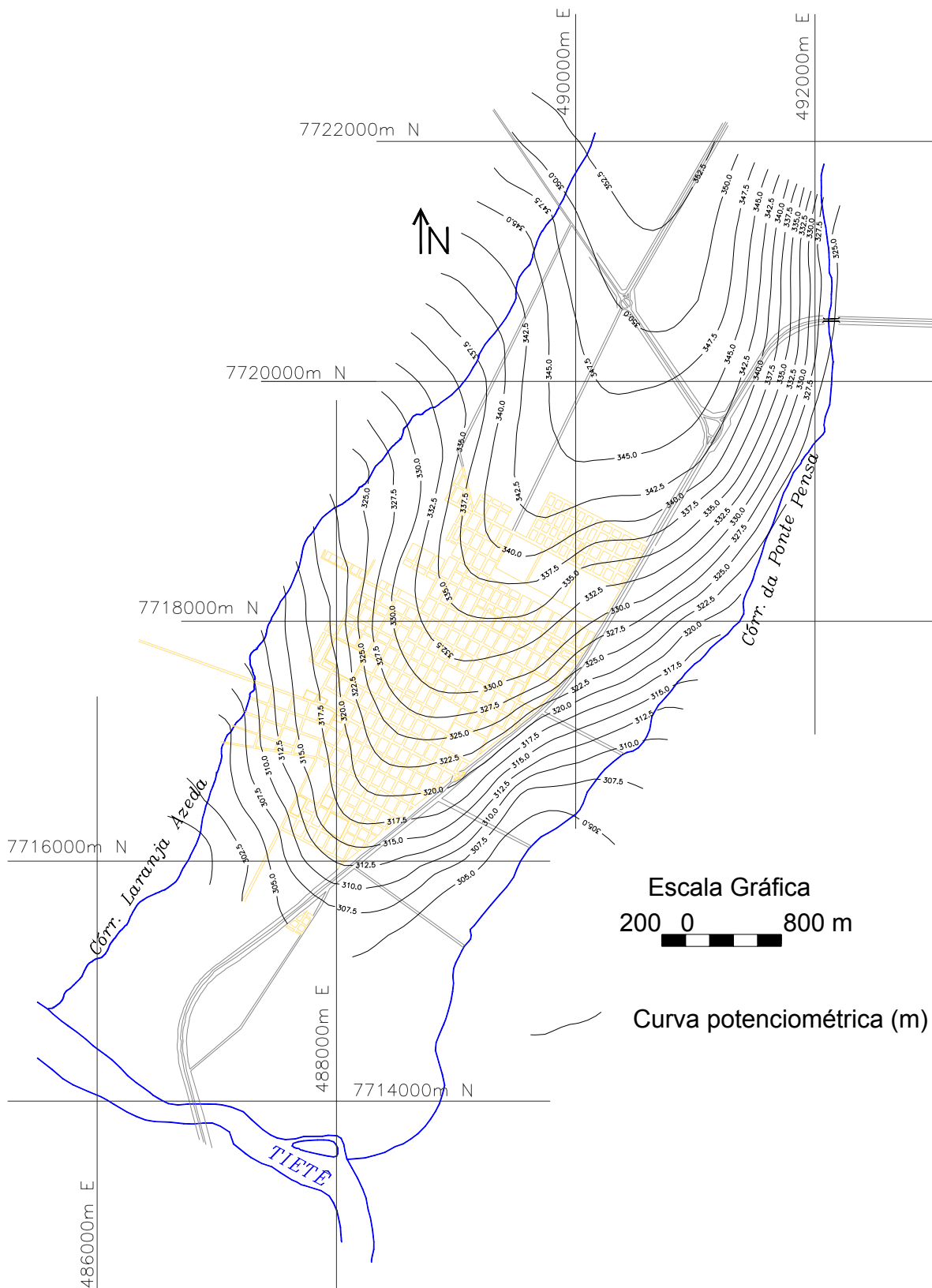


Figura 20 – Mapa potenciométrico inicial –Agosto/1990.

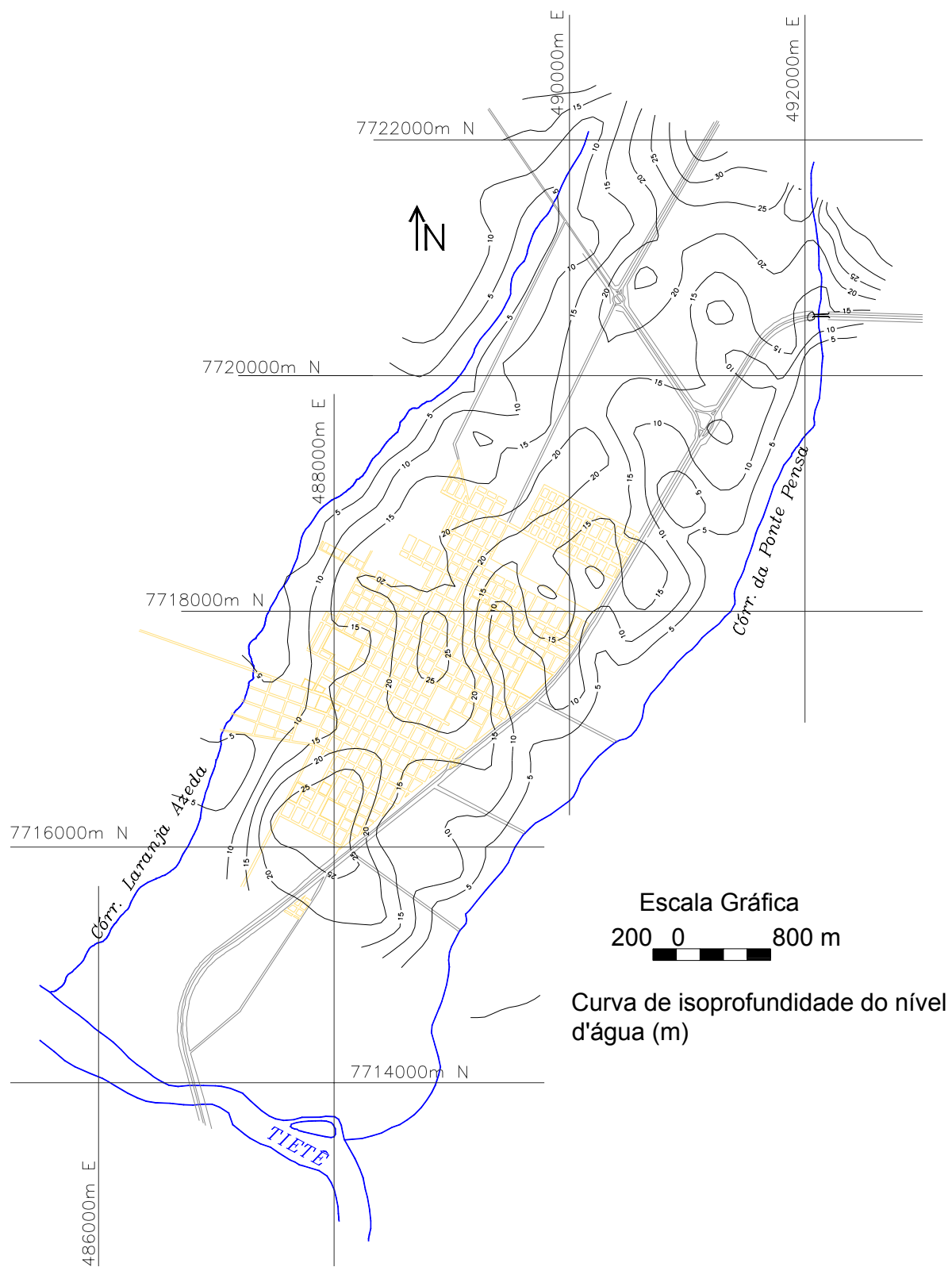


Figura 21 – Mapa de profundidade do nível d'água inicial – Agosto/1990.

7.3.3. Resultados da 1ª Simulação

A simulação da evolução das elevações da superfície potenciométrica do aquífero livre, induzida pelo enchimento do reservatório de Três Irmãos, representa três fases distintas no contexto das alterações do meio hidrogeológico natural local. Na fase inicial, o fluxo subterrâneo ocorre exclusivamente no sentido do reservatório para o aquífero, passando por uma fase intermediária, em que os fluxos subterrâneos se dão ora no rumo do aquífero, ora no rumo do reservatório, e na fase final ocorrendo a retomada das condições originais com a água subterrânea migrando exclusivamente rumo ao reservatório, com o estabelecimento das condições de equilíbrio do sistema hidrogeológico local.

Nesta fase foram simuladas as modificações induzidas na superfície do aquífero livre, em regime de fluxo permanente, com imposição do reservatório na cota 328 m, para um tempo longo (10 anos). Apresenta-se nas Figuras 22 e 23 os resultados da simulação. Conforme pode ser observado nestas figuras, após 10 anos de imposição do reservatório, o fluxo subterrâneo se desenvolve exclusivamente na direção do reservatório, e as superfícies potenciométricas induzida (Figura 22) e natural (Figura 20) apresentam semelhança na configuração das equipotenciais, evidenciando que foi atingida a fase de estabilização.

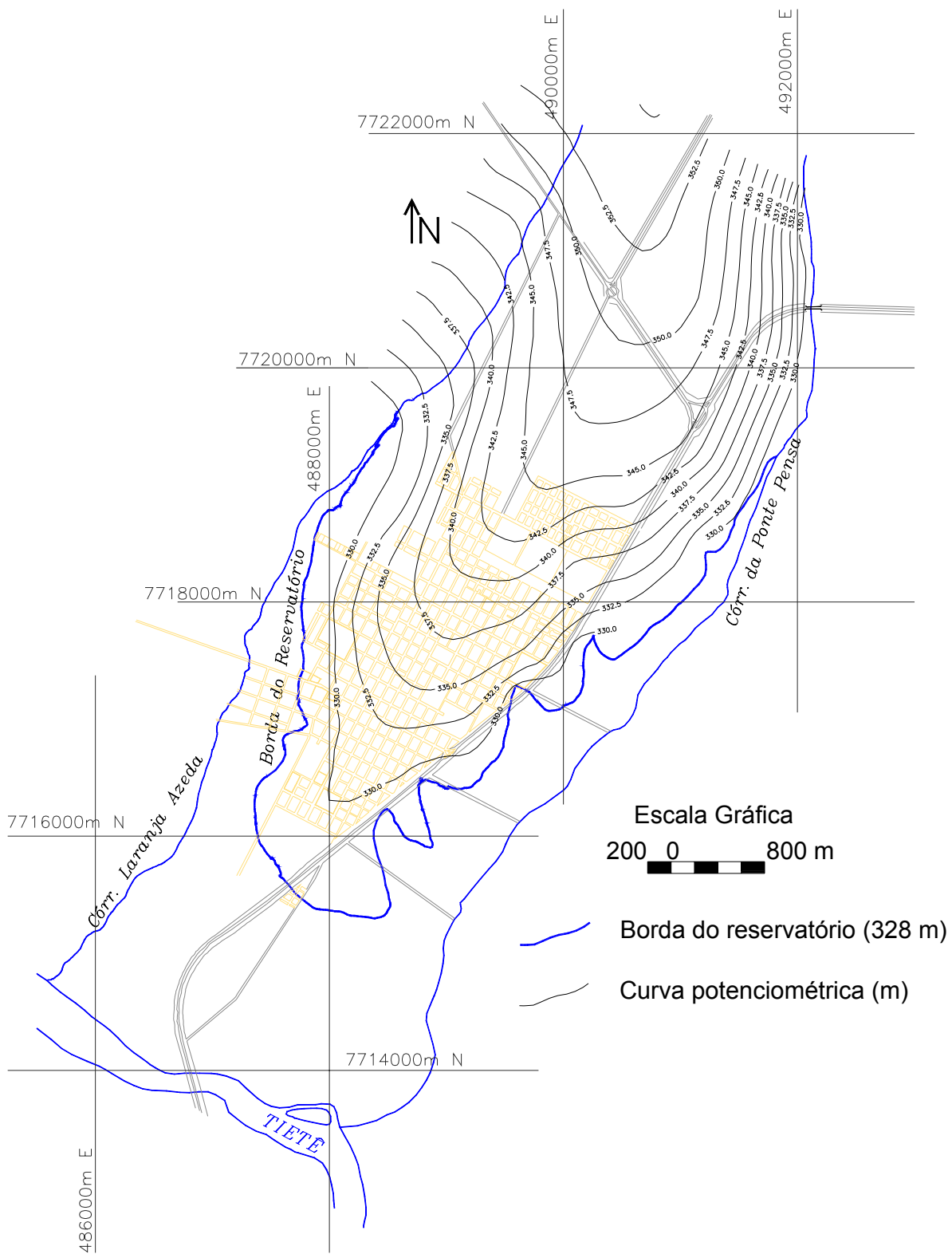


Figura 22 – Potenciomtria final modelada (Agosto/2000).

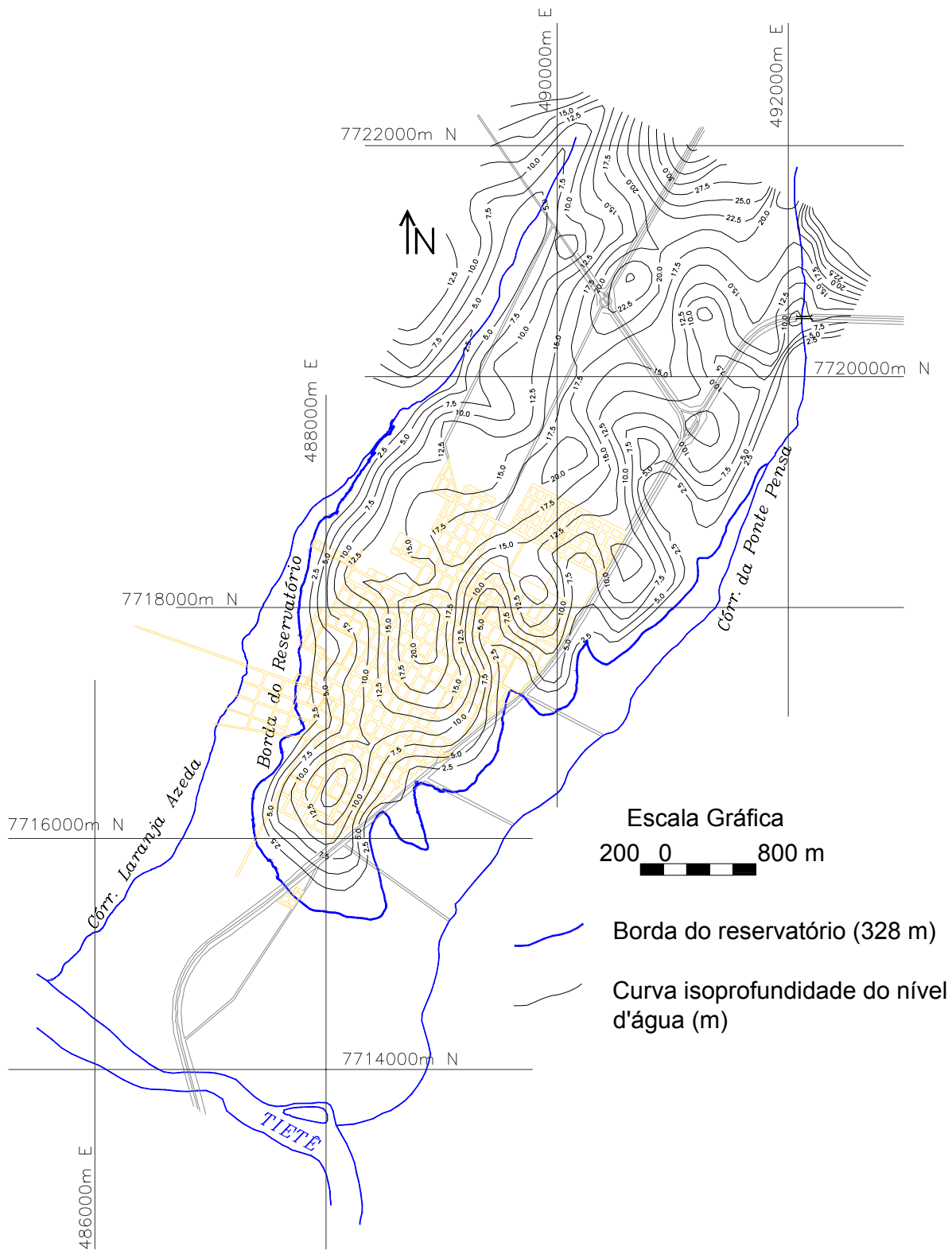


Figura 23 – Profundidade final modelada do nível d'água (Agosto/2000).

7.4. TRATAMENTO GEOESTATÍSTICO

A área de estudo compreende a vertente sul de uma colina ampla de topo aplainado sobre a qual se instalou a cidade de Pereira Barreto. Corresponde a uma área de aproximadamente 27 km², circunscrita por um retângulo com largura da ordem de 3,2 km e comprimento da ordem de 8,8 km.

Para os tratamentos geoestatísticos das propriedades potenciométrica e topográfica coletadas na área foi utilizado o Sistema GeoVisual, ver 2.1, desenvolvido por Yamamoto (2002). Apresenta-se nas Figura 24 e 25 as estatísticas para a variável potenciométrica (ANEXO A).

Como pode ser observado nas figuras 24 e 25, a potenciométrica apresenta assimetria levemente positiva (com cauda à direita), e valores de média e mediana bem próximos (323,498 e 320,000 respectivamente) denotando comportamento próximo a uma distribuição normal. Corroborando este comportamento, a curva acumulada de probabilidade aritmética se aproxima de uma reta, o que também indica uma distribuição próxima à distribuição normal (gaussiana).

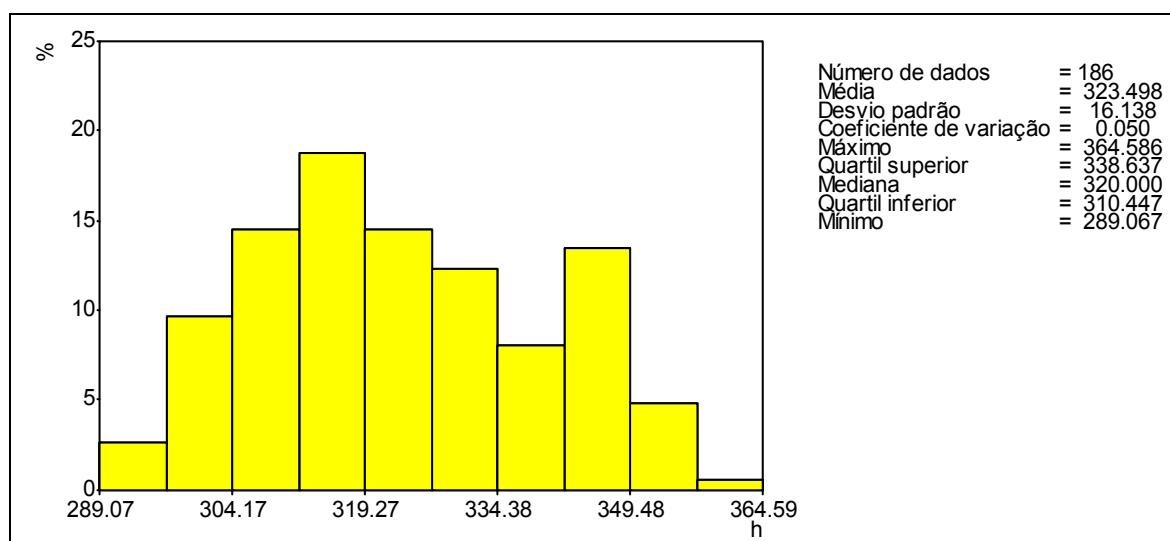


Figura 24 - Histograma da variável potenciométrica (cota do nível d'água) pela rotina STATBASE do Sistema GeoVisual.

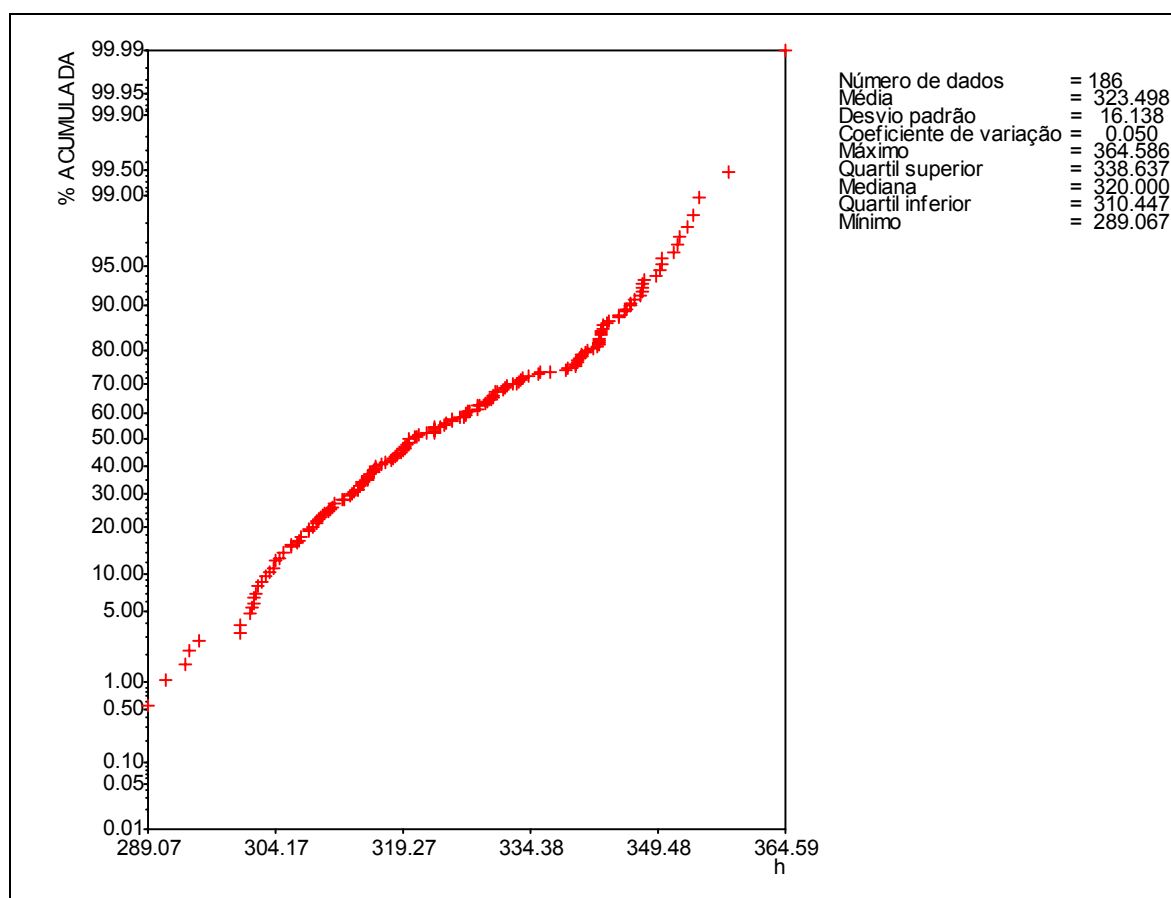


Figura 25 - Curva acumulada em escala de probabilidade aritmética para os dados de potenciometria (cota do nível d'água) pela rotina STATBASE do Sistema GeoVisual.

A área em estudo apresenta uma quantidade muito grande de informações topográficas resultantes de levantamentos específicos realizados. Para os tratamentos geoestatísticos realizados utilizou-se de uma base de 2609 pontos topográficos, isto é, pontos cotados (Figura 26).

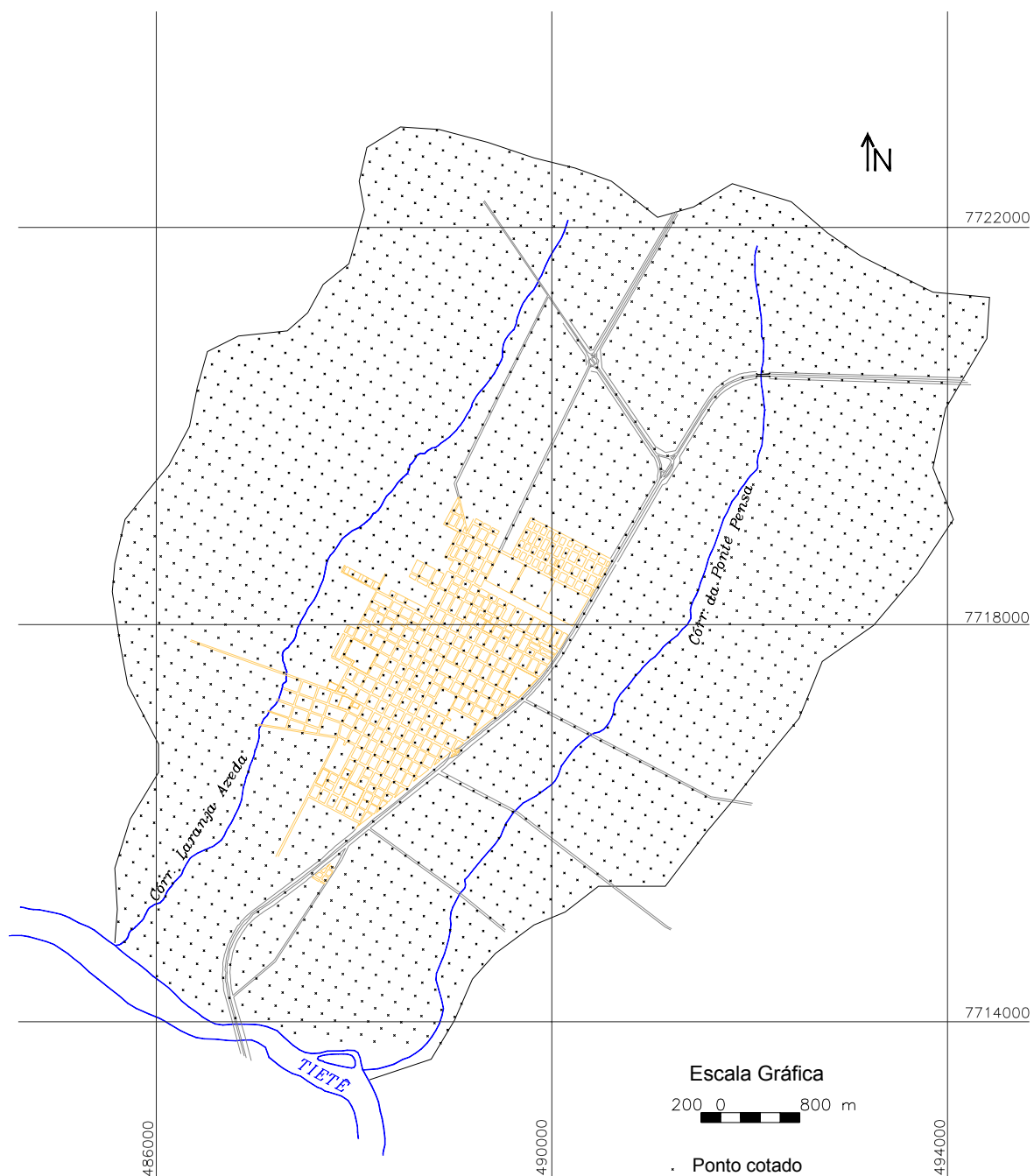


Figura 26 - Planta de localização dos pontos cotados utilizados nos tratamentos geostatísticos.

Apresenta-se nas figuras 27 e 28 as estatísticas para essa variável.

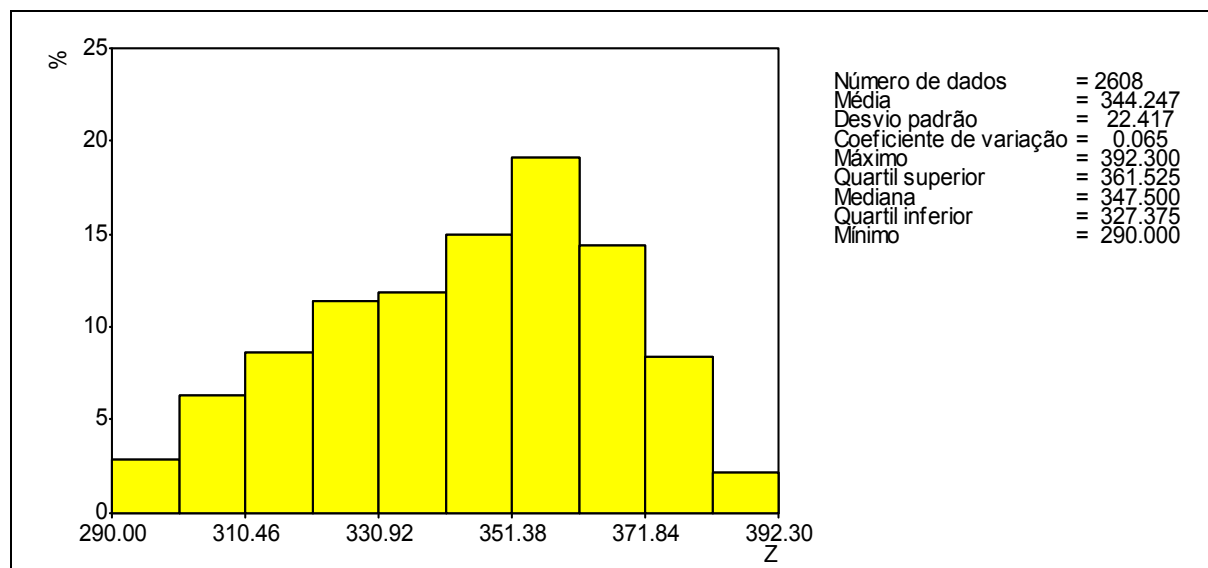


Figura 27 – Histograma da topografia do terreno pela rotina STATBASE do Sistema GeoVisual.

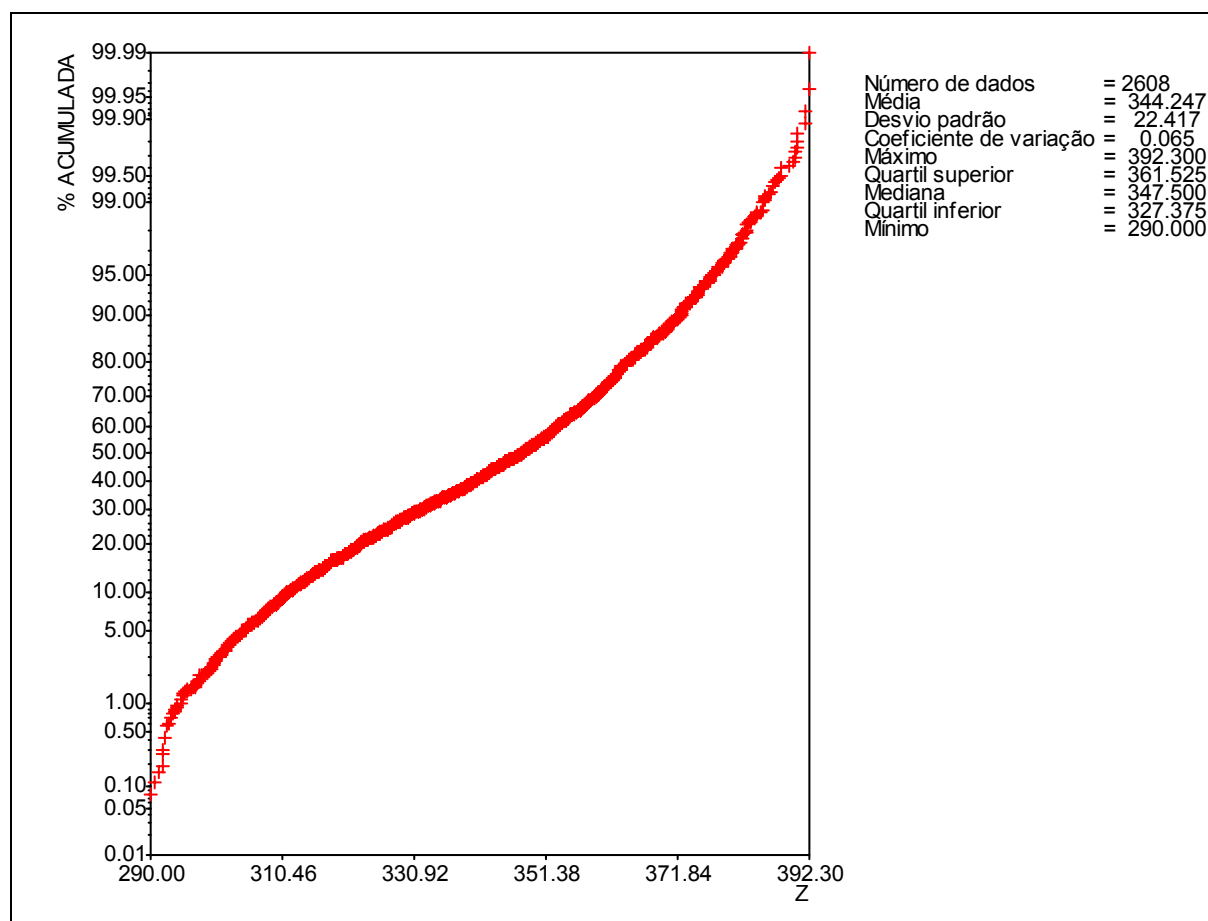


Figura 28 - Curva acumulada em escala de probabilidade aritmética para os dados de topografia do terreno pela rotina STATBASE do Sistema GeoVisual.

Como pode ser observado nas figuras 28 e 29, a variável topografia apresenta assimetria levemente negativa (com cauda a esquerda), valores de média e mediana bem próximos (344,247 e 347,500 respectivamente), e curva acumulada de probabilidade aritmética que se aproxima de uma reta, comportamento esses que indicam que a variável topografia se aproxima uma distribuição normal (gaussiana).

7.4.1. Krigagem

Apresenta-se a seguir os resultados dos tratamentos geoestatísticos realizados.

7.4.1.1. Variografia

Os tratamentos iniciais dos dados objetivando a estimativa dos valores de potenciometria e topografia, como pode ser observado na Figura 8B e 8D anteriormente apresentada, e na Figura 29 a seguir, mostram que estas variáveis apresentam uma tendência, ou seja, exibe uma variação sistemática (tanto a potenciometria como a topografia crescem continuamente na direção N45E).

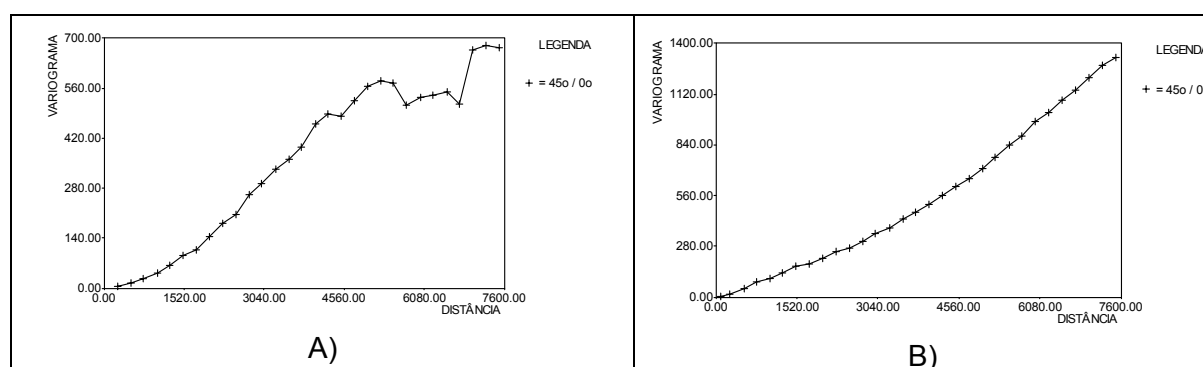


Figura 29 – Variogramas experimentais na direção 45° das variáveis: A) potenciometria e B) topografia, calculados pela rotina VARCOM do Sistema GeoVisual 2.1.

Nesta situação, utilizou-se da técnica da *krigagem com tendência ou residual*, pois a *krigagem ordinária* exige que não haja tendência (ou deriva) nos dados. Para tanto é necessário preliminarmente remover a tendência e trabalhar com os resíduos. Ao final, depois de obtido o mapa pela *krigagem ordinária* dos resíduos, será necessário acrescentar-se o mapa de tendência para reintroduzir a componente regional.

Conforme metodologia para esta técnica, foi ajustada a superfície de tendência e calculado os resíduos. Apresenta-se nas Figuras 30 e 31 os mapas de resíduos e da superfície de tendências de grau 2, considerando uma abertura (malha) de 125 x 125 m, para a variável potenciometria. A superfície de tendência e os resíduos foram gerados pela rotina GLOBAL2D do Sistema GeoVisual 2.1.

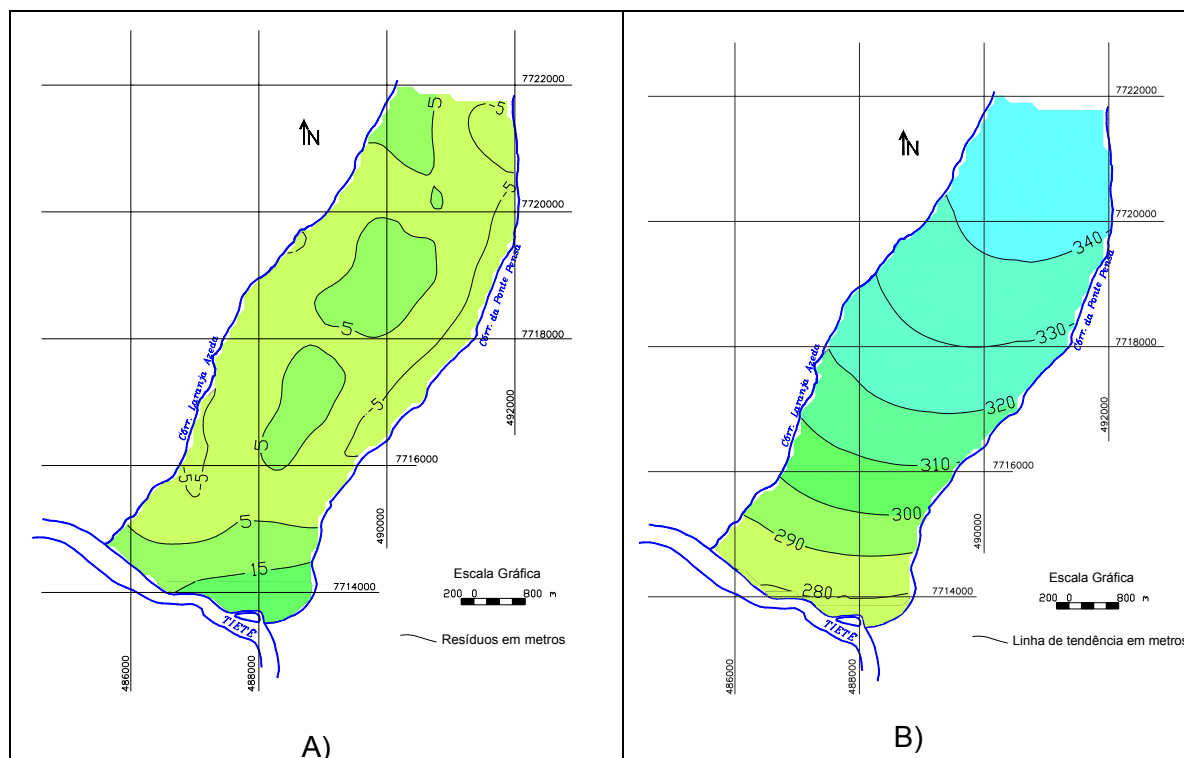


Figura 30 – A) Mapa de resíduos e B) da superfície de tendência, polinômio de grau 2, dos dados de potenciometria.

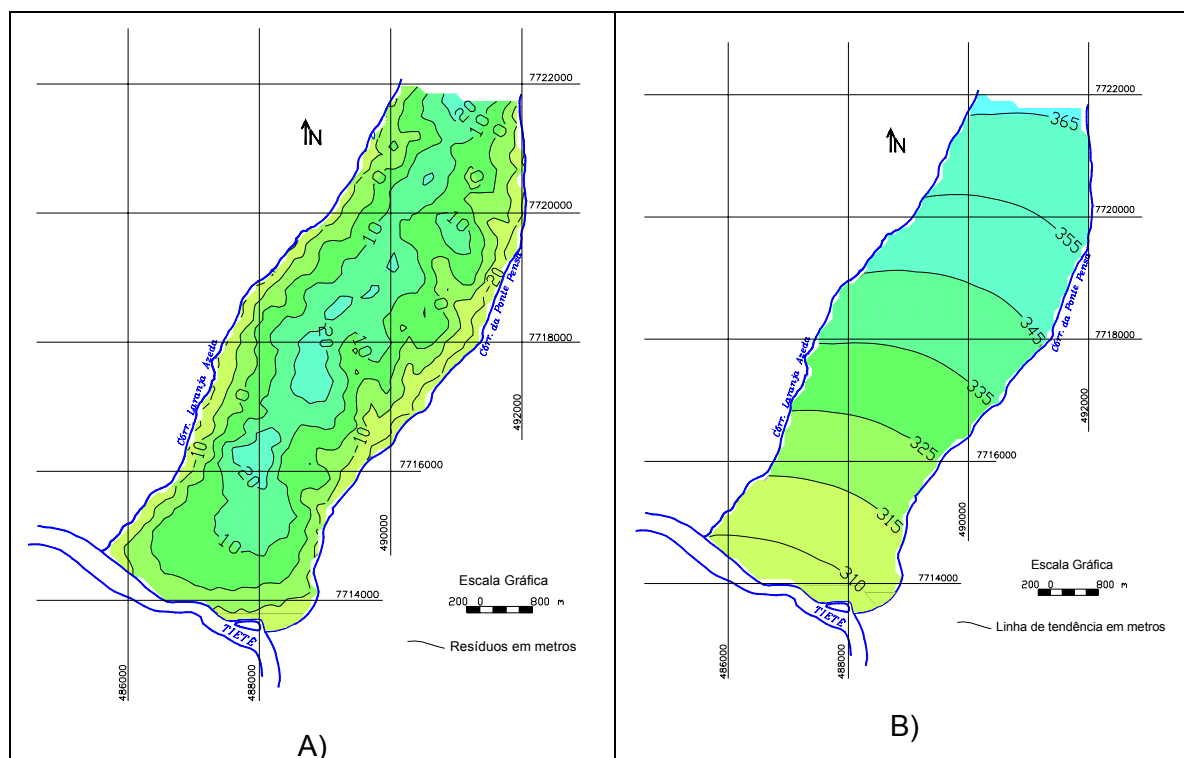


Figura 31 – A) Mapa de resíduos e B) da superfície de tendência, polinômio de grau 2, dos dados de topografia.

Como, neste trabalho, o interesse são os resíduos, optou-se por calcular uma superfície de baixo grau. Iniciou-se os cálculos pela superfície de tendência de grau 1 (superfície linear). Os variogramas experimentais obtidos a partir dos resíduos gerados neste procedimento ainda apresentaram deriva. O passo seguinte foi simular uma nova superfície, agora com um grau superior. Assim, calculou-se a superfície de tendência de grau 2.

Com esse procedimento foi possível calcular os resíduos com os quais foi calculado o variograma. Apresenta-se na Figura 32 os parâmetros de entrada para o cálculo do variograma experimental e nas Figuras 33 e 34 os variogramas experimental e modelado dos resíduos da variável potenciometria, nas direções 45° e 135° , que coincidem respectivamente, com as direções de maior e menor continuidade. Para tanto foi utilizada as rotinas VARCOM e MODVARG do pacote GeoVisual 2.1. Observa-se claramente nos variograma a presença de estrutura mista.

The screenshot shows the 'PARÂMETROS PARA OS VARIOGRAMAS EXPERIMENTAIS' window. The title bar reads 'SISTEMA GeoVisual - VARIOGRAMAS EXPERIMENTAIS - VARCOM - 2002'. The main title is 'PARÂMETROS PARA OS VARIOGRAMAS EXPERIMENTAIS'. The interface is organized into several sections:

- ANOTAÇÃO NOS EIXOS:** Radio buttons for 'MANUAL' (selected) and 'AUTOMÁTICA'.
- ANOTAÇÕES EM X:** Two spinners with values 5 and 2.
- HISTOGRAMA:** A button.
- NÚM. DE DIREÇÕES:** Spinner with value 2.
- NÚM. DE VARIOGRAMAS:** Spinner with value 1.
- NÚMERO DE PASSOS:** Spinner with value 14.
- CONTINUAR:** A button.
- DIREÇÃO:** Spinner with value 1.
- AZIMUTE:** Text input with value 45.
- TOLERÂNCIA:** Text input with value 45.
- LARGURA:** Text input with value 1500.
- MERGULHO:** Text input with value 0.
- TOLERÂNCIA:** Text input with value 0.
- LARGURA:** Text input with value 0.
- PASSO:** Text input with value 250.
- TOLERÂNCIA:** Text input with value 125.
- ADICIONAR:** A button.
- ENCERRAR:** A button.
- MÍNIMO:** Text input with value 293.445.
- MÁXIMO:** Text input with value 364.586.
- Padroniza sill ?** Radio buttons for 'Não' (selected) and 'Sim'.
- CONTINUAR:** A button.
- VAR. TAIL HEAD:** Three spinners with values 1, 1, and 1.
- TIPO VARIOGRAMA:** Dropdown menu with 'Variograma' selected.
- ADICIONAR:** A button.
- ENCERRAR:** A button.
- RETORNAR:** A button.
- PROSSEGUIR:** A button.

Figura 32 – Parâmetros de entrada para o cálculo do variograma experimental.

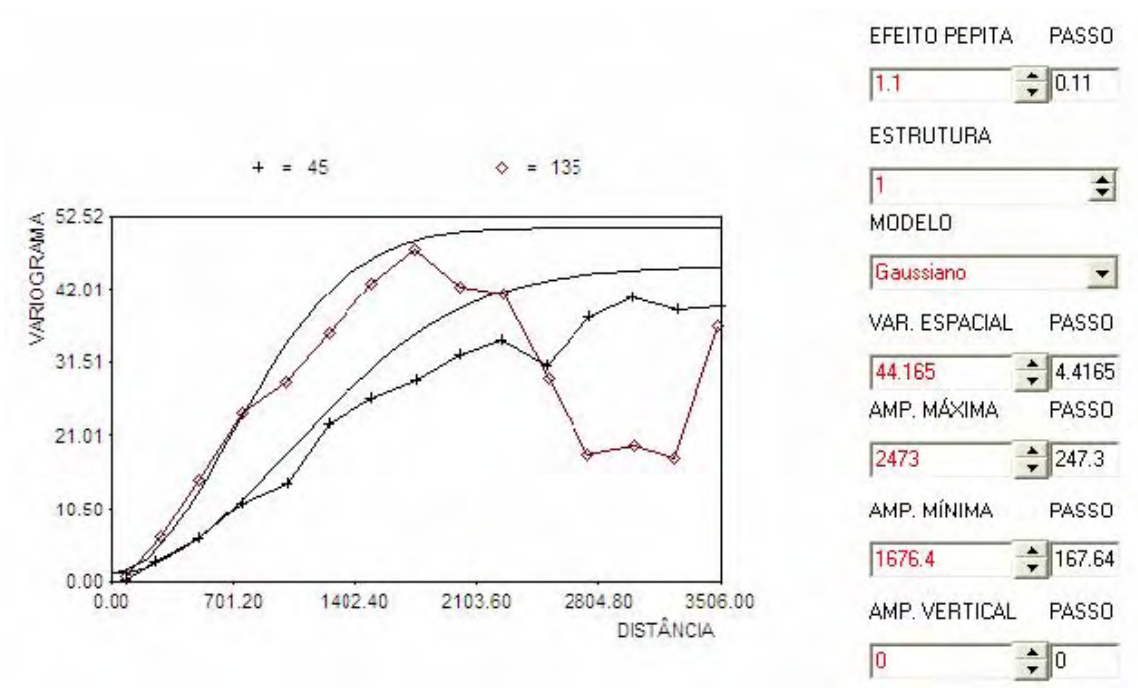


Figura 33 - Variograma experimental e modelado para variável potenciometria, primeira estrutura, utilizando-se a rotina MODVARG do pacote GeoVisual.

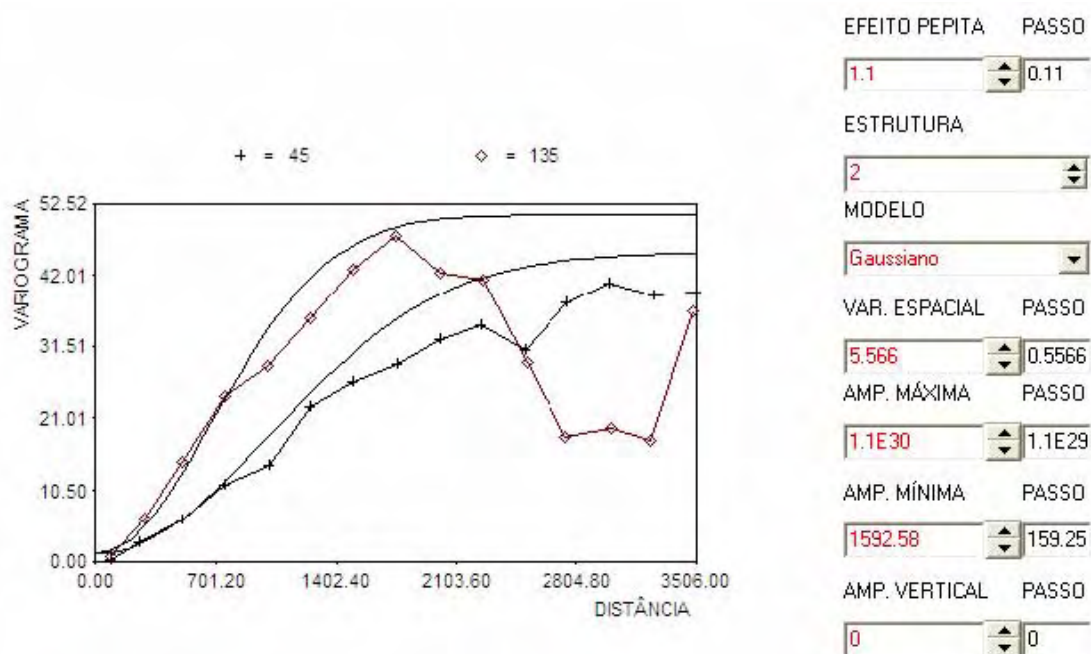


Figura 34 - Variograma experimental e modelado para variável potenciometria, segunda estrutura, utilizando-se a rotina MODVARG do pacote GeoVisual.

O variograma utilizado para a interpolação por krigagem ordinária da variável potenciometria é um modelo teórico gaussiano (Figuras 33 e 34), com efeito pepita igual a 1,1 m, variação espacial de 44,165 m, amplitude máxima de 2472 m e amplitude mínima de 1676.4 m para a primeira estrutura, e variação espacial de 5,566 m, amplitude máxima de 1E30 m e amplitude mínima de 1592,58 m para a segunda estrutura.

Apresenta-se na Figura 35 o mapa da krigagem juntamente com os mapas de resíduos de krigagem e de interpolação para variável potenciometria.

Para a variável topografia seguiram-se os mesmos procedimentos aplicados à variável potenciometria.

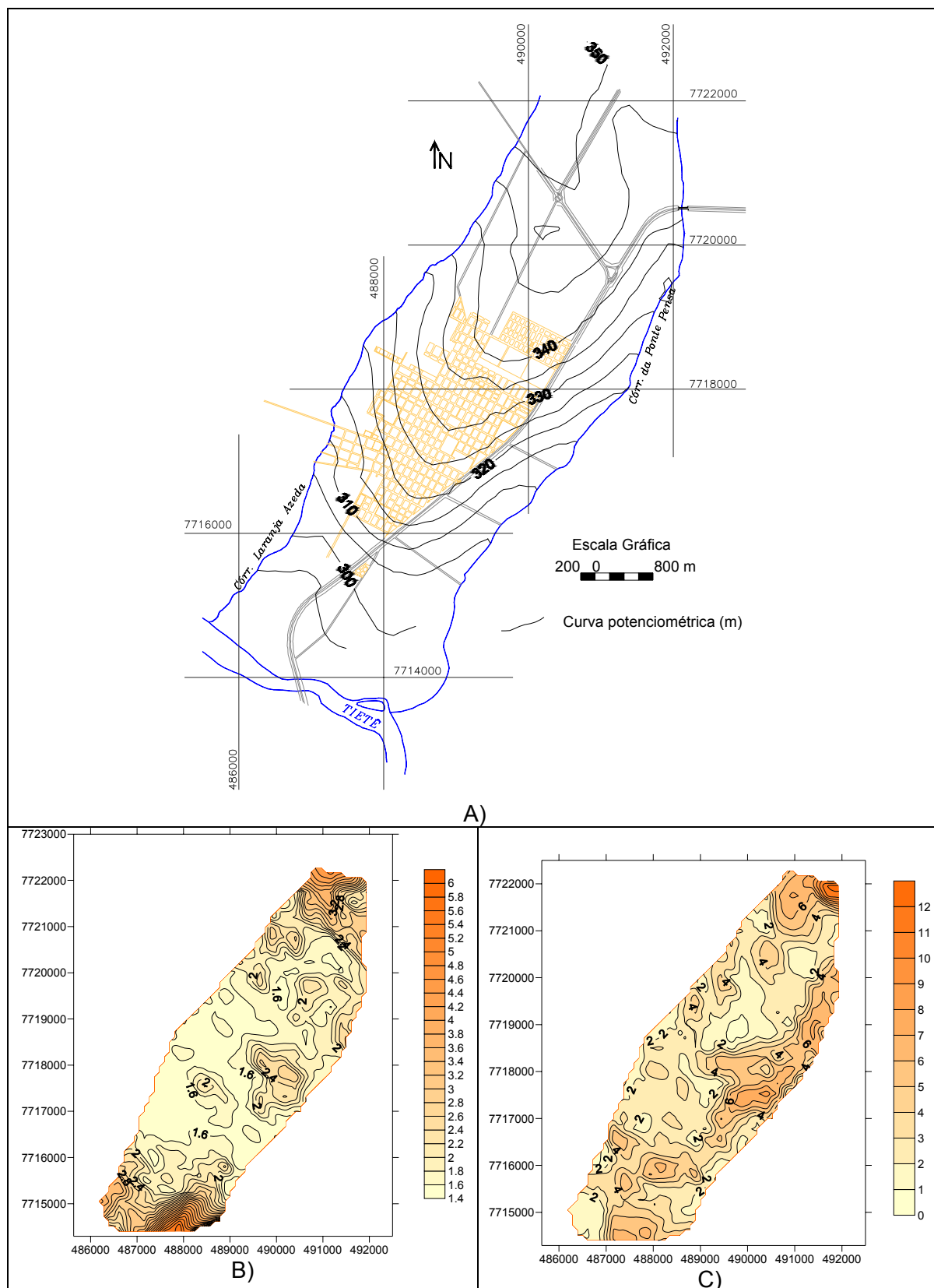


Figura 35 – Resultado do tratamento geoestatístico da variável potenciometria por meio do Sistema GeoVisual, migrado para o pacote Surfer: A) Krigagem ordinária; B) Resíduo da Krigagem e C) Desvio padrão de interpolação segundo Yamamoto, 2002.

Apresenta-se nas figura 36 os parâmetro de entrada para o cálculo do variograma experimental, e nas Figuras 37 e 38 os variogramas experimental e modelado dos resíduos da variável topografia da área de estudo, nas direções 45° e 135° , que coincidem respectivamente, com as direções de maior e menor continuidade. Para tanto foi utilizada as rotinas VARCOM e MODVARG do pacote GeoVisual 2.1. Observa-se claramente nos variograma a presença de estrutura mista.

The screenshot shows the 'PARÂMETROS PARA OS VARIOGRAMAS EXPERIMENTAIS' window. The parameters are as follows:

Parameter	Value
ANOTAÇÃO NOS EIXOS	<input checked="" type="radio"/> MANUAL <input type="radio"/> AUTOMÁTICA
ANOTAÇÕES EM X	5 2
NÚM. DE DIREÇÕES	2
NÚM. DE VARIOGRAMAS	1
NÚMERO DE PASSOS	14
DIREÇÃO	1
AZIMUTE	45
TOLERÂNCIA	45
LARGURA	1500
MERGULHO	0
TOLERÂNCIA	0
LARGURA	0
PASSO	250
TOLERÂNCIA	125
MÍNIMO	299.593
MÁXIMO	389.96
VAR.	1
TAIL	1
HEAD	1
TIPO VARIOGRAMA	Variograma
Padroniza sill ?	<input checked="" type="radio"/> Não <input type="radio"/> Sim

Buttons visible: HISTOGRAMA, CONTINUAR, ENCERRAR, ADICIONAR, RETORNAR, PROSSEGUIR.

Figura 36 - Parâmetros de entrada para o cálculo do variograma experimental da variável topografia.

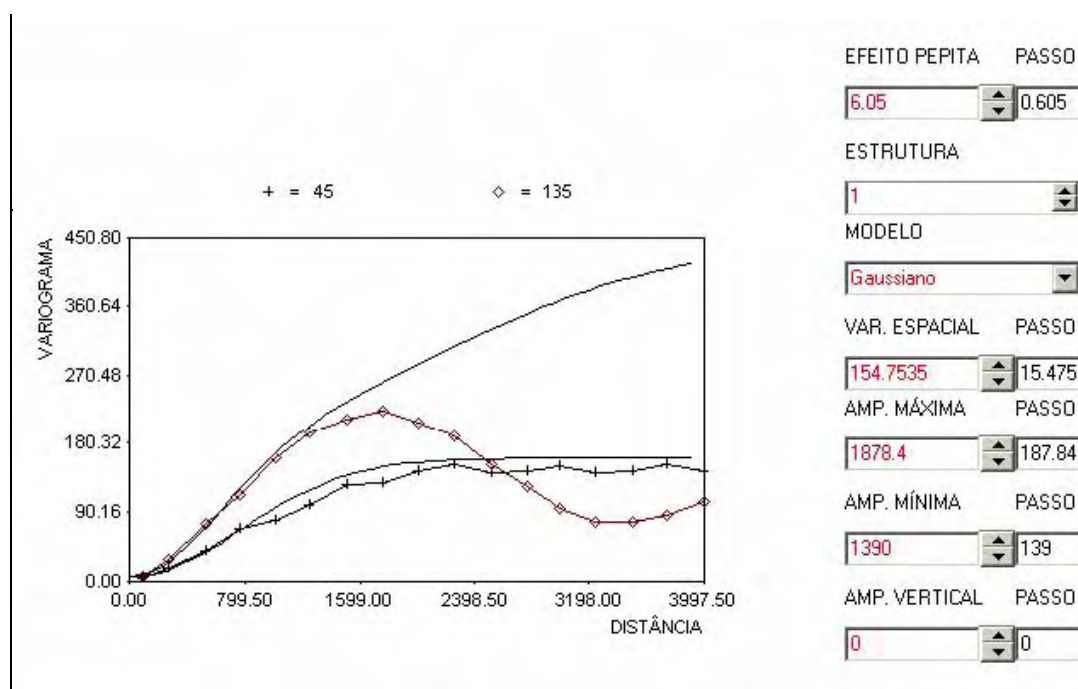


Figura 37 - Variograma modelado para a variável topografia – estrutura 1.

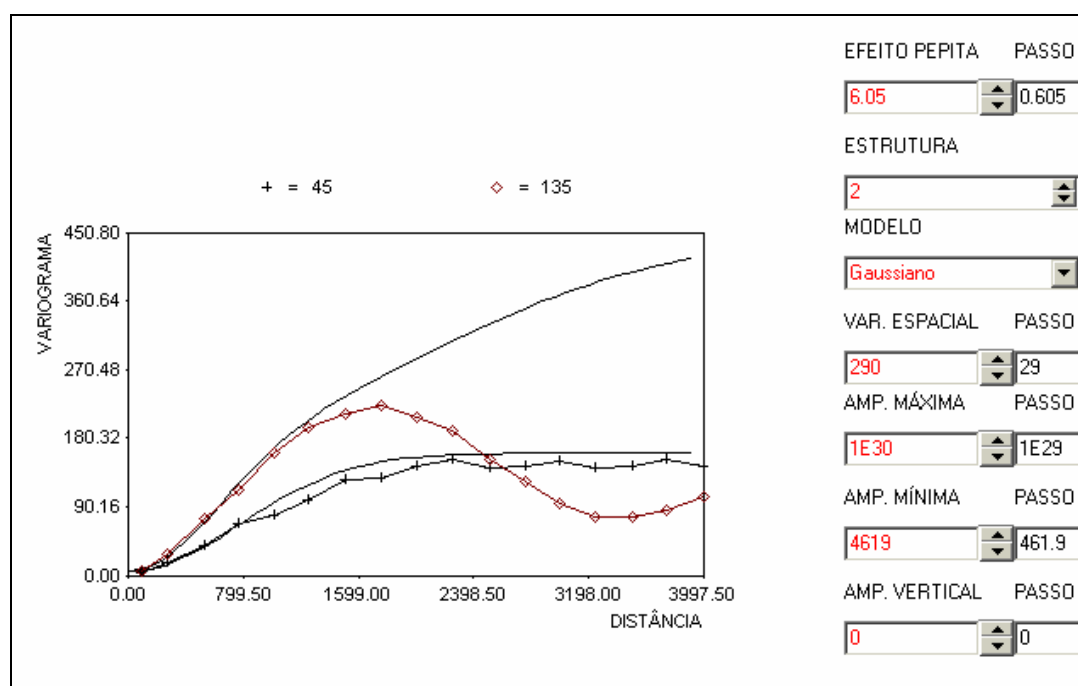


Figura 38 - Variograma modelado para a variável topografia – estrutura 2.

O variograma utilizado para a interpolação por krigagem ordinária da variável topografia é um modelo teórico gaussiano, com efeito pepita igual a 6,05 m, variação espacial de 154,7535 m, amplitude máxima de 1878,4 m e amplitude mínima de 1390 m para a estrutura 1, e variação espacial de 290 m, amplitude máxima de 1E30 m e amplitude mínima de 4619 m para a estrutura 2.

Apresenta-se na Figura 39 o mapa da krigagem juntamente com os mapas de desvios de krigagem e de interpolação para variável topografia.

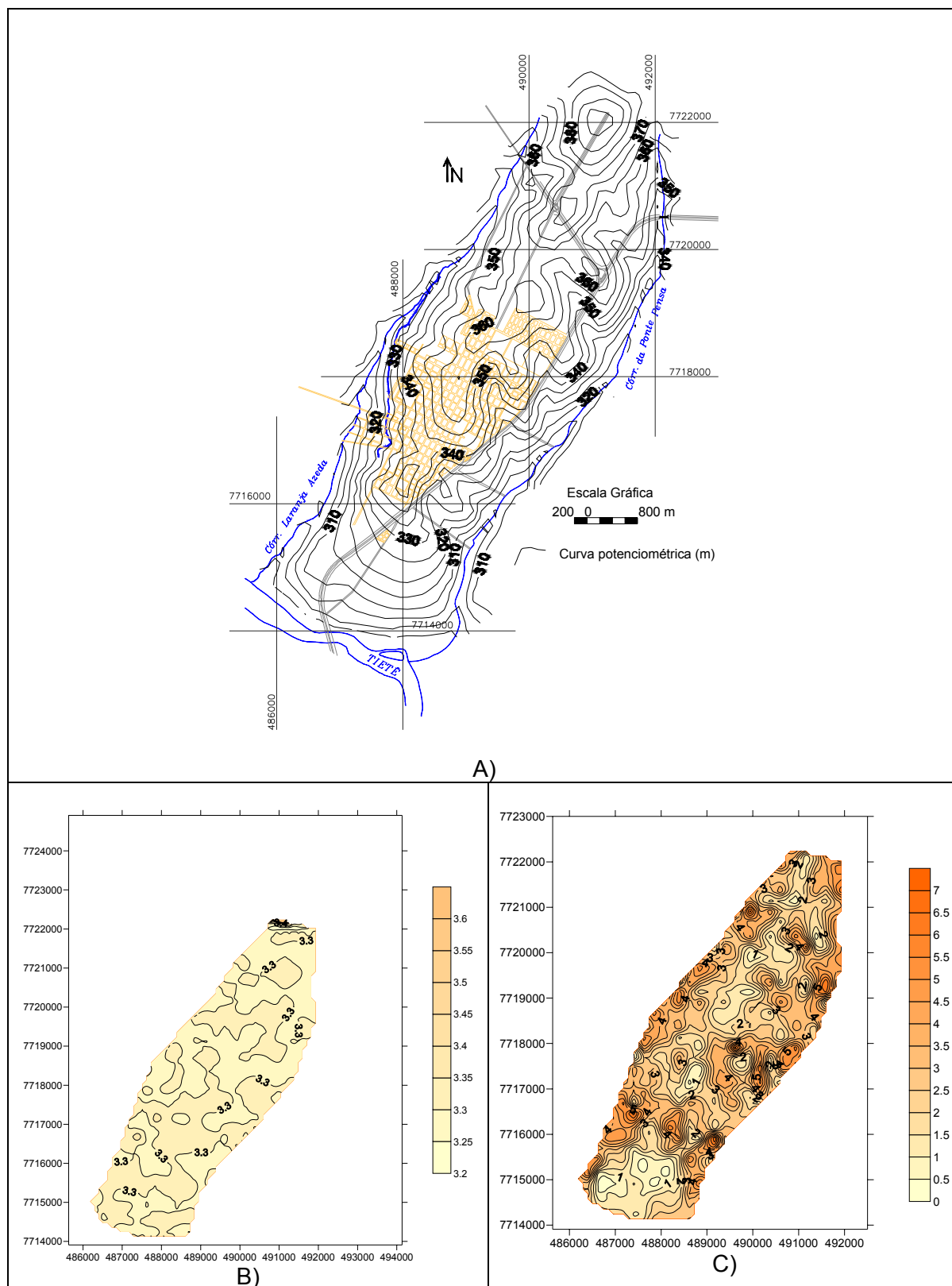


Figura 39 – Resultado do tratamento geoestatístico da variável topografia por meio do Sistema GeoVisual, migrado para o pacote Surfer: A) Krigagem ordinária; B) Resíduo da Krigagem e C) Desvio padrão de interpolação segundo Yamamoto, 2002.

7.4.1.2. Validação Cruzada

A validação cruzada faz uma verificação do modelo assumido. Apresenta-se na Figura 40 o resultado da validação cruzada para os dados, respectivamente, de potenciometria e topografia, considerando uma distância máxima de investigação de 750 metros.

Os desvios entre os valores da potenciometria e topografia medidos e estimados são bastante reduzidos com coeficientes de correlação respectivamente de 0,887 e 0,988.

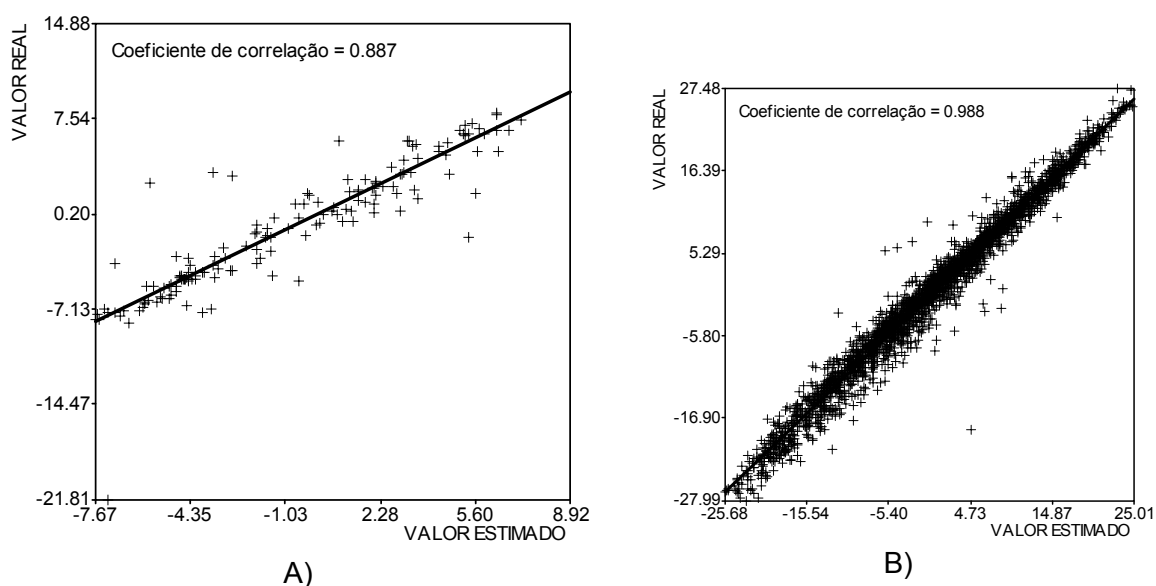


Figura 40 – A) Diagrama dos valores medidos e estimados para potenciometria, B) Diagrama dos valores medidos e estimados para topografia.

7.4.1.3. Krigagem Ordinária

Apresenta-se nas figuras 41 e 42 os mapas comparativos entre os resultados calculados pela krigagem ordinária, respectivamente para as variáveis potenciometria e topografia, e os resultados obtidos manualmente.

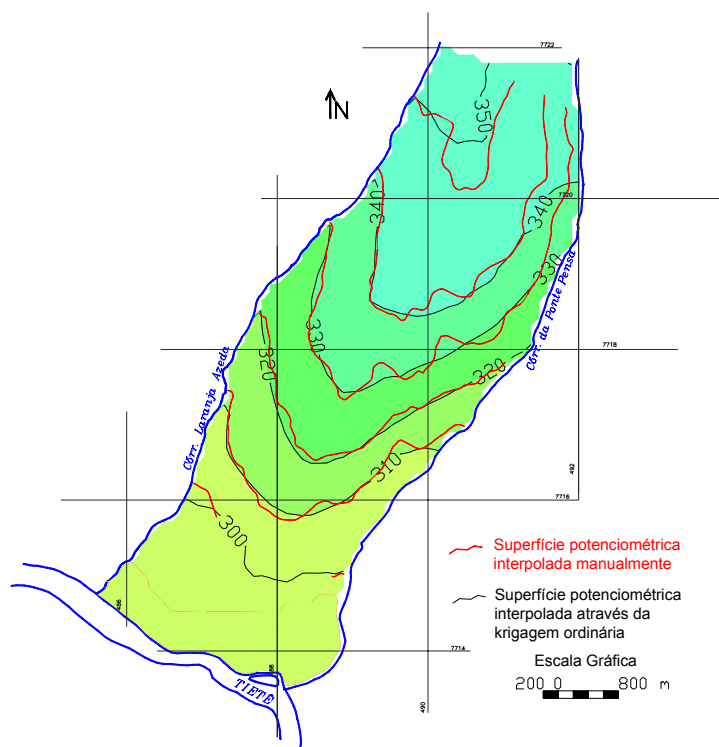


Figura 41 – Mapa comparativo entre os mapas potenciométricos obtidos pela Krigagem Ordinária e elaborado manualmente.

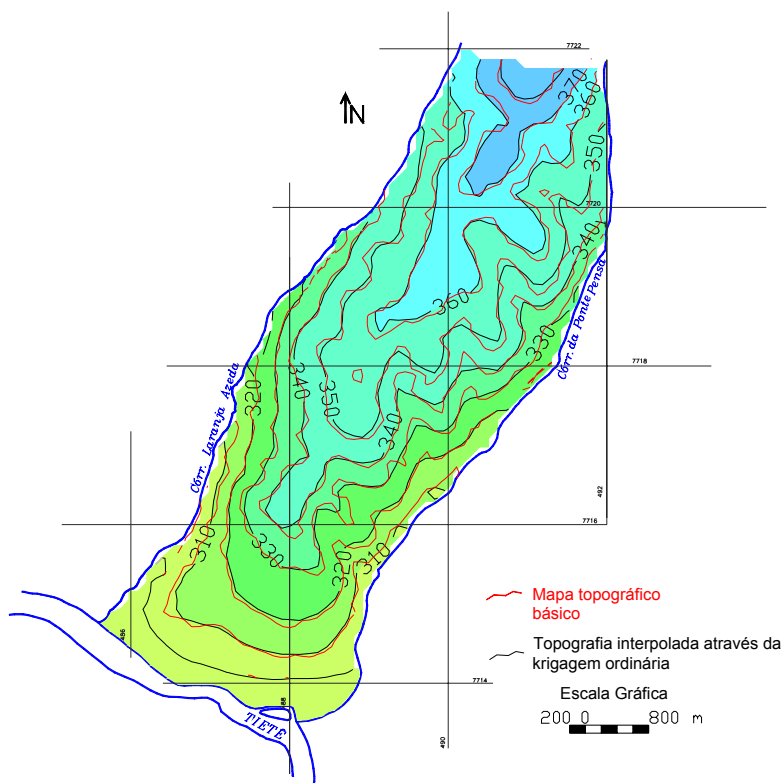


Figura 42 – Mapa comparativo entre o mapa topográfico obtido pela Krigagem Ordinária e o mapa topográfico original.

7.4.2. Cokrigagem

Após o tratamento geoestatístico dos dados, por meio da krigagem ordinária, gerou-se uma nova malha de potenciometria que foi utilizada para a recalibração do modelo matemático de fluxo, na expectativa de melhorar os resultados. Os resultados obtidos nessa nova etapa de calibração não apresentaram diferenças significativas em relação à calibração anterior.

Com base nesse resultado, objetivando ampliar e aumentar a densidade de informações da propriedade potenciometria na área, utilizou-se a técnica de cokrigagem (LANDIM *et al.*, 2002). Estudos anteriores apontam a existência de algumas propriedades que facilitam a estimativa da superfície potenciométrica, como a alta correlação entre a superfície potenciométrica e a superfície topográfica (STURARO, 1988 e LEITE e LANDIM, 2002).

7.4.2.1. Variograma Cruzado.

Fundamental na utilização da cokrigagem é a verificação prévia da correlação existente entre as variáveis, a qual deve ser alta para que as estimativas sejam consistentes, o que já foi comprovado pela Regressão Linear Múltipla, para o caso das variáveis topografia e potenciometria apresentado anteriormente.

Durante a verificação e validação da matriz de dados, por meio do modelo linear de correionalização, de que as variáveis primária (potenciometria) e secundária (topografia) apresentavam covariâncias, com matriz positiva definitiva, para ser considerada uma matriz de covariâncias-cruzada válida, foram realizadas algumas adequações nos parâmetros *efeito pepita* e *variação espacial* dos variogramas previamente modelados. Para tanto, priorizou-se nesta adequação, uma maior aderência do variograma modelado às distâncias entre pontos menores que 800 m. Esta decisão reflete também o fato de que a largura máxima da área atinge 3.200 m.

Apresenta-se na Figura 43 os parâmetros de entrada para o cálculo do variograma cruzado experimental, e nas Figuras 44 e 45 os variogramas cruzados experimental e modelado dos resíduos das variáveis potenciometria e topografia da área de estudo, nas direções 45° e 135°, que coincidem respectivamente, com as direções de maior e menor continuidade. Para tanto foram utilizadas as rotinas VARCOM e MODVARG do pacote GeoVisual 2.1. Observa-se claramente nos variograma a presença de estrutura mista.

SISTEMA GeoVisual - VARIOGRAMAS EXPERIMENTAIS - VARCOM - 2002

Arquivo

PROGRAMA PARA CÁLCULO DE VARIOGRAMAS EXPERIMENTAIS

ARQUIVO DE ENTRADA: ARQUIVO DE PARÂMETROS: ARQUIVO DE SAÍDA:

NÚM. DE COLUNAS: COLUNA: NOME DA VARIÁVEL:

DEFINIR NÚMERO DE VARIÁVEIS: CONTINUAR

VARIÁVEL: COL. VARIÁVEL: ADICIONAR ENCERRAR

COORDENADA X: COORDENADA Y: COORDENADA Z:

TESTANDO CONSISTÊNCIA: PROSSEGUIR

Figura 43 - Parâmetros de entrada para o cálculo do variograma experimental da variável topografia.

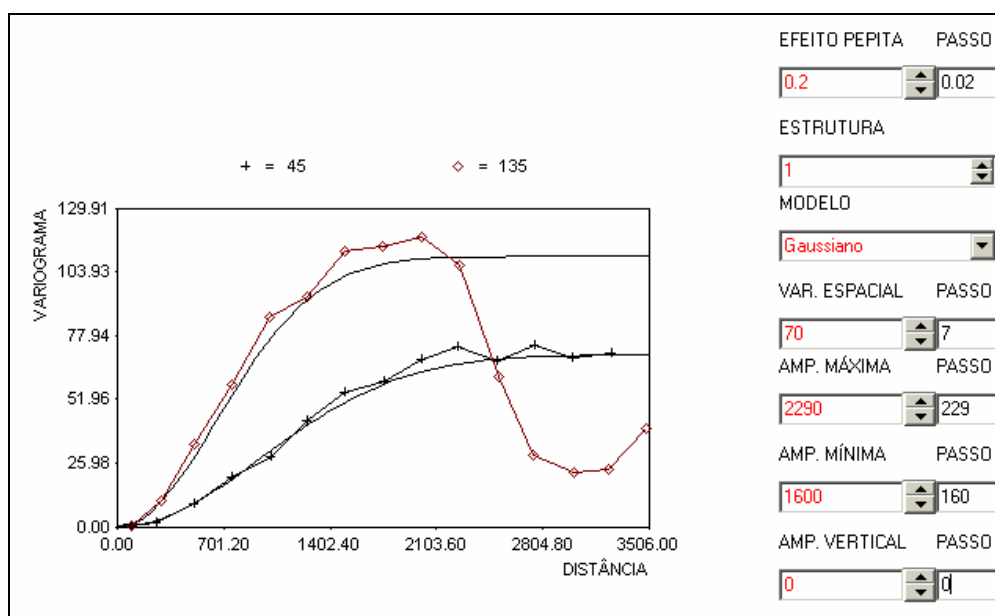


Figura 44 – Variogramas cruzado experimental e modelado dos dados de potenciometria e topografia para a estrutura 1.

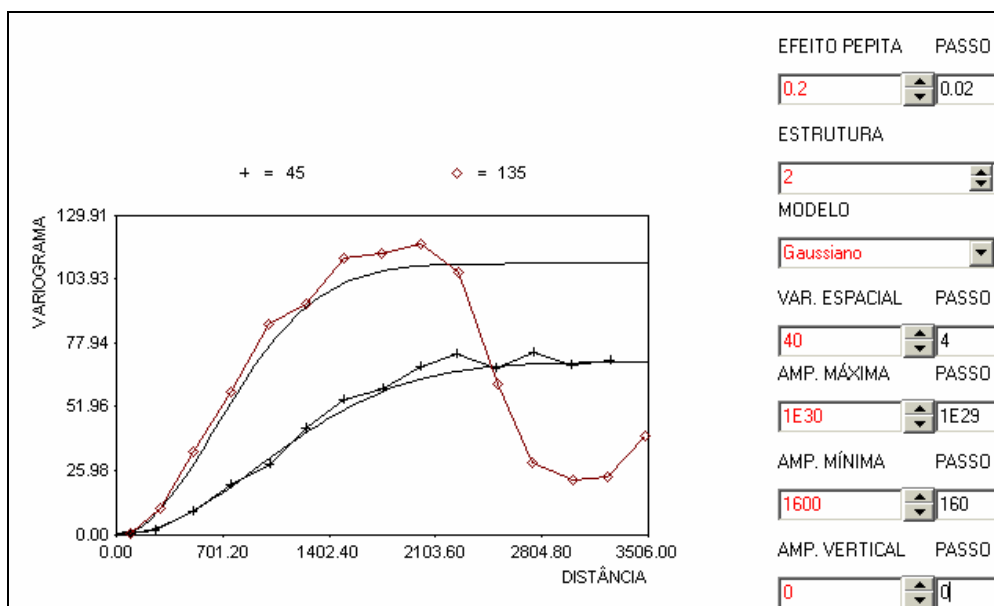


Figura 45 – Variogramas cruzado experimental e modelado dos dados de potenciometria e topografia para a estrutura 2.

O variograma utilizado para a interpolação por cokrigagem ordinária da variável potenciometria é um modelo teórico gaussiano (Figuras 44 e 45), com efeito pepita igual a 0,2 m, variação espacial de 70 m, amplitude máxima de 2290 m e amplitude mínima de 1600 m para a primeira estrutura, e variação espacial de 40 m, amplitude máxima de 1E30 m e amplitude mínima de 1600 m para a segunda estrutura.

Apresenta-se na Figura 46, a seguir, os mapas potenciométrico e de resíduos obtidos pela cokrigagem ordinária.

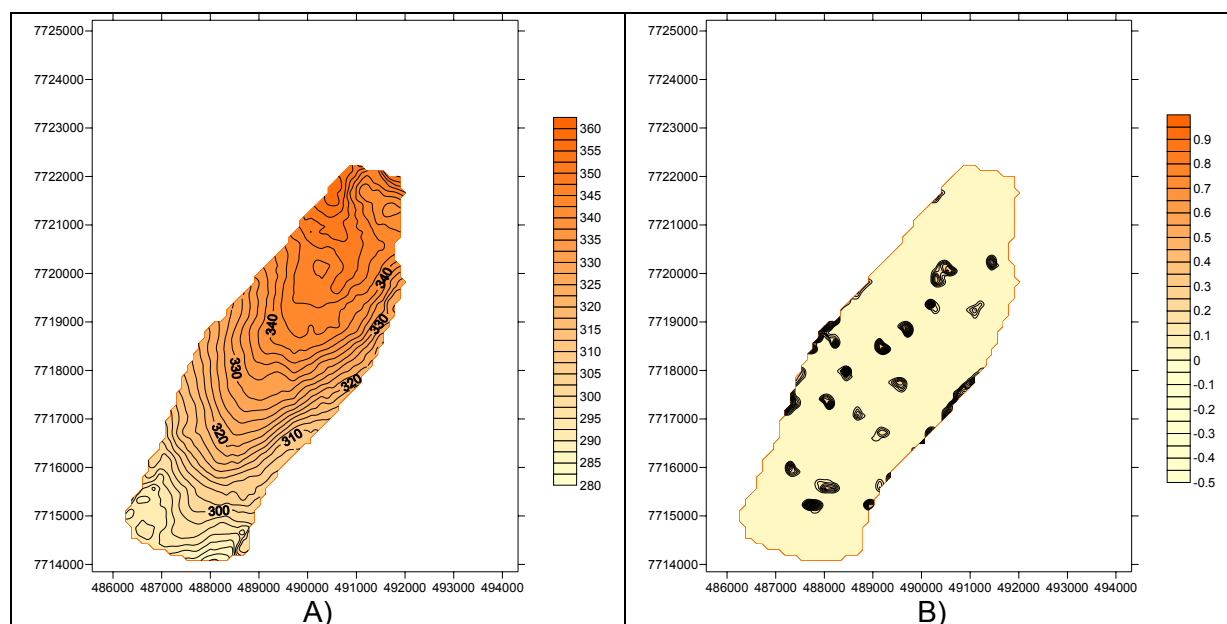


Figura 46 – Resultado do tratamento geoestatístico da variável potenciométrica por meio da rotina COKRIGE2 do Sistema GeoVisual, migrado para o pacote Surfer: A) Cokrigagem ordinária; B) Resíduo da Cokrigagem.

Apresenta-se nas figuras 47 e 48, respectivamente, os mapas comparativos entre a potenciométrica calculada pela cokrigagem ordinária e pela krigagem ordinária, e o mapa comparativo entre a potenciométrica calculada pela cokrigagem ordinária, krigagem ordinária e construído manualmente.

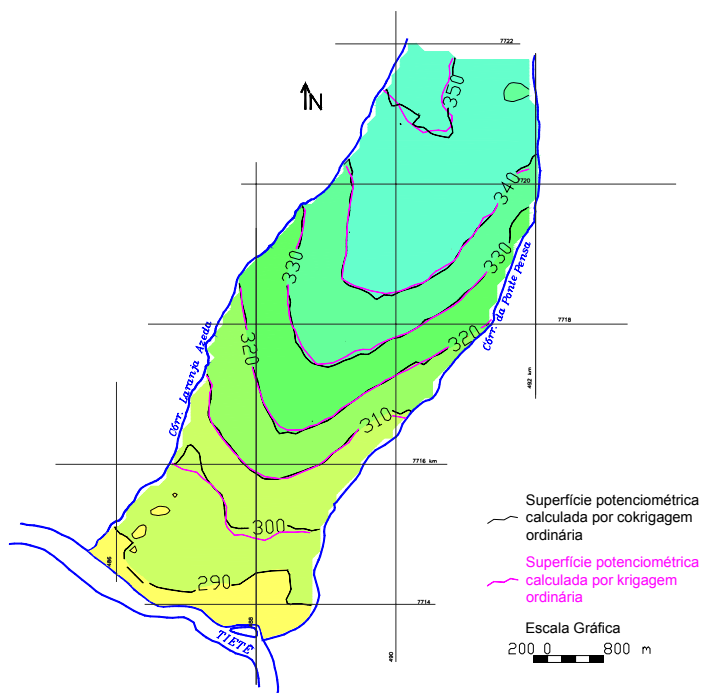


Figura 47 – Mapa comparativo entre a potenciação calculada pela Cokrigagem Ordinária e pela Krigagem Ordinária.

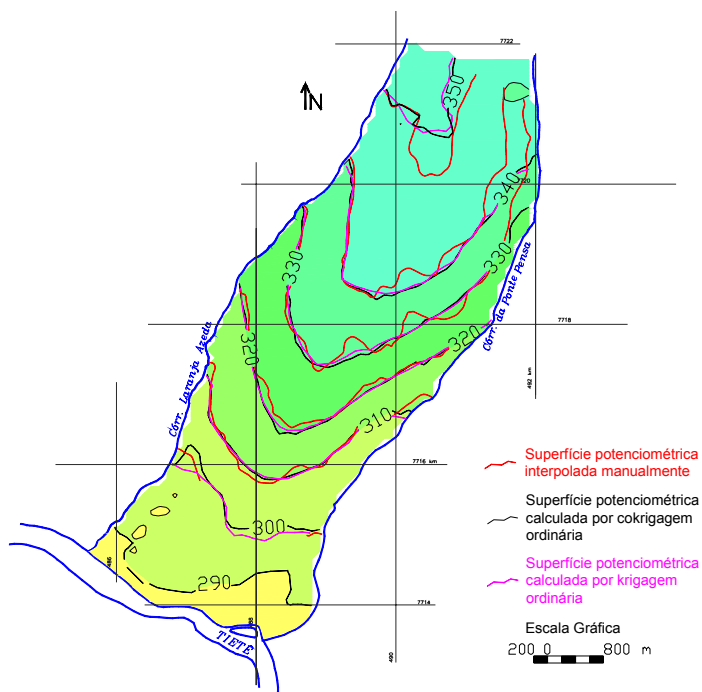


Figura 48 – Mapa comparativo entre a potenciação calculada pela Cokrigagem Ordinária, pela Krigagem Ordinária e construído manualmente.

7.4.3. Simulação Seqüencial Gaussiana

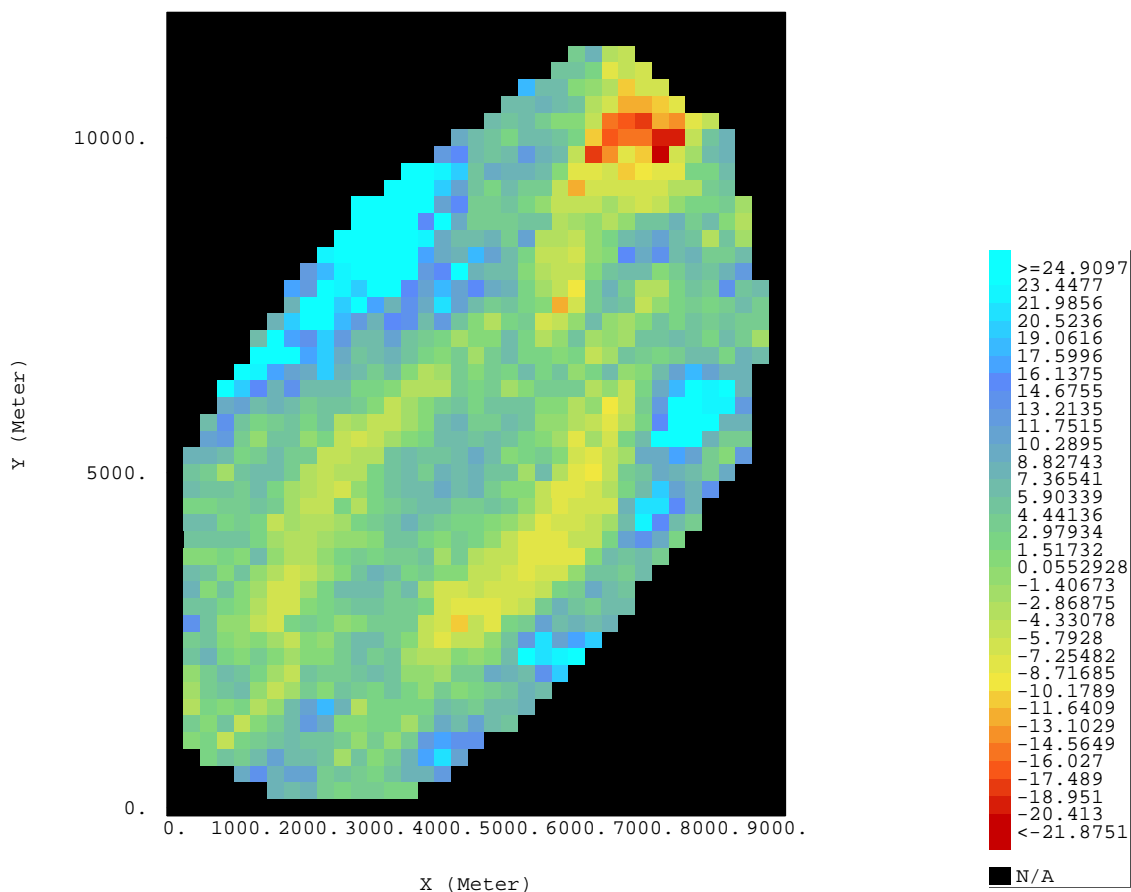
As estimativas realizadas por meio dos procedimentos geoestatísticos, especialmente pela krigagem, pela imposição de que a estimativa não seja enviesada e, portanto, que a variância seja minimizada, tende a produzir padrões de variação espacial mais suavizados que os reais.

Frente a isso se recorreu à Simulação Seqüencial Gaussiana (SGS) objetivando melhor reproduzir a variabilidade espacial da variável de interesse (potenciometria), e gerar novos valores dessa variável, para utilização no modelo matemático de fluxo.

Apresenta-se nas Figuras 49 e 50 as imagens equiprováveis geradas pela SGS, por meio do pacote ISATIS, software este adquirido no âmbito do projeto FAPESP (Processo FAPESP nº 02/01973-8), correspondentes, respectivamente, à maior e menor médias obtidas dentre as 100 realizações simuladas.

A escolha das realizações com a maior e menor média objetiva avaliar a influência destes cenários na superfície potenciométrica do aquífero livre.

Apresenta-se nas figuras 51 e 52 os mapas das superfícies potenciométricas obtidas manualmente e pela SGS.

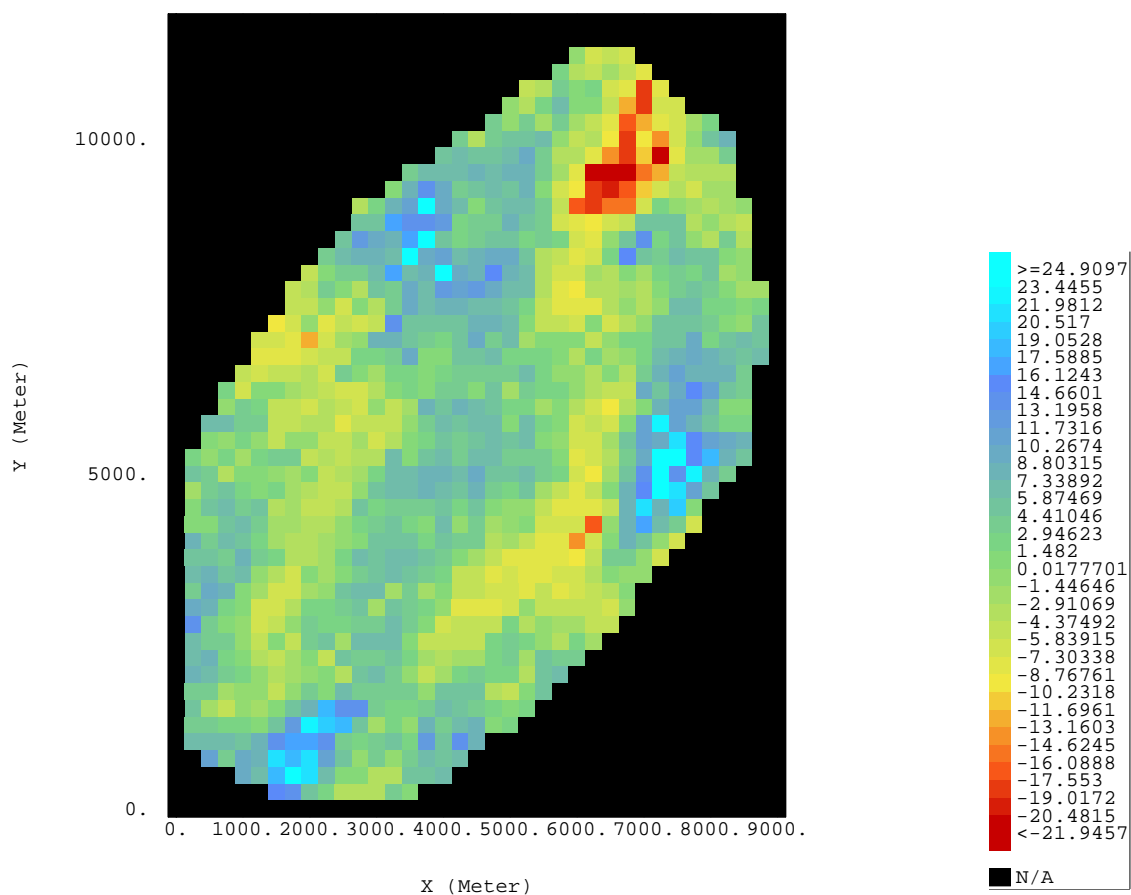


```

Isatis
grid_residuo/grid(cvx_topo)
- Variable #1 : h_res_sgs[00010]
Nb. samples   :      1076
Minimum       :     -21.8751
Maximum       :      24.9097
Mean          :      4.20593
Std. Dev.    :      8.27282
Coef of Var. :      1.96694

```

Figura 49 – Imagem gerada por simulação seqüencial gaussiana, por meio do pacote ISATIS, representada pela realização n^o. 10, que apresentou a maior média dentre as 100 realizações efetuadas.



```

Isatis
grid_residuo/grid(cvx_topo)
- Variable #1 : h_res_sgs[00070]
Nb. samples : 1076
Minimum : -21.9457
Maximum : 24.9097
Mean : 1.47771
Std. Dev. : 6.85601
Coef of Var. : 4.63963
  
```

Figura 50 – Imagem gerada por simulação seqüencial gaussiana, por meio do pacote ISATIS, representada pela realização n^o 70, que apresentou a menor média dentre as 100 realizações efetuadas.

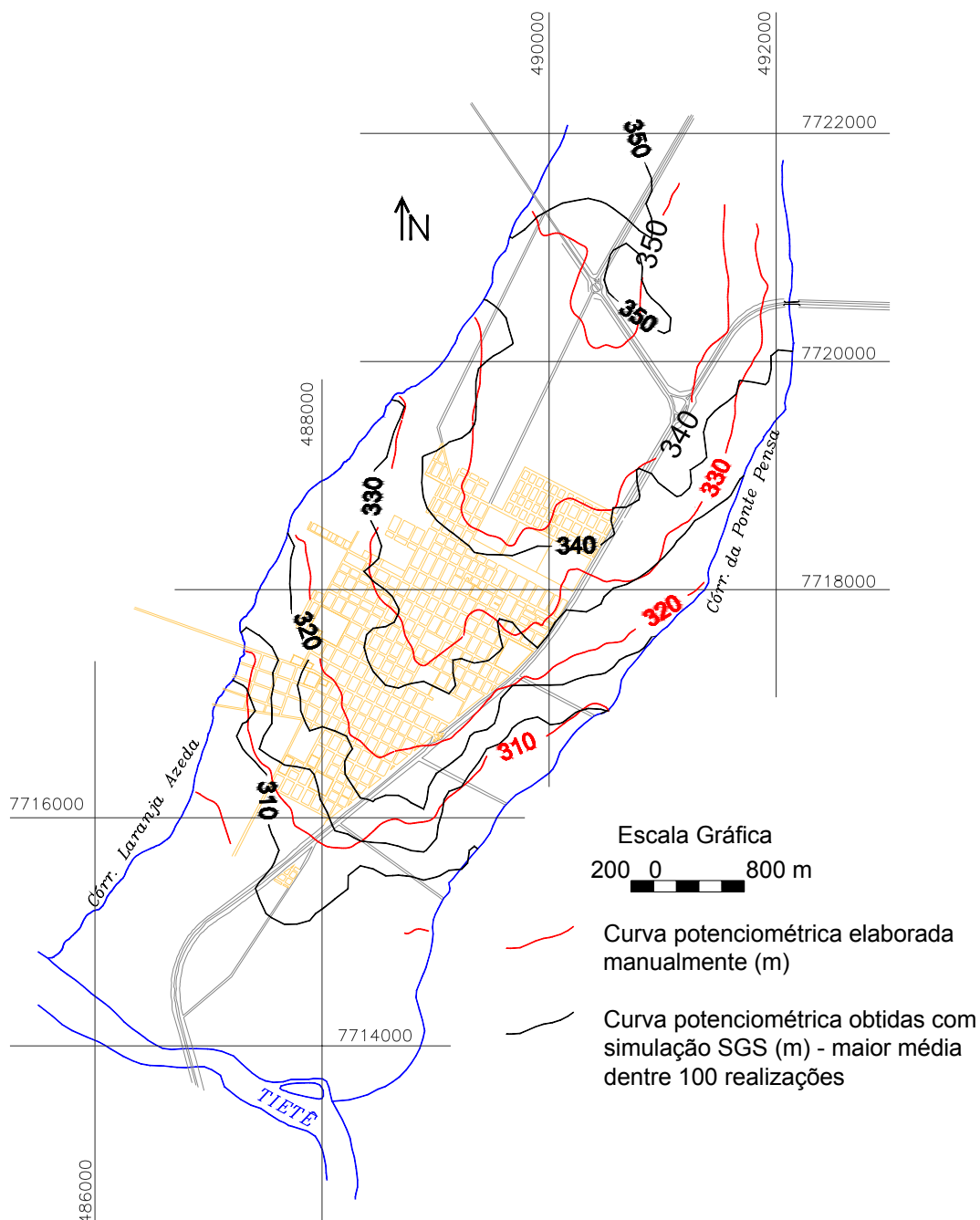


Figura 51 – Comparação entre as superfícies potenciométricas. A superfície gerada pela simulação SGS representa a realização que apresentou a maior média dentre as 100 realizações simuladas.

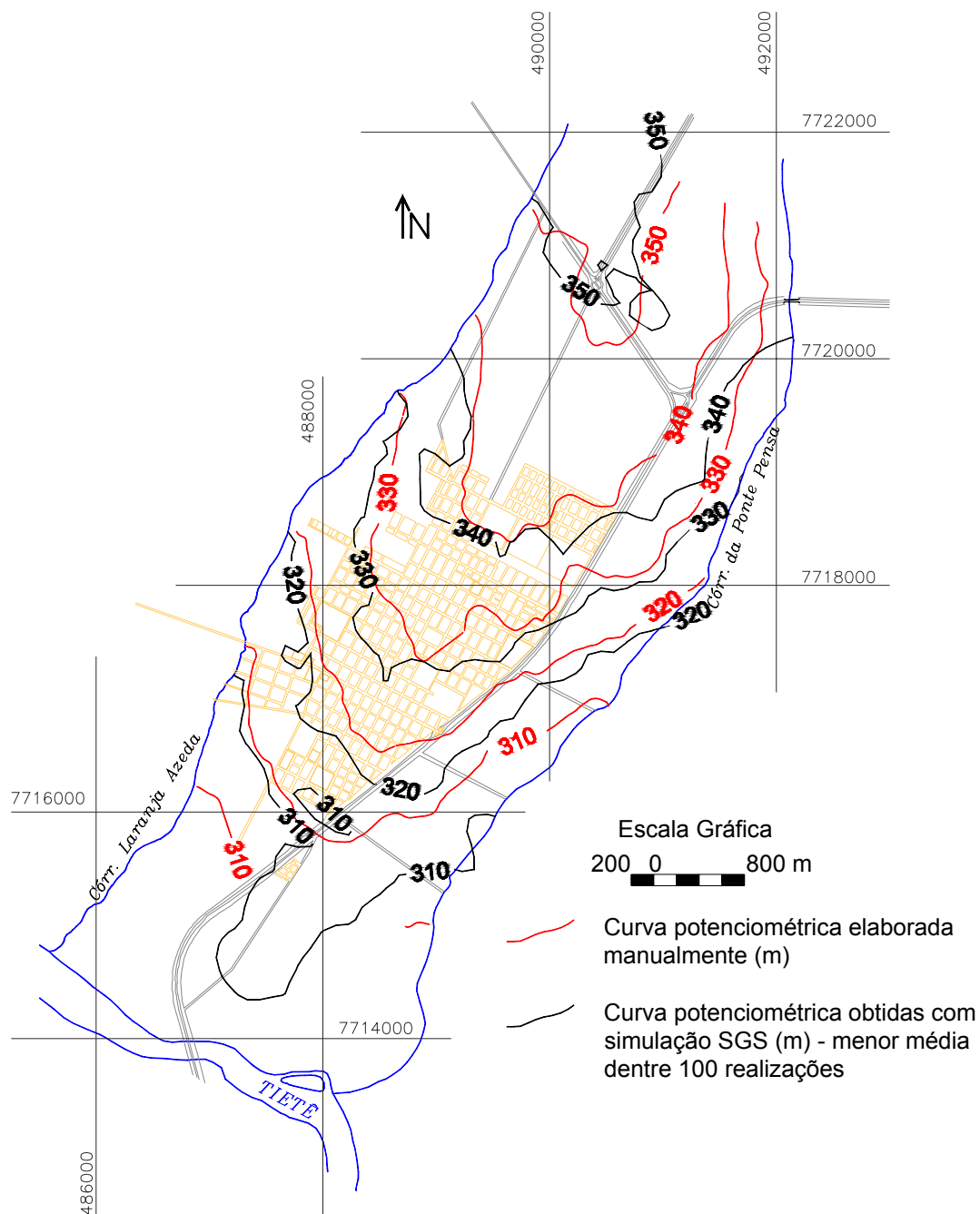


Figura 52 – Comparação entre as superfícies potenciométricas. A superfície gerada pela simulação SGS corresponde a realização que apresentou a menor média dentre as 100 realizações simuladas.

7.5. SEGUNDA SIMULAÇÃO

Os modelos aplicados às águas subterrâneas são utilizados para calcular o potencial hidráulico, a partir de dados hidrológicos e hidrogeológicos de entrada e de condições de contorno estabelecidas.

Uma das dificuldades encontradas na aplicação desses modelos deriva da imprecisão nas estimativas dos parâmetros hidrogeológicos, além da definição das condições de contorno.

A maioria dos parâmetros não resultam de medidas diretas, mas freqüentemente são estimativas baseadas na observação do comportamento do sistema sob certas condições, isto é, os parâmetros são selecionados de modo a reproduzir, quando utilizados em modelos numéricos, os valores do potencial hidráulico. Ou seja, a justificativa para a escolha dos parâmetros se baseia no fato de que quando utilizados no modelo, reproduzem os dados coletados. Por extensão, dada a complexidade do sistema, outros arranjos e parâmetros podem apresentar o mesmo efeito.

Uma maneira de tratar e reduzir o número dessas soluções plausíveis consiste na busca de uma abordagem no contexto da *análise estrutural*, e para descrever a estrutura espacial das variáveis, o emprego de modelos geoestatísticos.

Assim, considerando a alta correlação observada entre as variáveis topografia e potenciometria utilizou-se o recurso da cokrigagem para a estimativa de novos valores de potenciometria, gerando-se uma nova base de informações potenciométricas que foram utilizadas na nova calibração e simulação do impacto do reservatório na superfície do aquífero livre.

7.5.1. Resultados da 2ª Simulação

Nesta segunda simulação, os dados de entrada e condições de contorno correspondem aos mesmos utilizados na primeira simulação, porém com novos valores potenciométricos, resultantes de tratamento geoestatístico, para a área de interesse.

A discretização da nova carga hidráulica considerada vigente em abril de 1988, adotada como representativa das condições de equilíbrio para o aquífero, servirá como alvo para a calibração a ser executada. Para a obtenção do melhor ajuste entre as cargas hidráulicas obtidas na calibração e as observadas no campo, a condutividade hidráulica foi calculada pelo modelo para a área em estudo, por meio da técnica denominada de *problema inverso*, que a partir das condições de contorno e dados de entrada, calcula, para cada uma das células, o valor da permeabilidade que minimiza os erros residuais entre os valores da potenciometria calculada e observada, sempre, no entanto, respeitando os valores de permeabilidade obtidos na área.

A simulação da evolução das elevações da superfície potenciométrica do aquífero livre, induzida pelo enchimento do reservatório de Três Irmãos, representa três fases distintas no contexto das alterações do meio hidrogeológico natural local. Na fase inicial, o fluxo subterrâneo ocorre exclusivamente no sentido do reservatório para o aquífero, passando por uma fase intermediária, em que os fluxos subterrâneos se dão ora no rumo do aquífero, ora no rumo do reservatório, e na fase final ocorrendo a retomada das condições originais com a água subterrânea migrando exclusivamente rumo ao reservatório, com o estabelecimento das condições do novo equilíbrio do sistema hidrogeológico local.

Os resultados da simulação são a seguir analisados, de acordo com os períodos de simulação dimensionados e relativos a 240, 720, 1.800 e 3.600 dias, e que correspondem, respectivamente, a Abril/1991, Agosto/1992, Agosto/1995 e Agosto/2000.

7.5.1.1. Primeiro Período de Simulação (240 dias)

Observa-se, nesta etapa, elevação generalizada da superfície potenciométrica e recarga induzida direta do reservatório para o aquífero ao longo de toda a borda do reservatório, com expressão maior no flanco sul (Figuras 53 e 54).

As elevações induzidas distribuem-se por toda a área e as amplitudes máximas atingem até 10 m no flanco sul da área (Figura 55) e mínima da ordem de 2 m, ao longo do divisor principal. A superfície potenciométrica situa-se a profundidades que atingem até 25 m, ao longo dos divisores principais, e a curva de isoprofundidade de 5 m delimita uma área de pequena expressão ao longo das bordas do reservatório (Figura 56). Áreas com nível d'água final, após a instalação do reservatório, a profundidades iguais ou inferiores a 5 m representam locais com máxima influência, e portanto, áreas de destaque para estudos adicionais.

Como pode ser verificado no mapa (Figura 53), no bloco diagrama (Figura 54) e nas seções potenciométricas (Figuras 57 a 60), nesta fase da simulação, tem-se exclusivamente condições de fluxo do reservatório para o aquífero ao longo de toda a borda do reservatório.

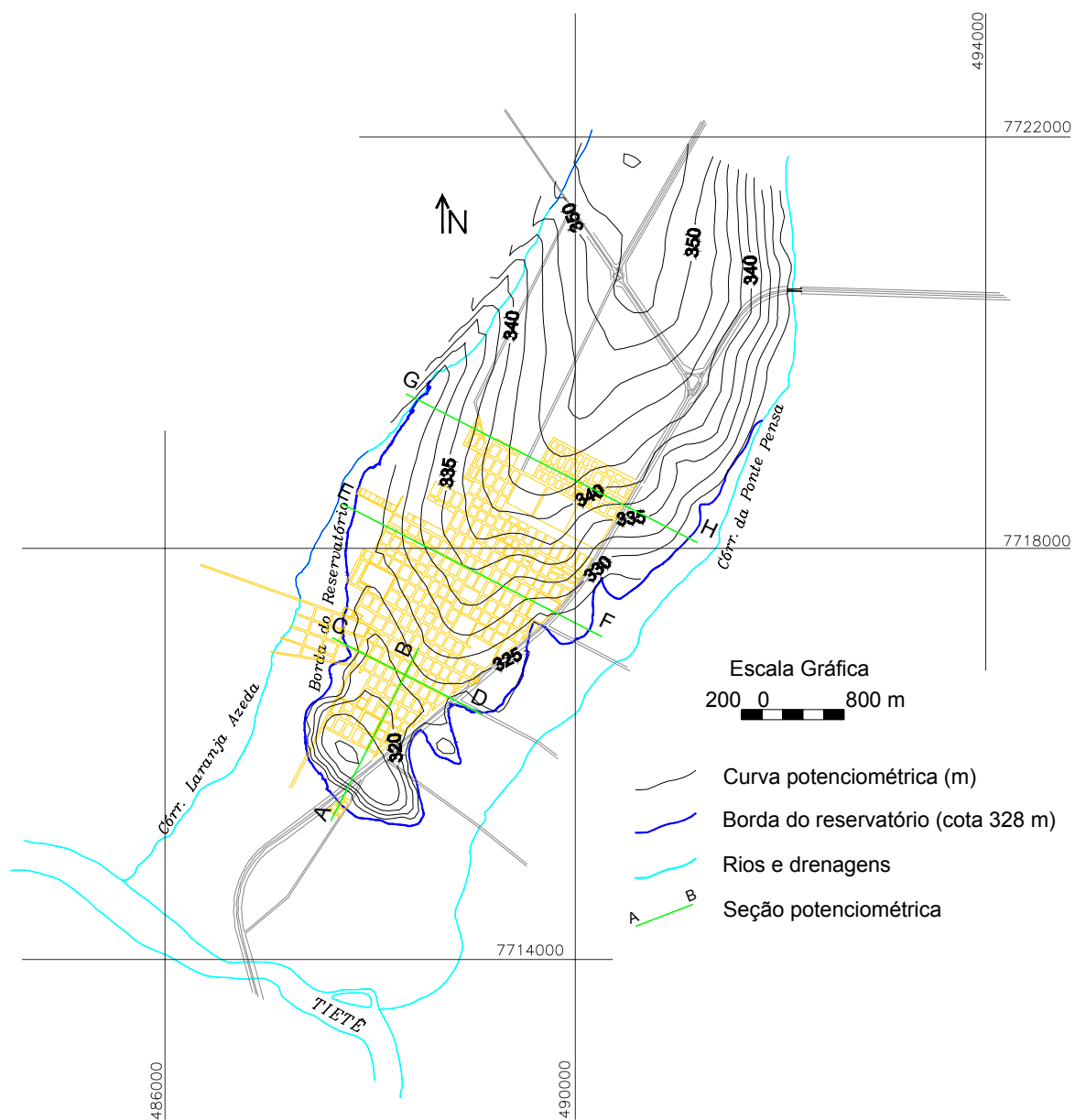


Figura 53 – Superfície potenciométrica do aquífero livre simulada para 240 dias após fechamento do reservatório (Abril/1991).

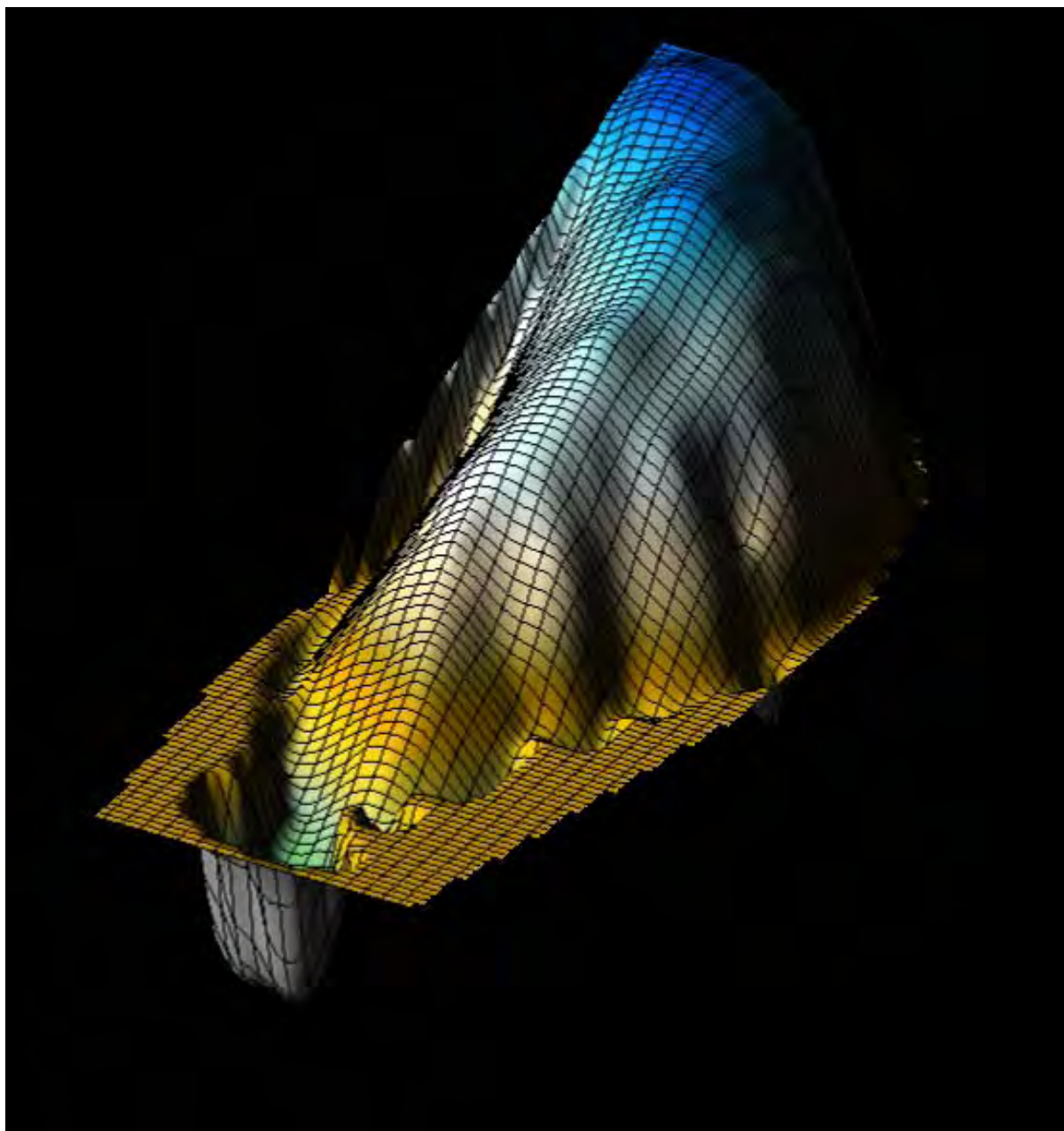


Figura 54 – Superfície potenciométrica do aquífero livre simulada para 240 dias após fechamento do reservatório (Abril/1991), gerada pelo software Surfer 8.0.

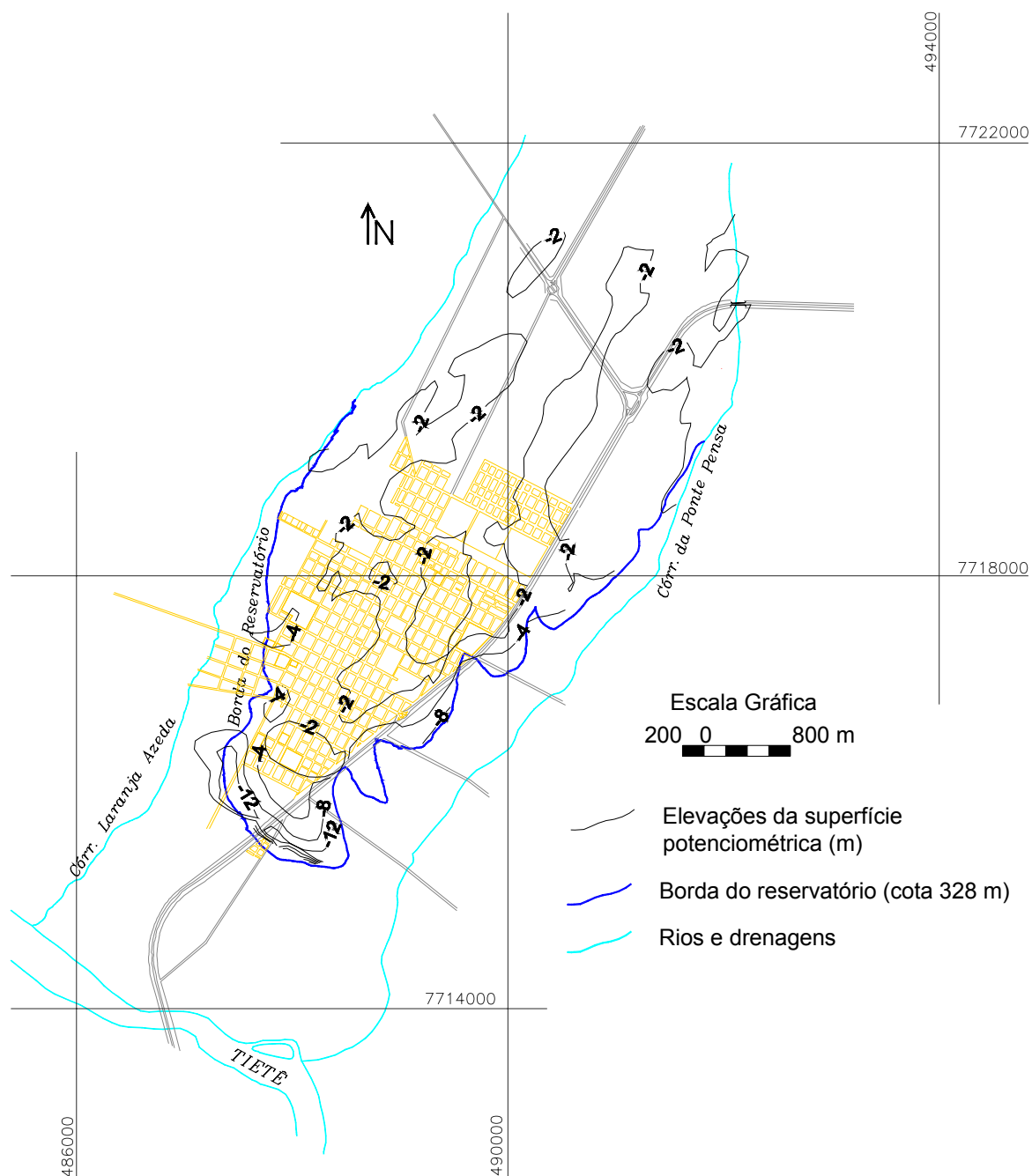


Figura 55 – Elevações simuladas da superfície potenciométrica 240 dias após o fechamento do reservatório (Abril/1991).

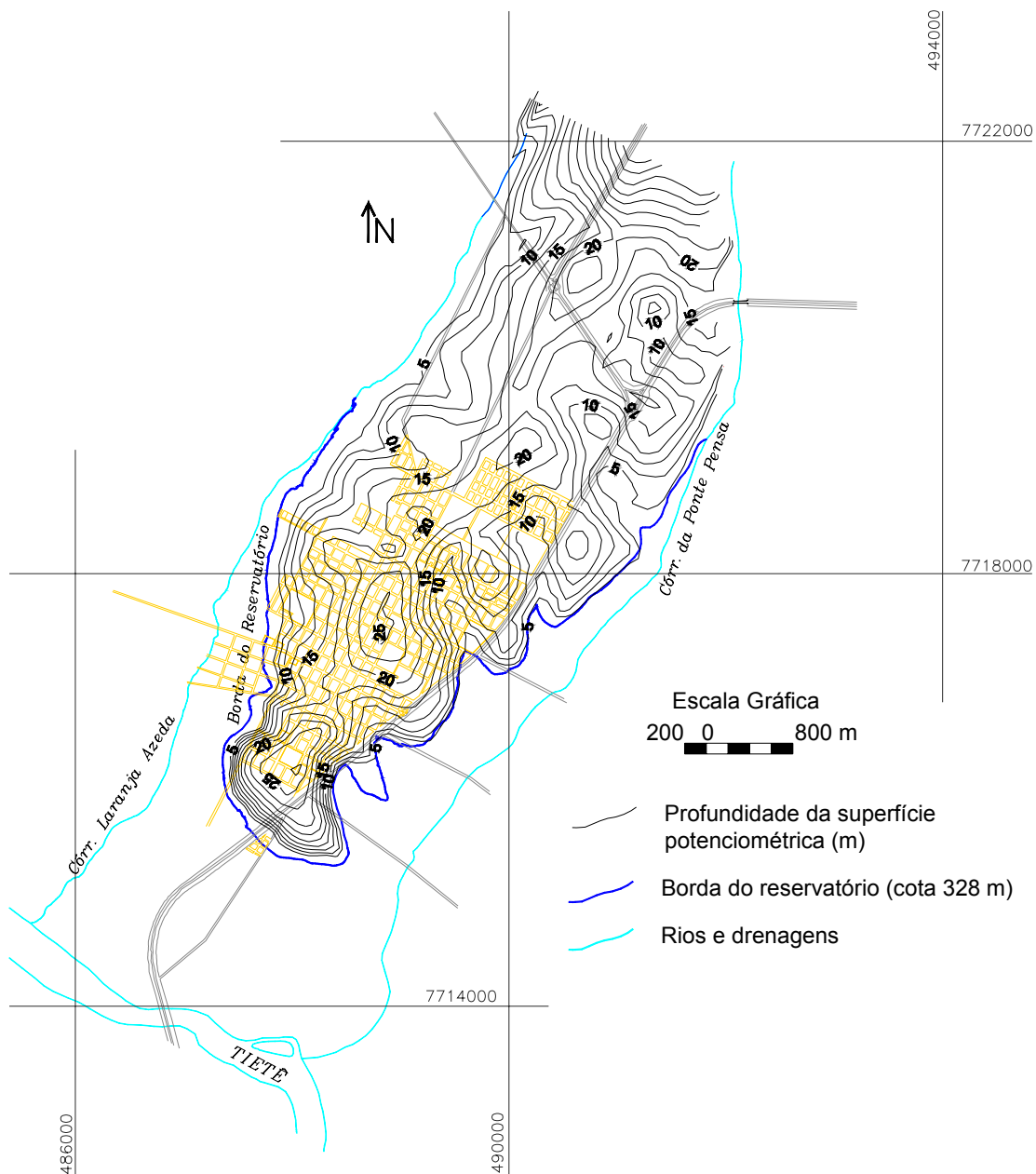


Figura 56 – Profundidades simuladas da superfície potenciométrica 240 dias após o fechamento do reservatório (Abril/1991).

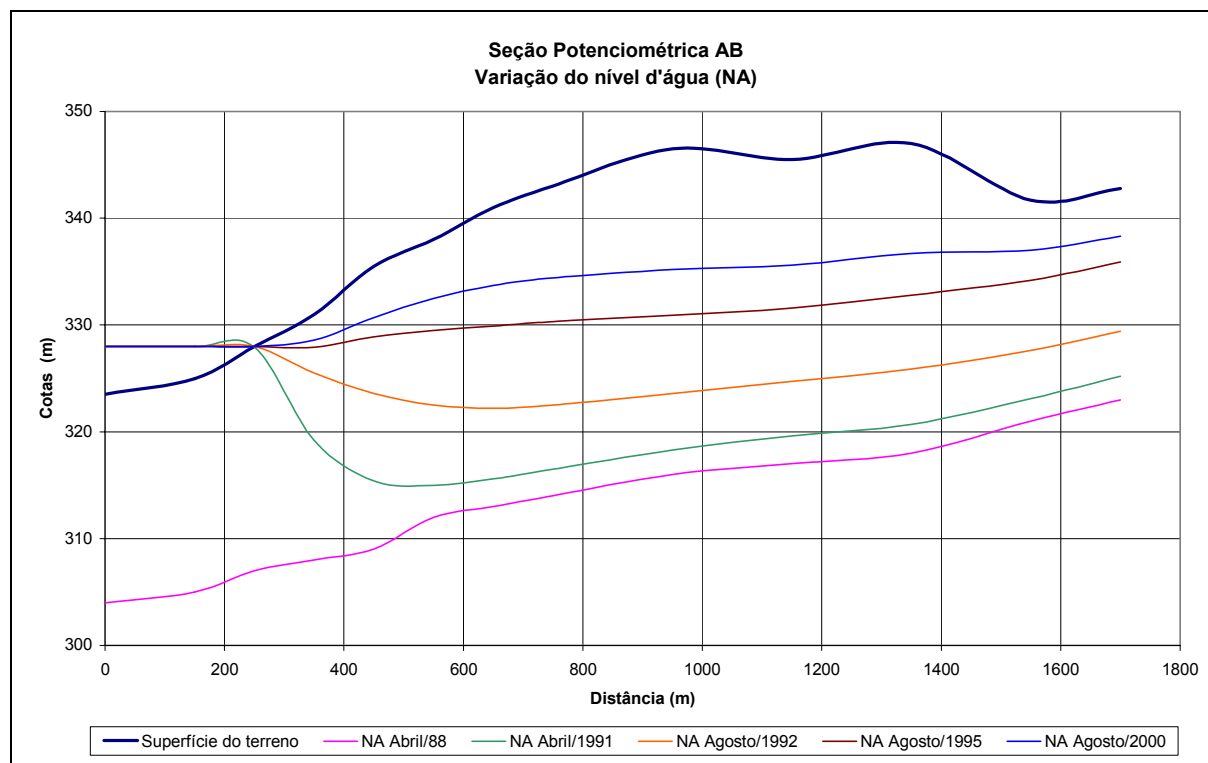


Figura 57 – Seção potenciométrica AB. Para localização da seção ver Figura 53.

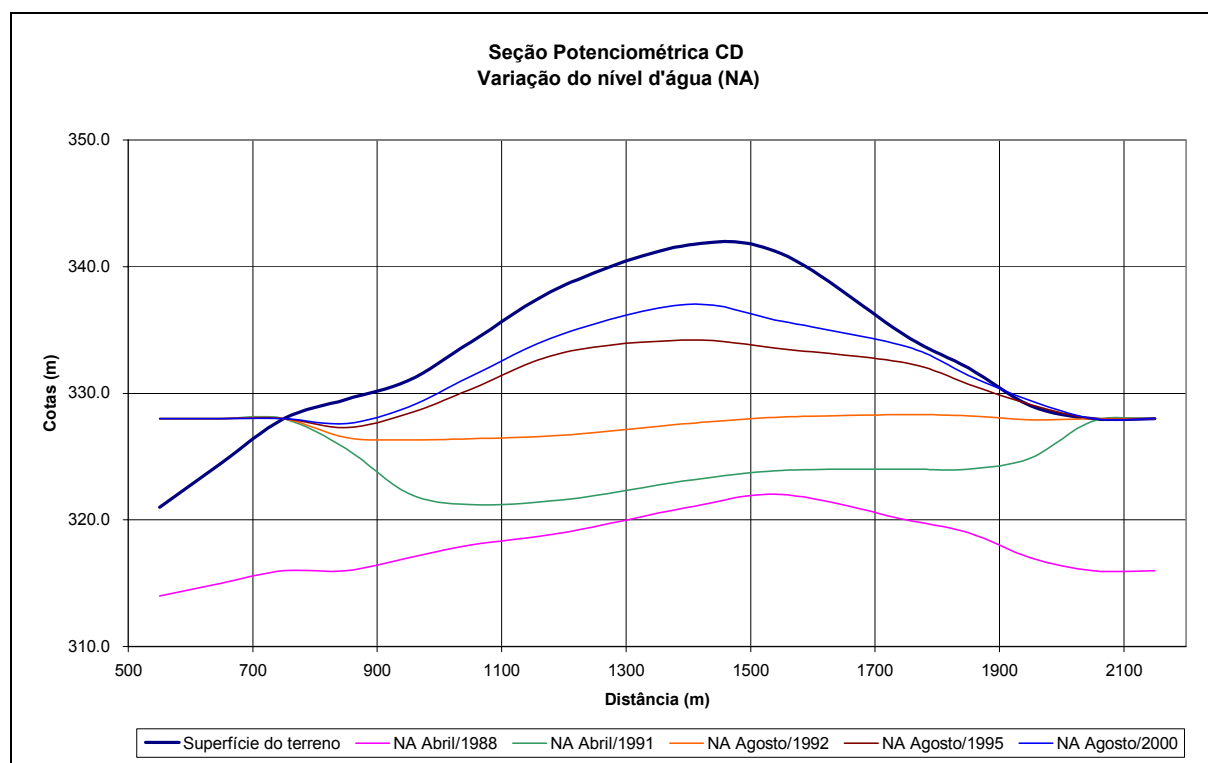


Figura 58 – Seção potenciométrica CD. Para localização da seção ver Figura 53.

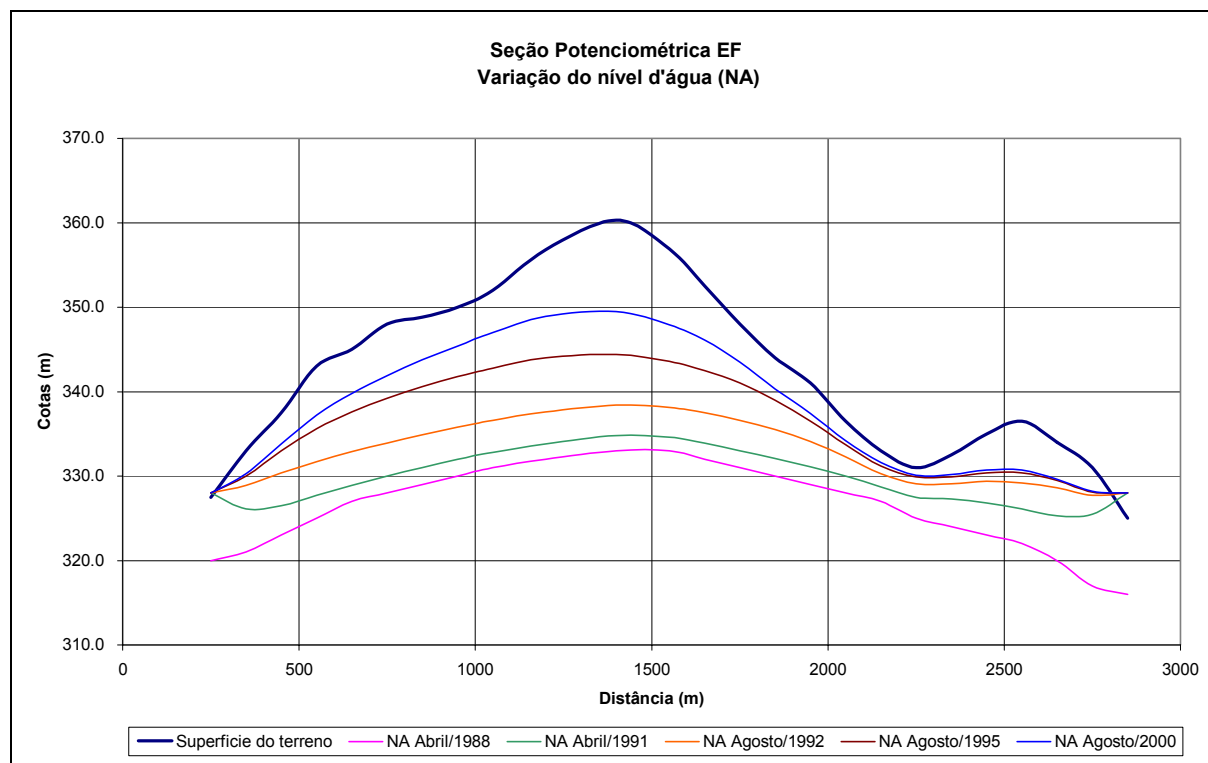


Figura 59 – Seção potenciométrica EF. Para localização da seção ver Figura 53.

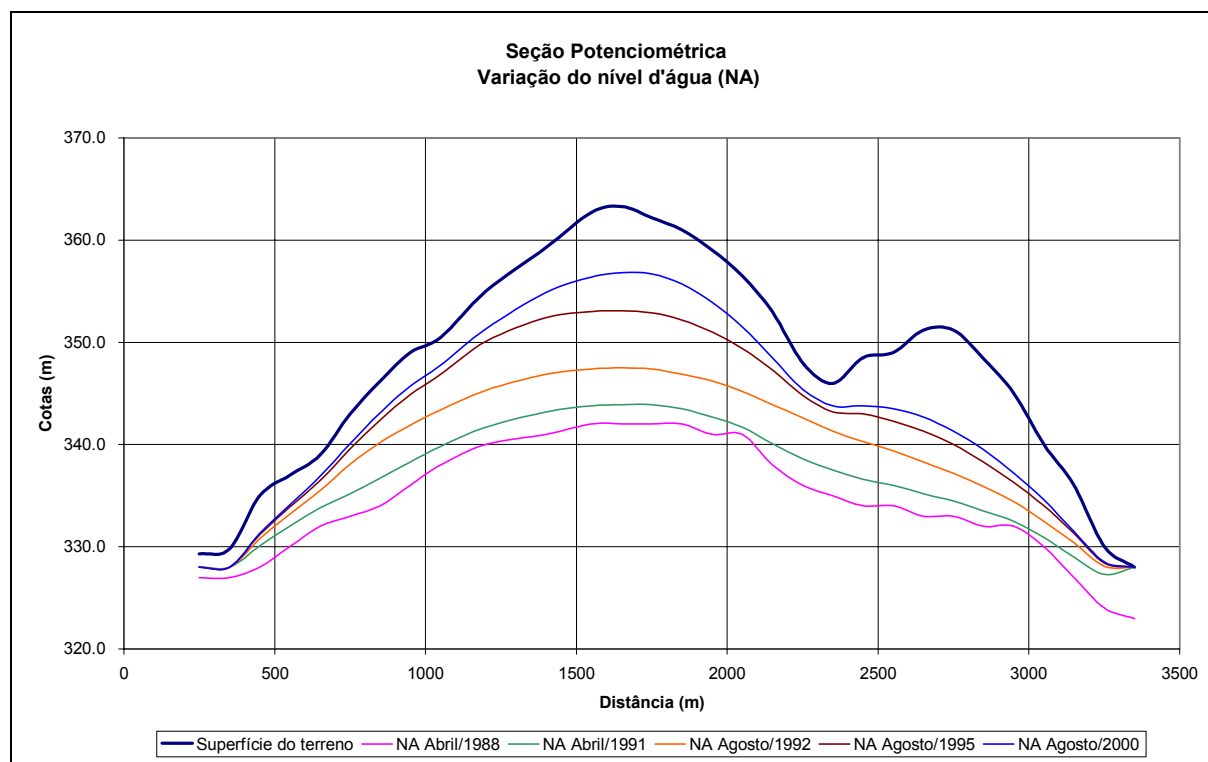


Figura 60 – Seção potenciométrica GH. Para localização da seção ver Figura 53.

7.5.1.2. Segundo Período de Simulação (720 dias)

A superfície potenciométrica continua em generalizada elevação por toda a área de interesse, porém as áreas de recarga diretamente induzidas concentram-se neste período apenas no flanco sul da cidade (Figuras 61 e 62). As elevações induzidas ainda se distribuem por toda a área simulada, atingindo 16m no flanco sul e cerca de 6m nas porções central e norte da cidade (Figuras 63). A superfície potenciométrica situa-se a profundidades de até 20 m, ao longo dos divisores principais e a curva de isoprofundidade 5 m delimita ainda uma área de pequena expressão ao longo das bordas do reservatório e adentrando nos vales principais (Figuras 64).

Neste período de simulação, já é notada a ocorrência de áreas onde as condições de fluxo originais estão se reestabelecendo, no entanto, a condição predominante ainda é de fluxo induzido na direção do reservatório para o aquífero. Caracteriza-se neste período da simulação o início da fase intermediária onde coexistem zonas com condições de fluxo do reservatório para o aquífero (porção sul da cidade) e zonas onde o sistema inicia o processo de reestabelecimento das condições de fluxo naturais (porções leste e oeste). Estas feições características das condições de fluxo são representadas no mapa (Figura 56), no bloco diagrama (Figura 57) e nas seções potenciométricas (Figuras 57 a 60).

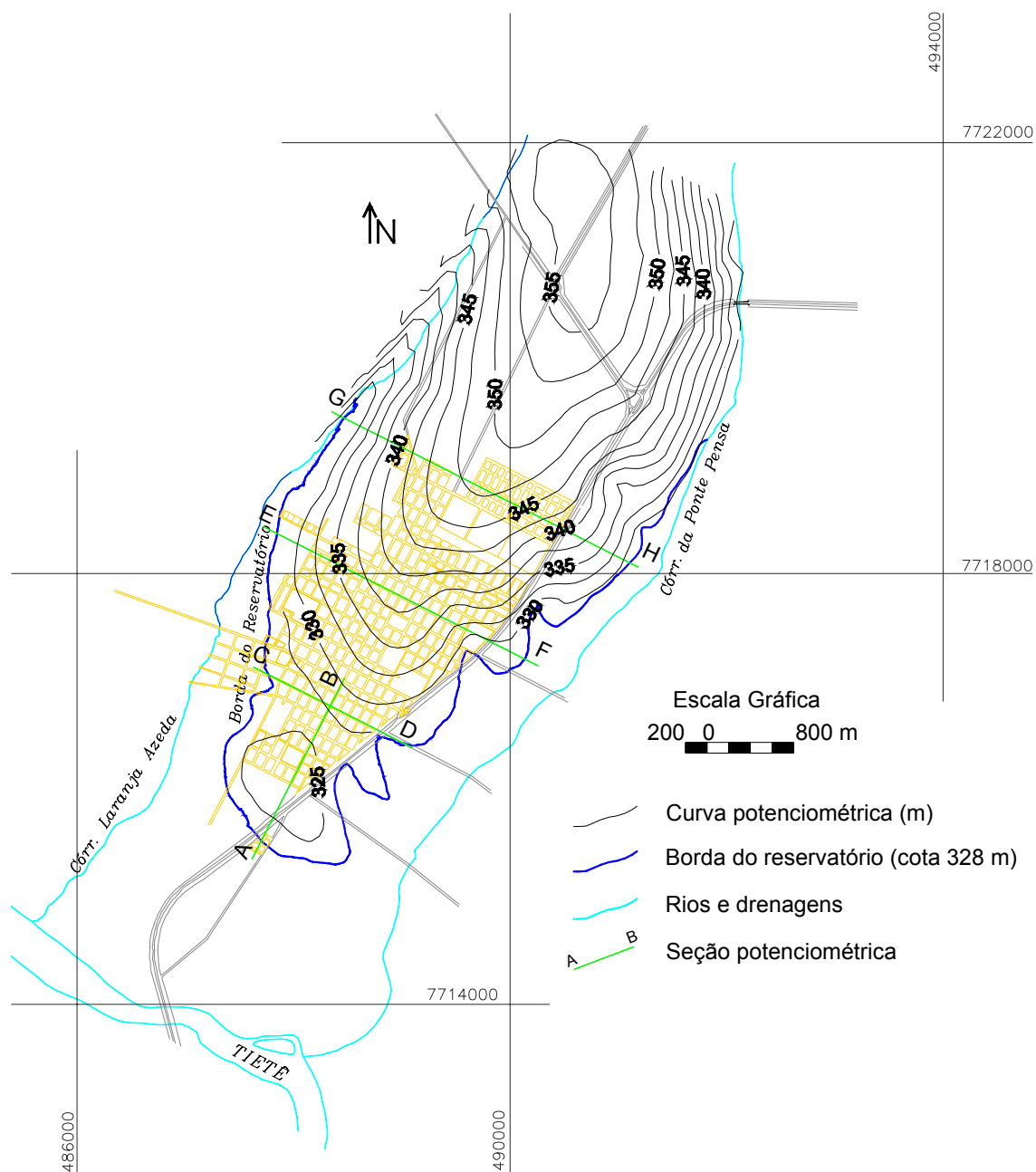


Figura 61 – Superfície potenciométrica do aquífero livre simulada para 720 dias após fechamento do reservatório (Agosto/1992).

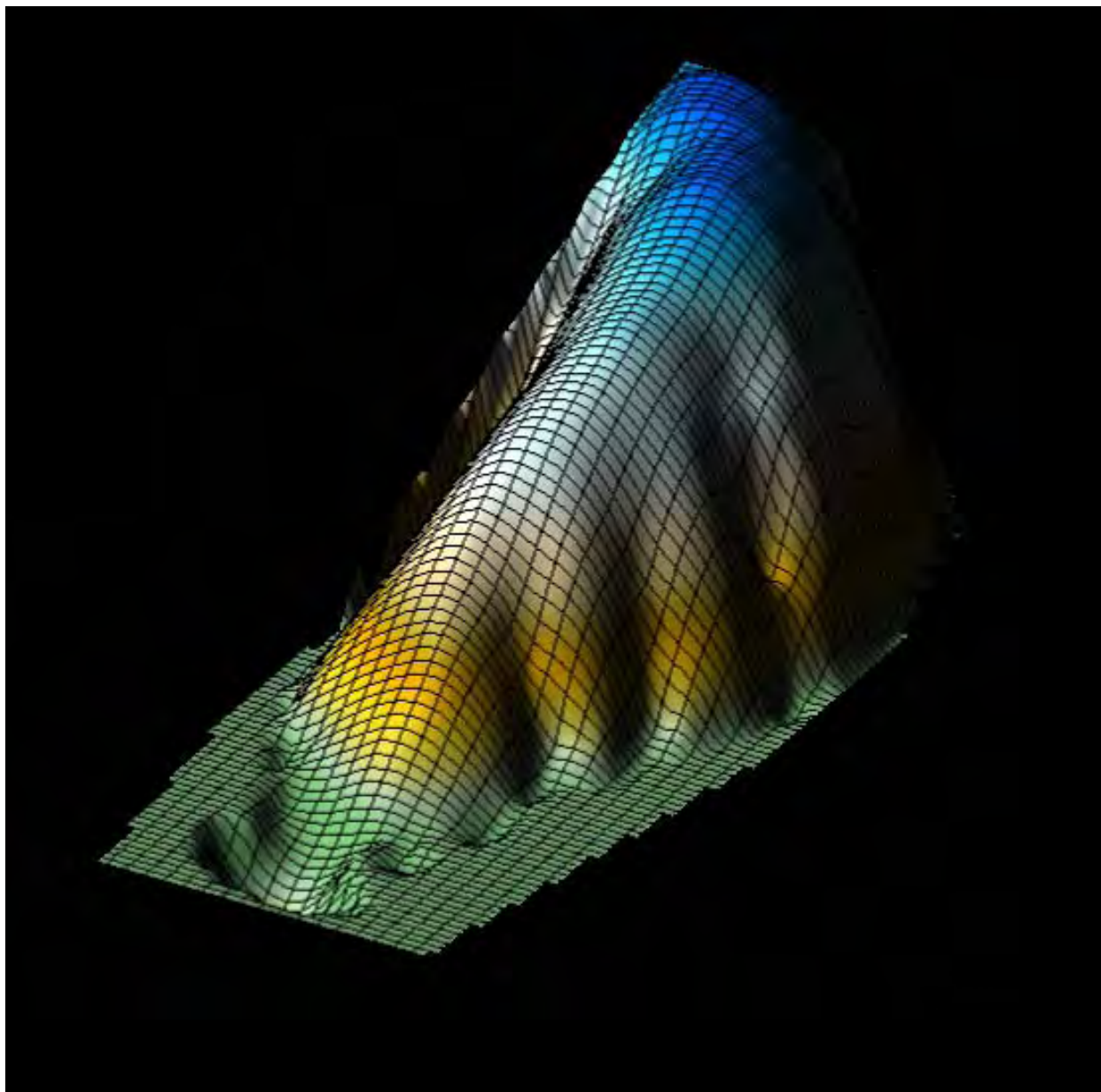


Figura 62 – Superfície potenciométrica do aquífero livre simulada para 720 dias após fechamento do reservatório (Agosto/1992) , gerada pelo software Surfer 8.0.

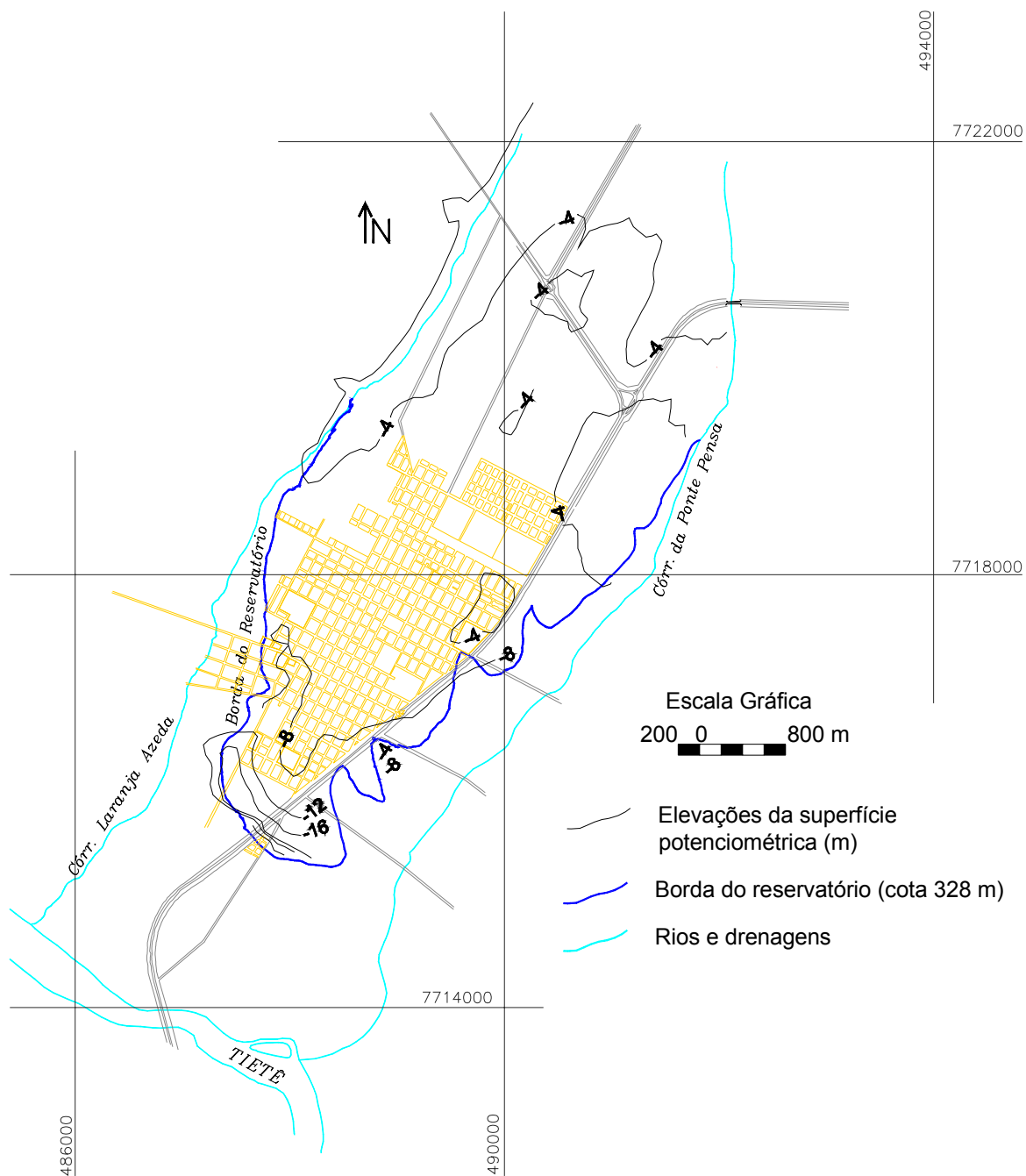


Figura 63 – Elevações simuladas da superfície potenciométrica 720 dias após o fechamento do reservatório (Agosto/1992).

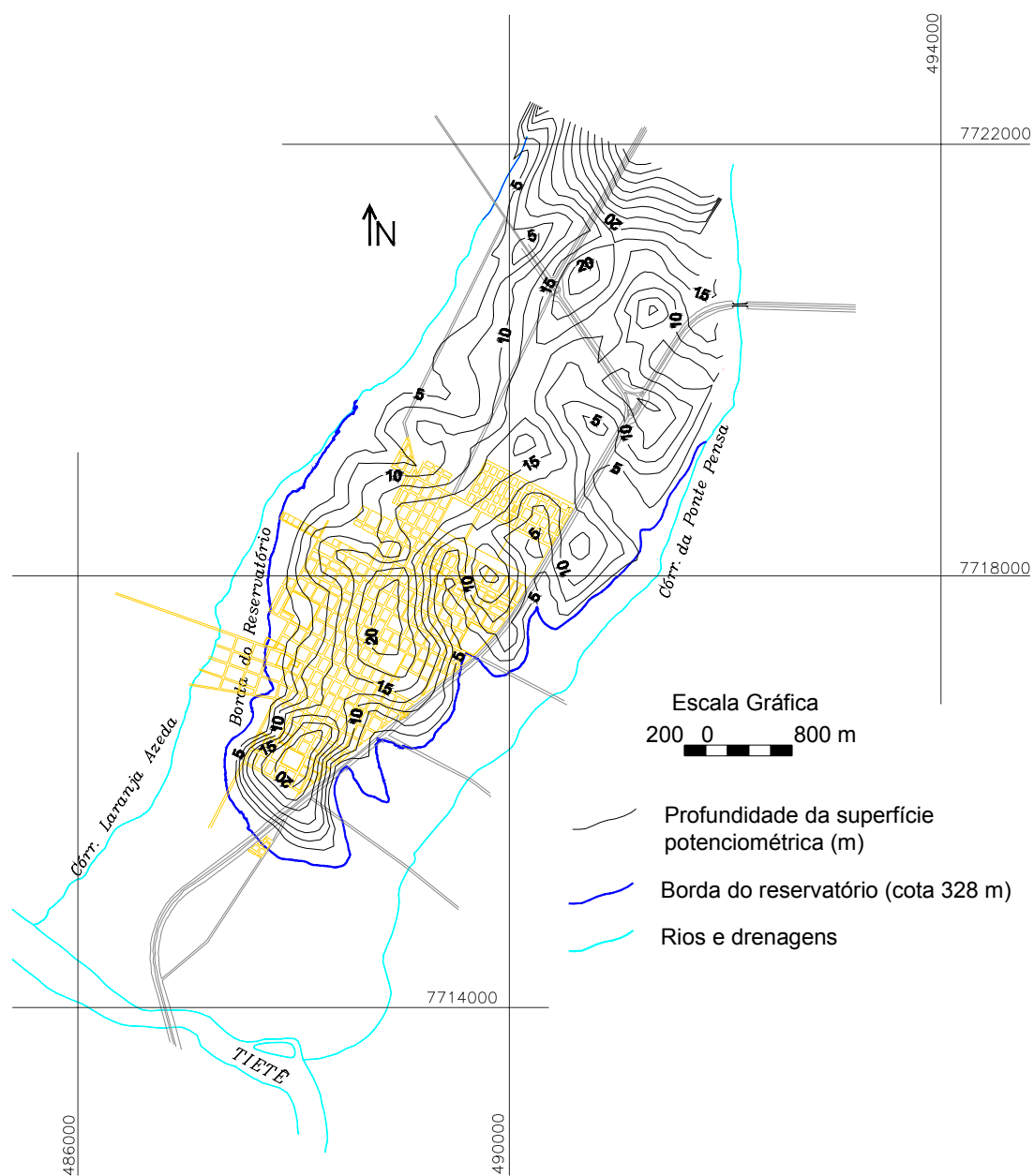


Figura 64 – Profundidades simuladas da superfície potenciométrica 720 dias após o fechamento do reservatório (Agosto/1992).

7.5.1.3. Terceiro Período de Simulação (1800 dias)

Configura-se neste período o 5º ano de imposição do reservatório. A superfície potenciométrica continua em elevação generalizada (Figura 65); no entanto, cessam as condições de fluxo induzido do reservatório para o aquífero (Figura 66), entrando o sistema na última fase do processo de modificações, caminhando então para o reestabelecimento das condições naturais (Figuras 55 a 60).

O fluxo subterrâneo desenvolve-se rumo ao reservatório, com gradientes hidráulicos ainda alterados pelos processos de modificações induzidas no sistema aquífero pela imposição do reservatório (Figuras 65 e 66).

As elevações induzidas já atingem 20 m no flanco sul da cidade e cerca de 12m ao longo dos divisores (Figura 67). Ao longo das bordas do reservatório, observam-se elevações da ordem de 4-8 m.

A superfície potenciométrica situa-se a profundidades máximas da ordem de 10-15 m ao longo dos divisores principais. A curva de isoprofundidade 5 m já delimita uma área de expressão significativa ao longo das margens do reservatório, caracterizando a área de principal influência cinco anos após o enchimento (Figura 68).

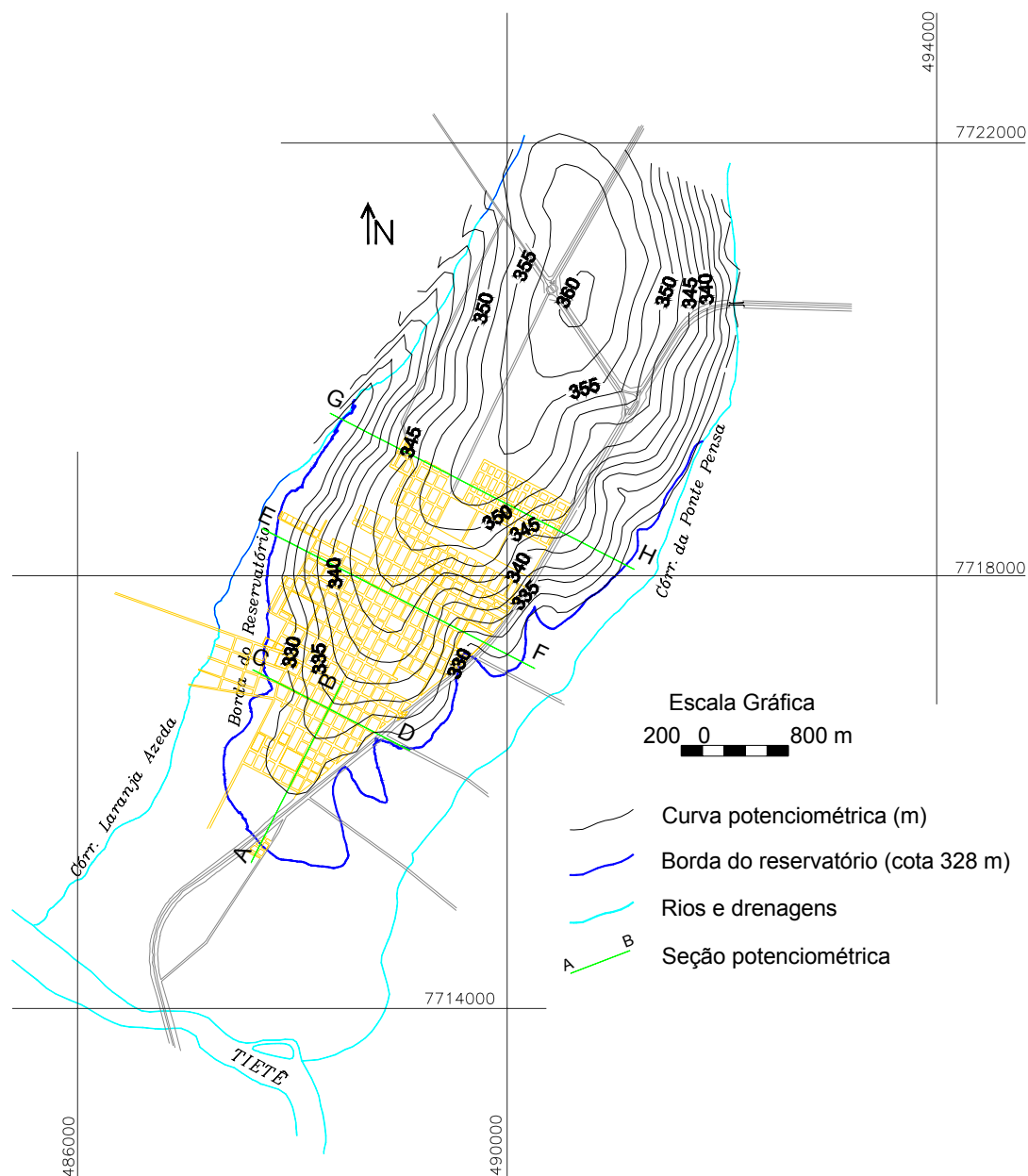


Figura 65 – Superfície potenciométrica do aquífero livre simulada para 1800 dias após fechamento do reservatório (Agosto/1995).

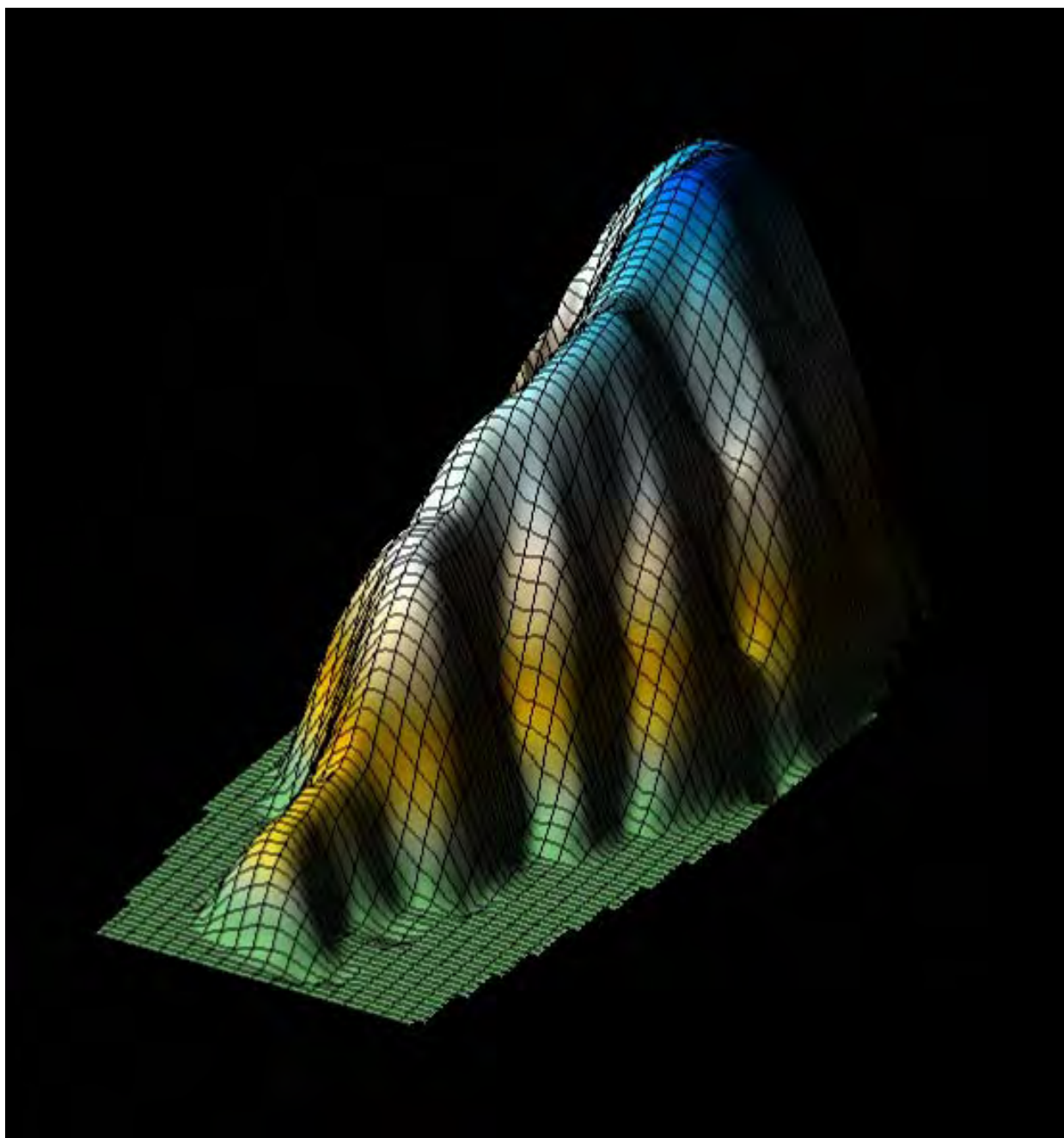


Figura 66 – Superfície potenciométrica do aquífero livre simulada para 1800 dias após fechamento do reservatório (Agosto/1995) , gerada pelo software Surfer 8.0.

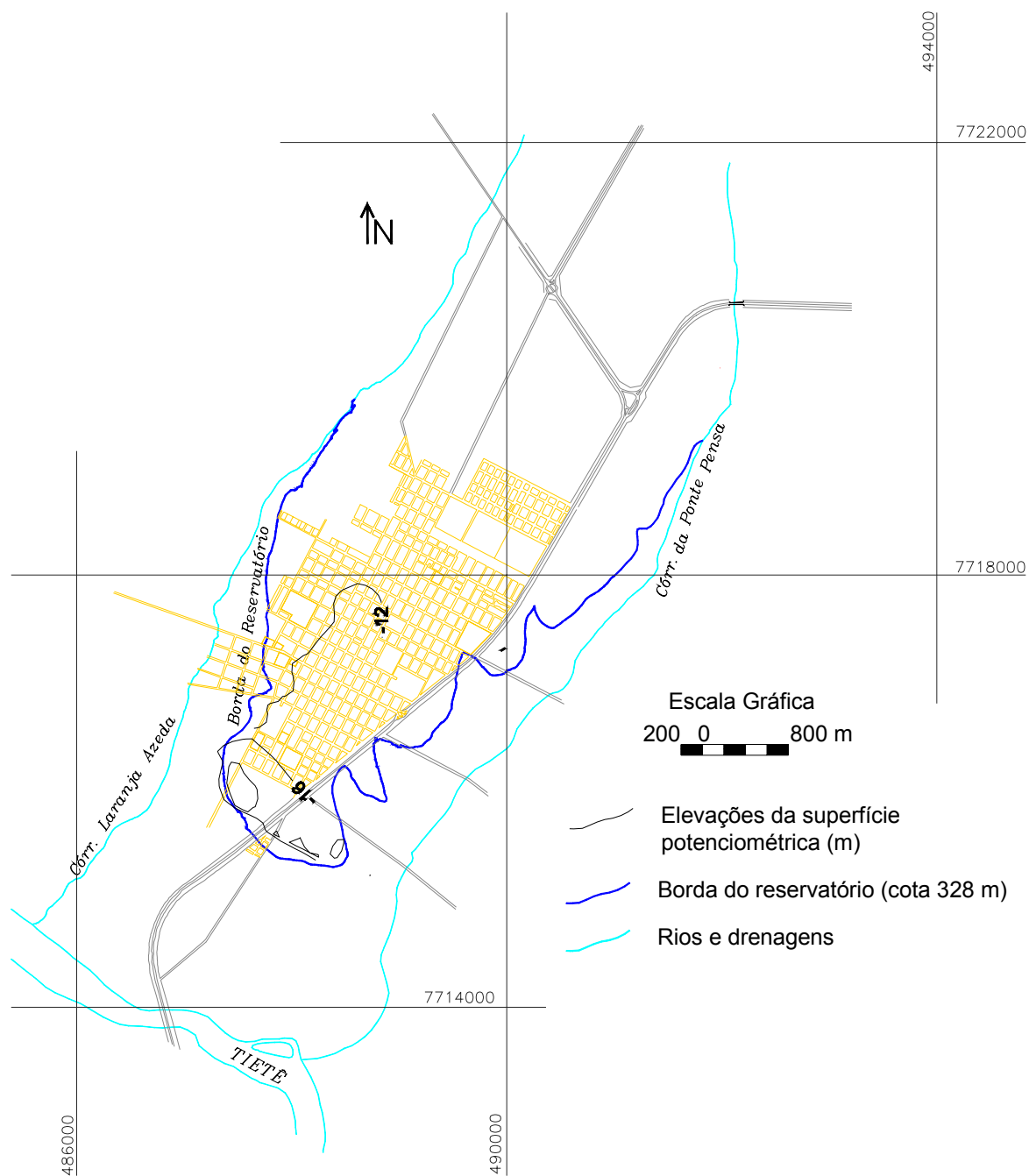


Figura 67 – Elevações simuladas da superfície potenciométrica 1800 dias após o fechamento do reservatório (Agosto/1995).

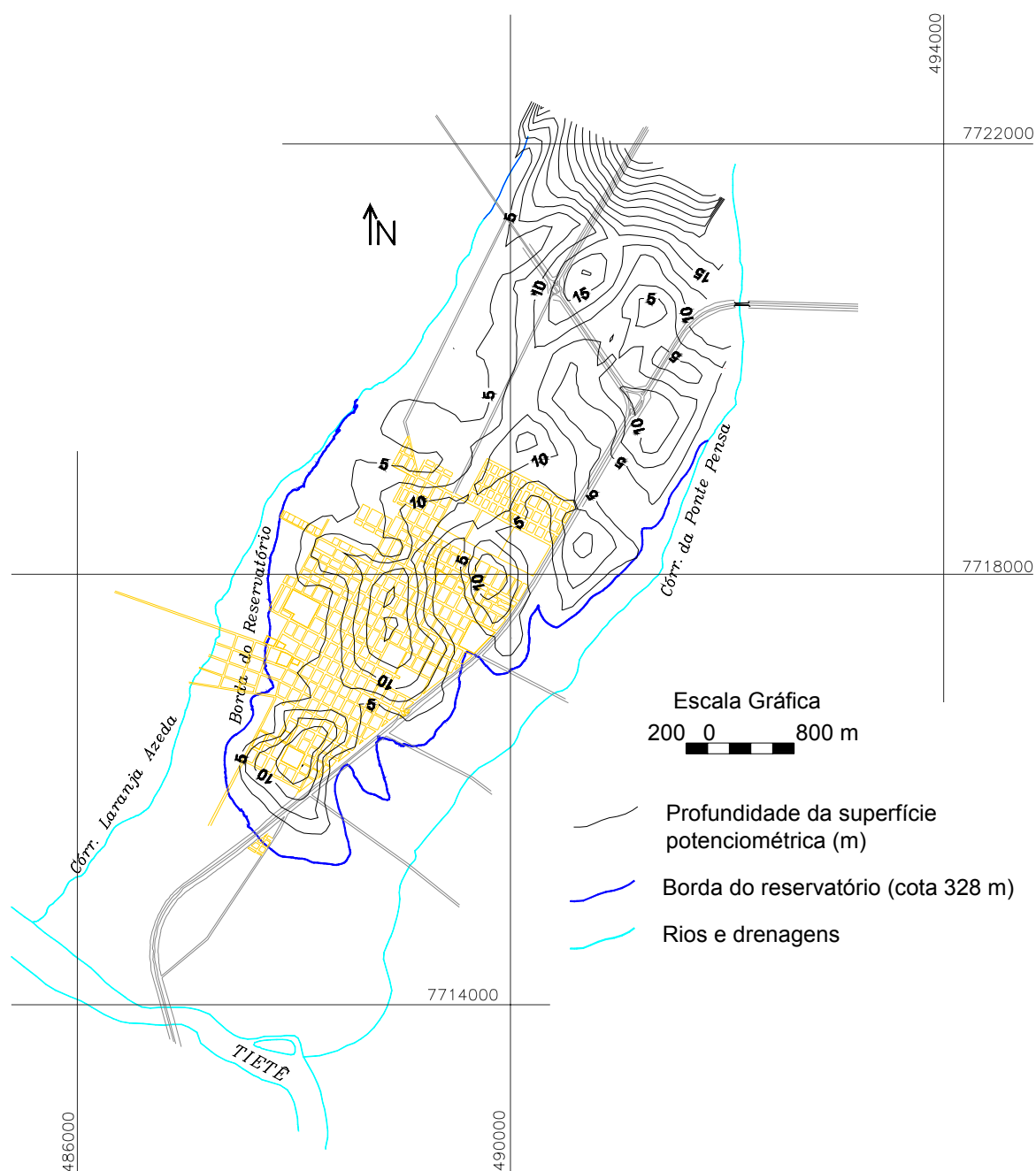


Figura 68 – Profundidade da superfície potenciométrica 1800 dias após o fechamento do reservatório (simulada) – Agosto/1995.

7.5.1.4. Quarto Período de Simulação (3600 dias)

Configura-se neste período o 10º ano de imposição do reservatório. A elevação é generalizada, mas observa-se tendência à estabilização (Figuras 57 a 60).

O fluxo subterrâneo se desenvolve exclusivamente no rumo do aquífero para o reservatório (Figuras 69 e 70), e as superfícies potenciométricas induzida (Figura 69) e natural (Figura 20) apresentam semelhança na configuração das equipotenciais, evidenciando que foi atingida a fase de estabilização; os valores dos gradientes hidráulicos apresentam diminuição na direção longitudinal e incremento nas laterais da cidade.

Ao longo do divisor principal, as elevações atingem 14-18 m, e no flanco sul da área permanecem com máximo de 20 m. Em relação ao período anterior, nota-se que no flanco sul não foi registrado aumento nas elevações, houve apenas dispersão da área abrangida pela curva de isoelevação 20 m (Figura 71).

A superfície potenciométrica posiciona-se a profundidades máximas da ordem de 6 m ao longo dos divisores, configurando-se uma zona delimitada pela curva de isoprofundidade 5 m, distribuída ao longo de toda a área da cidade (Figura 72).

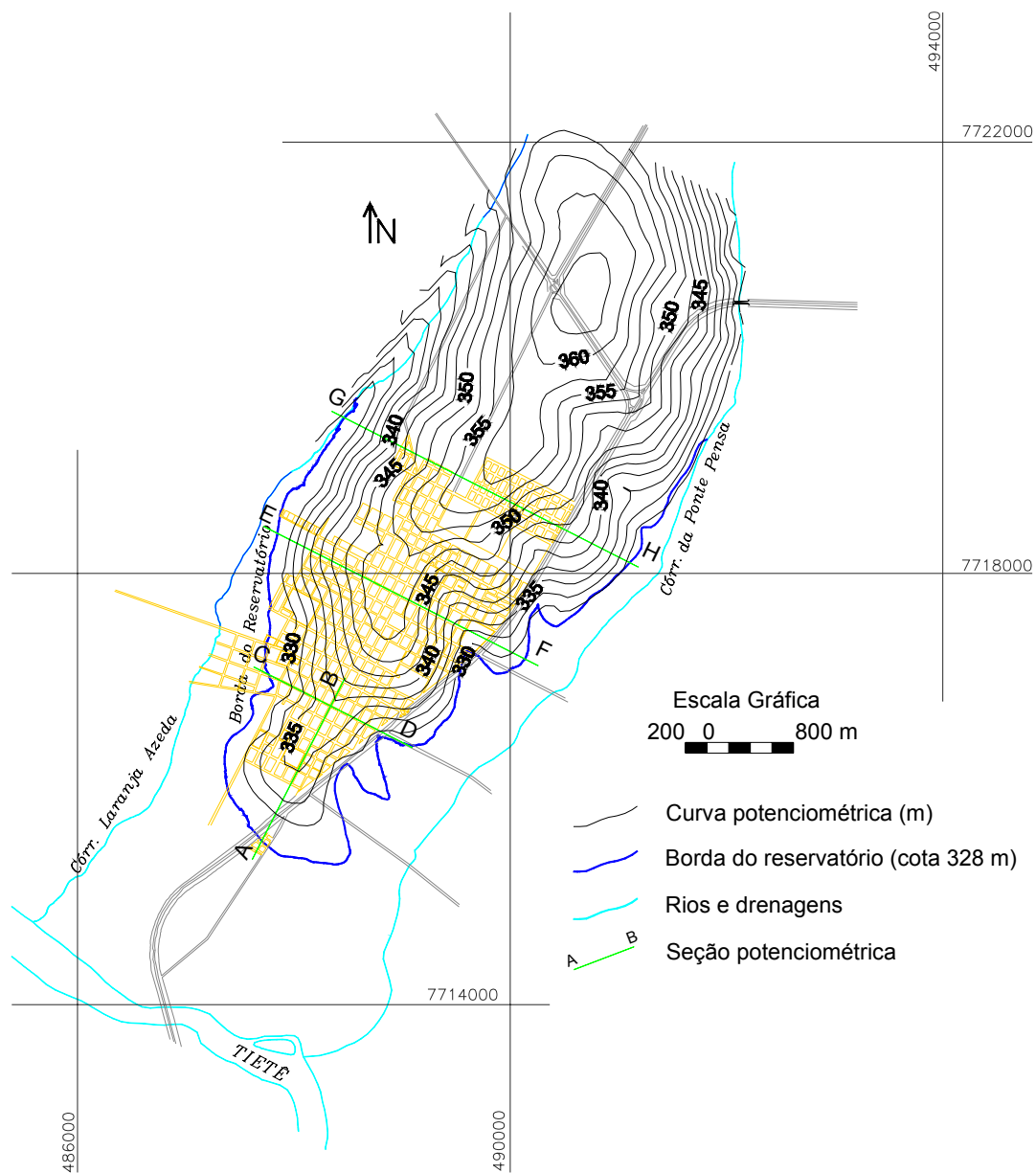


Figura 69 – Superfície potenciométrica do aquífero livre simulada para 3600 dias após fechamento do reservatório (Agosto/2000).

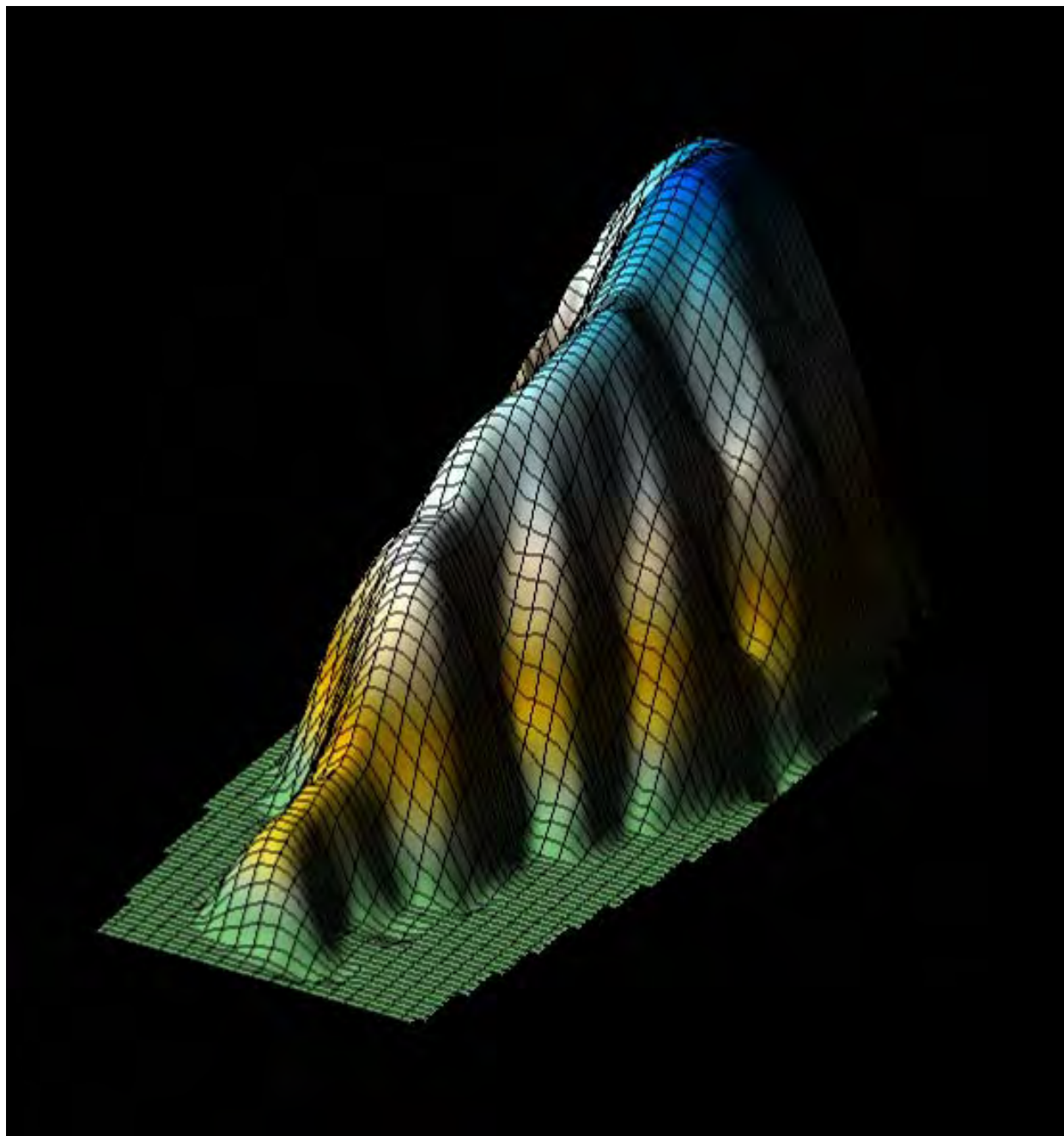


Figura 70 – Superfície potenciométrica do aquífero livre simulada para 3600 dias após fechamento do reservatório (Agosto/2000) , gerada pelo software Surfer 8.0.

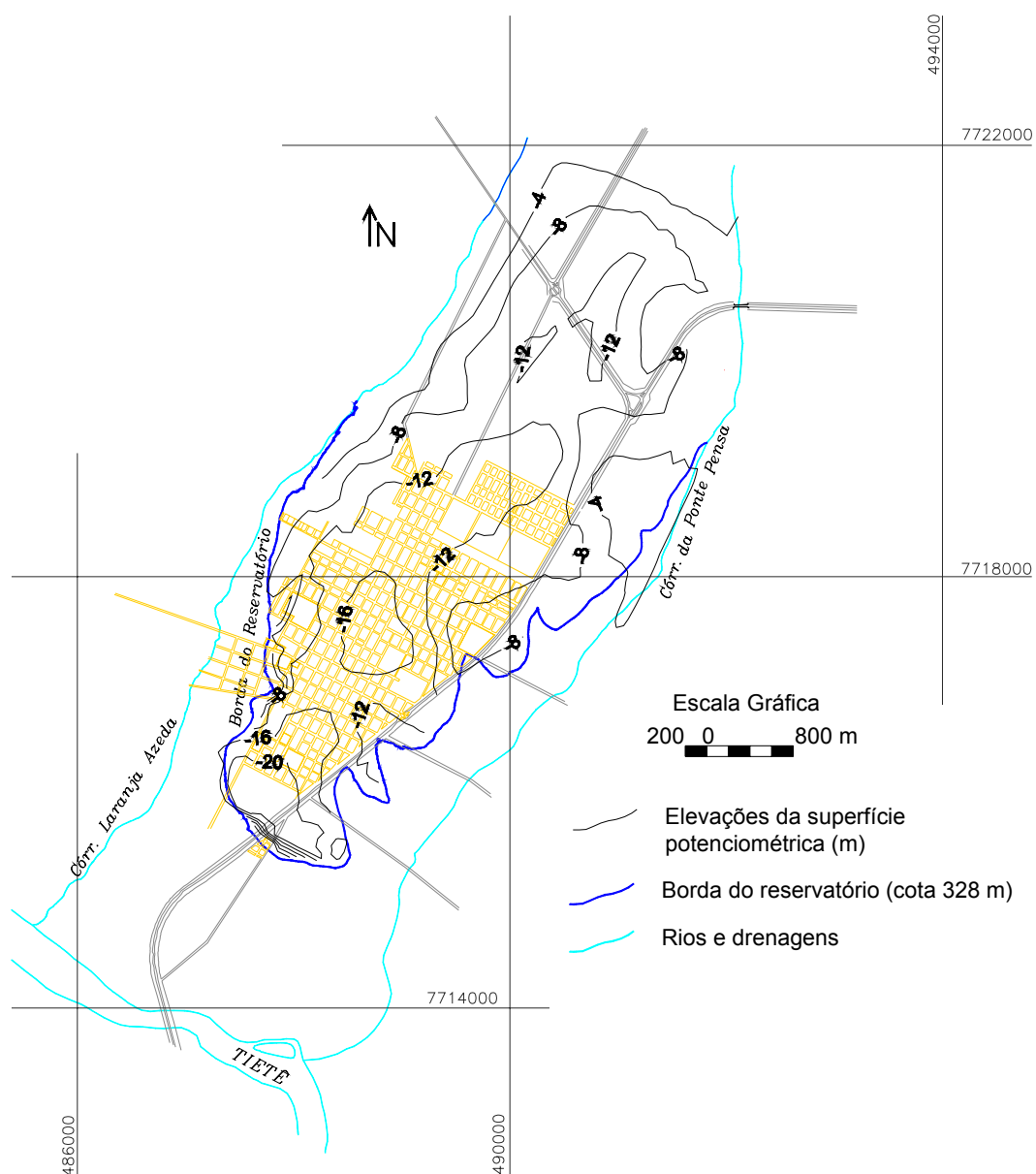


Figura 71 – Elevações simuladas da superfície potenciométrica 3600 dias após o fechamento do reservatório (Agosto/2000).

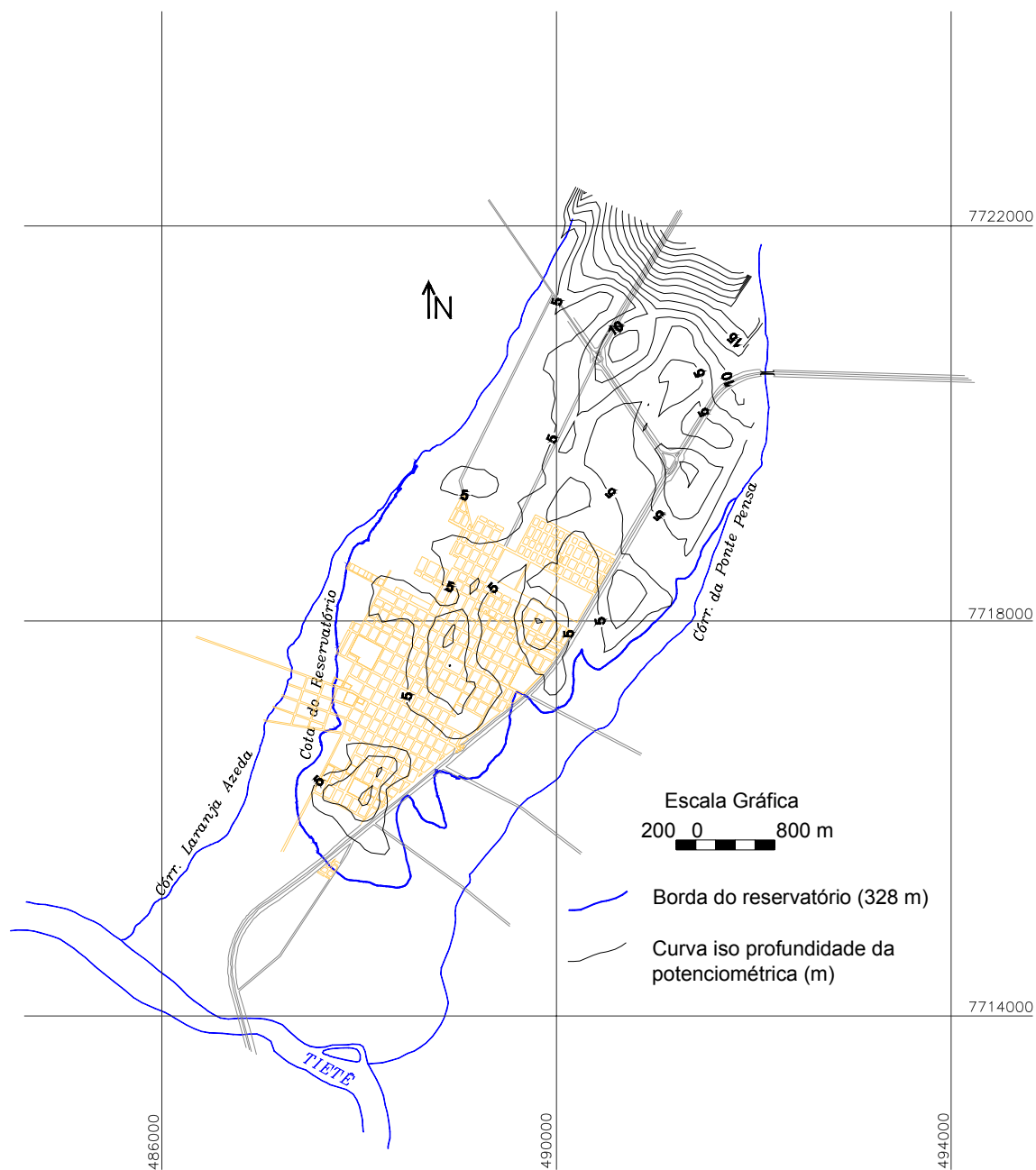


Figura 72 – Profundidades simuladas da superfície potenciométrica 3600 dias após o fechamento do reservatório (Agosto/2000).

7.6. ANÁLISE DOS RESULTADOS DA SIMULAÇÃO

Os resultados gerados pela simulação do enchimento do reservatório de Três Irmãos, mostram que, no 10º ano de simulação (3600 dias), a elevação ainda é generalizada, porém a tendência de estabilização é verificada pela semelhança entre a configuração das equipotenciais e dos gradientes hidráulicos das superfícies potenciométricas induzida (Figura 69) e natural (Figura 20).

As seções potenciométricas (Figuras 57 a 60) exemplificam a evolução da superfície potenciométrica ao longo do tempo e mostram a semelhança entre a configuração das equipotenciais induzida e natural, assim como permitem avaliar a semelhança entre os gradientes para estes dois períodos. Na Figura 58 nota-se a migração do divisor de águas subterrâneas, ocasionada pela diferenciação na morfologia do terreno entre os dois extremos da seção analisada.

A análise integrada do mapa de profundidade do nível d'água original (Figura 21) e do mapa de elevações da superfície potenciométrica para 3.600 dias de simulação (Figura 71) indica que nos extremos da cidade:

- ✓ flanco sul: as elevações totais já atingem cerca de 80% da elevação do nível de base local;
- ✓ flanco leste: as elevações totais já atingem cerca de 80% do nível de base local; e
- ✓ flanco oeste: as elevações totais atingem cerca de 70% da elevação do nível de base local.

Os hidrogramas dos piezômetros e poços de observação analisados (Figuras 73 a 82) mostram significativa diferenciação para a resposta inicial do sistema aquífero às alterações impostas pelo enchimento do reservatório. Verifica-se que estas foram detectadas entre agosto de 1990 e fevereiro de 1991 a diferentes amplitudes e que, em geral, diminuem para o interior da área da cidade. Este retardo nas respostas reflete condições de baixo índice pluviométrico na época do enchimento do lago.

Em alguns pontos, notadamente aqueles situados no extremo norte da área, foi observada resposta com amplitude incipiente quando comparada às variações sazonais locais (Figuras 77, 78, 79, 81 e 82).

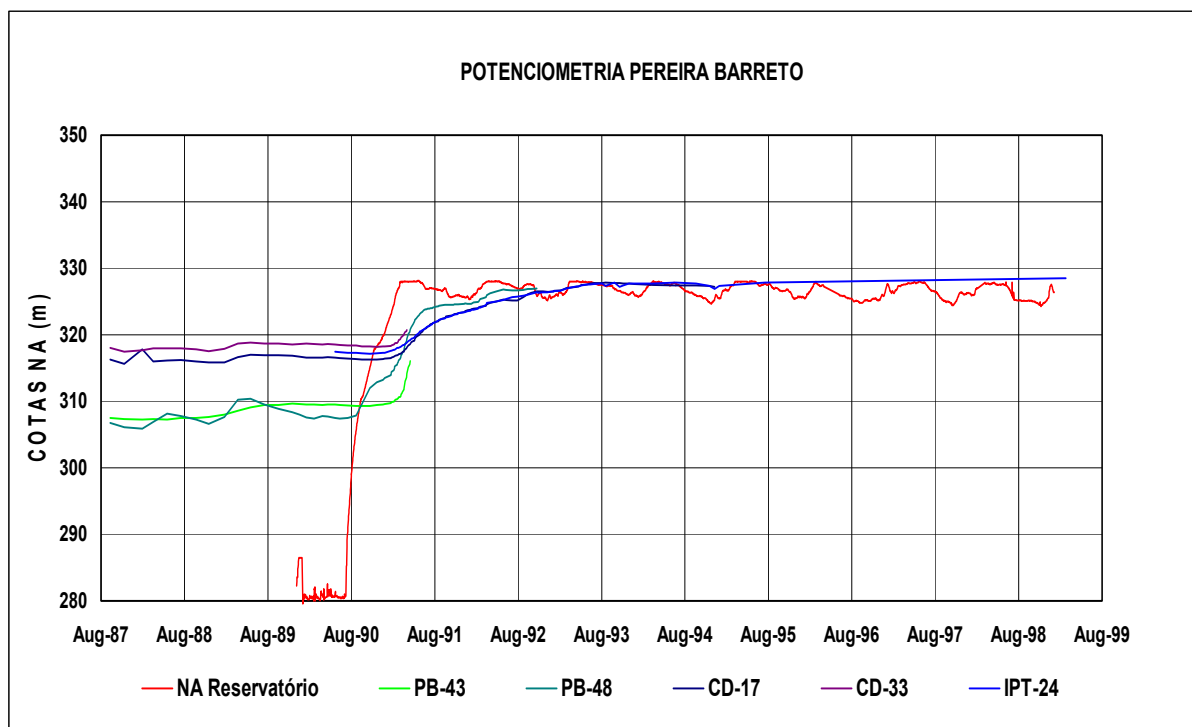


Figura 73 – Hidrograma dos poços de monitoramento PB-43, PB-48, CD-17, CD-33 e IPT-24. A curva em vermelho (NA Reservatório) corresponde ao nível de água no reservatório a montante da barragem. Para localização dos poços ver Figura 17.

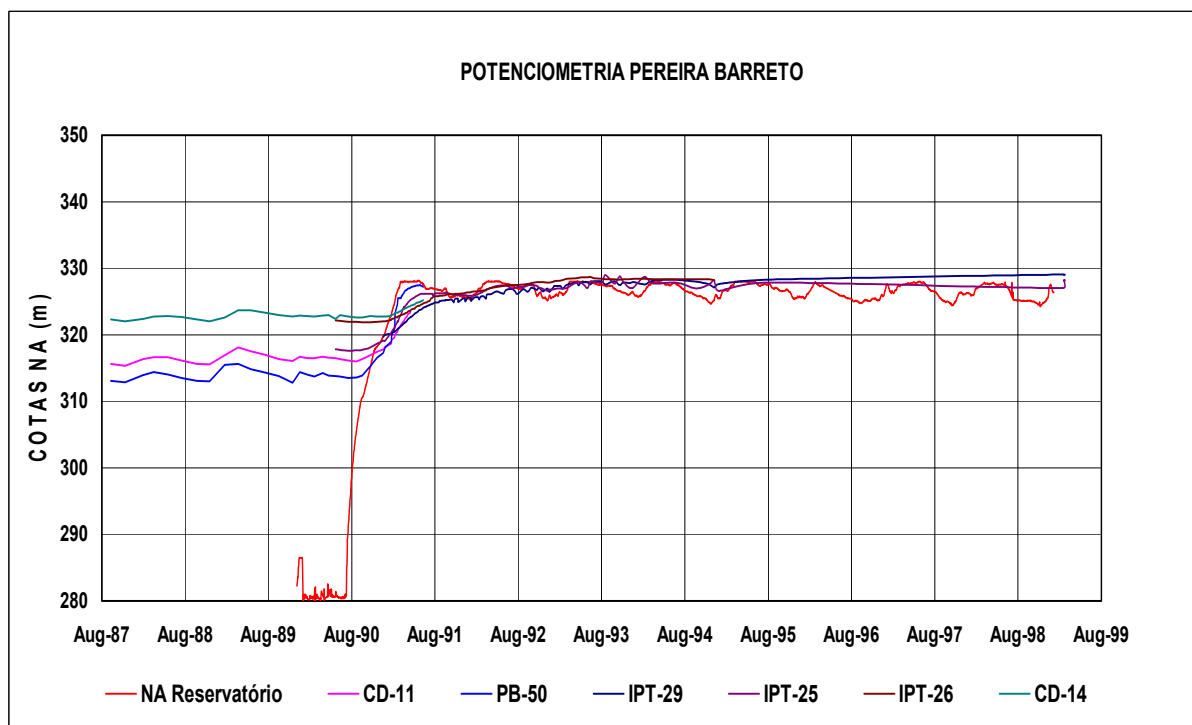


Figura 74 – Hidrograma dos poços de monitoramento CD-11, PB-50, IPT-29, IPT-25, IPT-26, e CD-14. A curva em vermelho (NA Reservatório) corresponde ao nível de água no reservatório a montante da barragem. Para localização dos poços ver Figura 17.

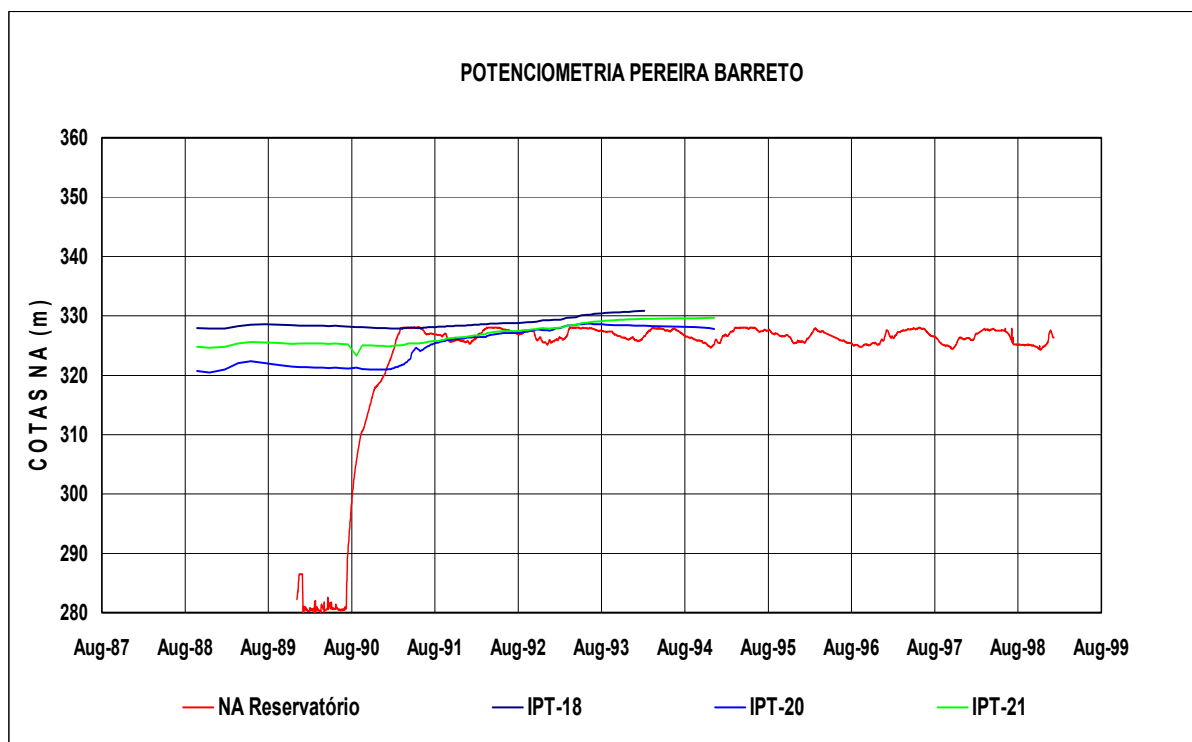


Figura 75 – Hidrograma dos poços de monitoramento IPT-18, IPT-20, e IPT-21. A curva em vermelho (NA Reservatório) corresponde ao nível de água no reservatório a montante da barragem. Para localização dos poços ver Figura 16.

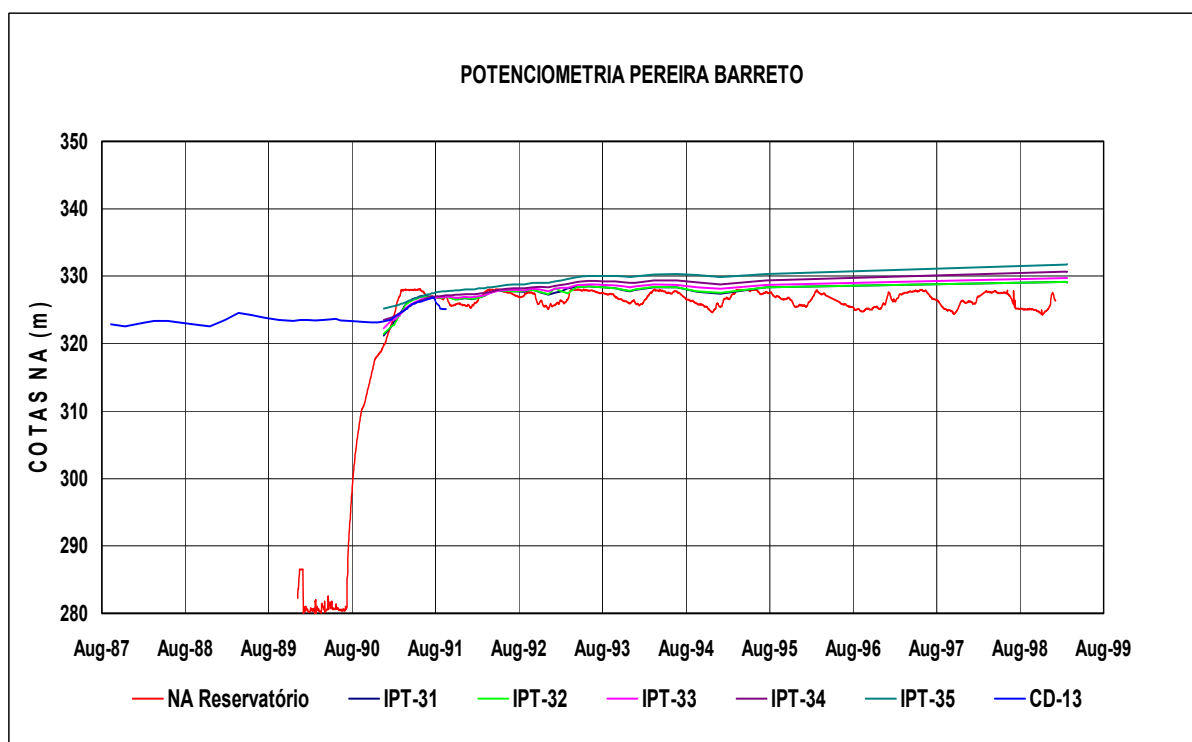


Figura 76 – Hidrograma dos poços de monitoramento IPT-31, IPT-32, IPT-33, IPT-34, e CD-13. A curva em vermelho (NA Reservatório) corresponde ao nível de água no reservatório a montante da barragem. Para localização dos poços ver Figura 16.

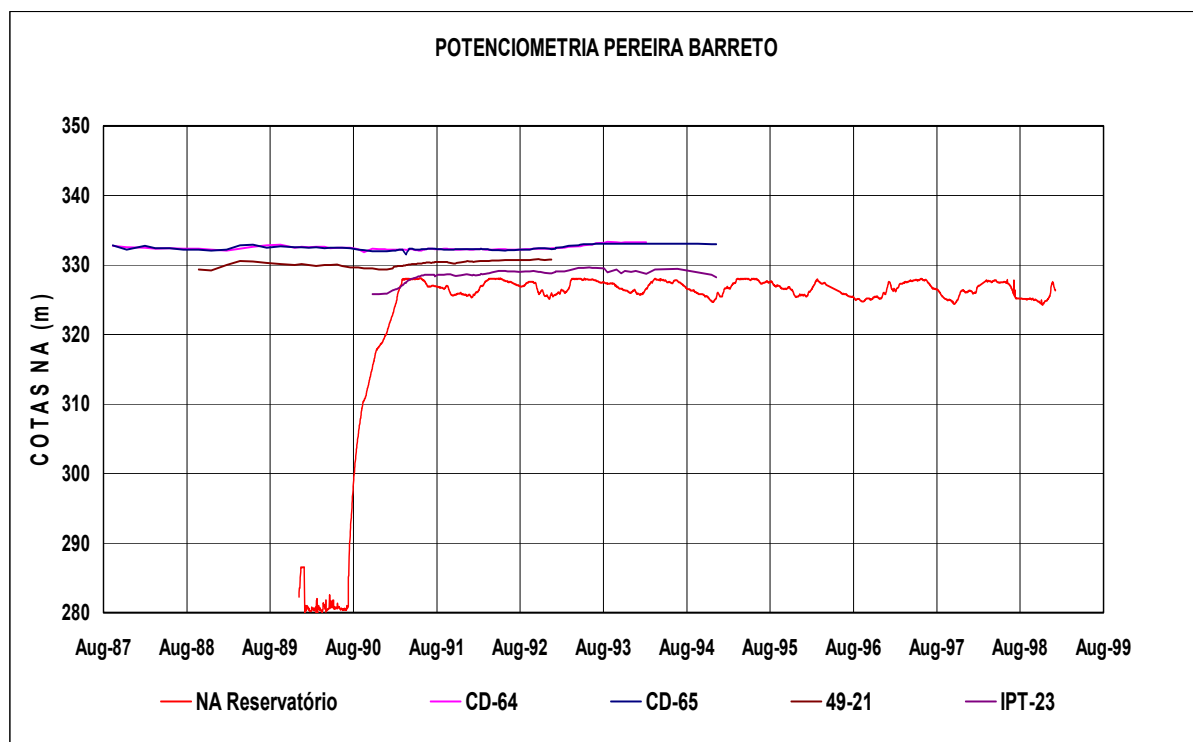


Figura 77 – Hidrograma dos poços de monitoramento CD-64, CD-65, 49-21, e IPT-23. A curva em vermelho (NA Reservatório) corresponde ao nível de água no reservatório a montante da barragem. Para localização dos poços ver Figura 16.

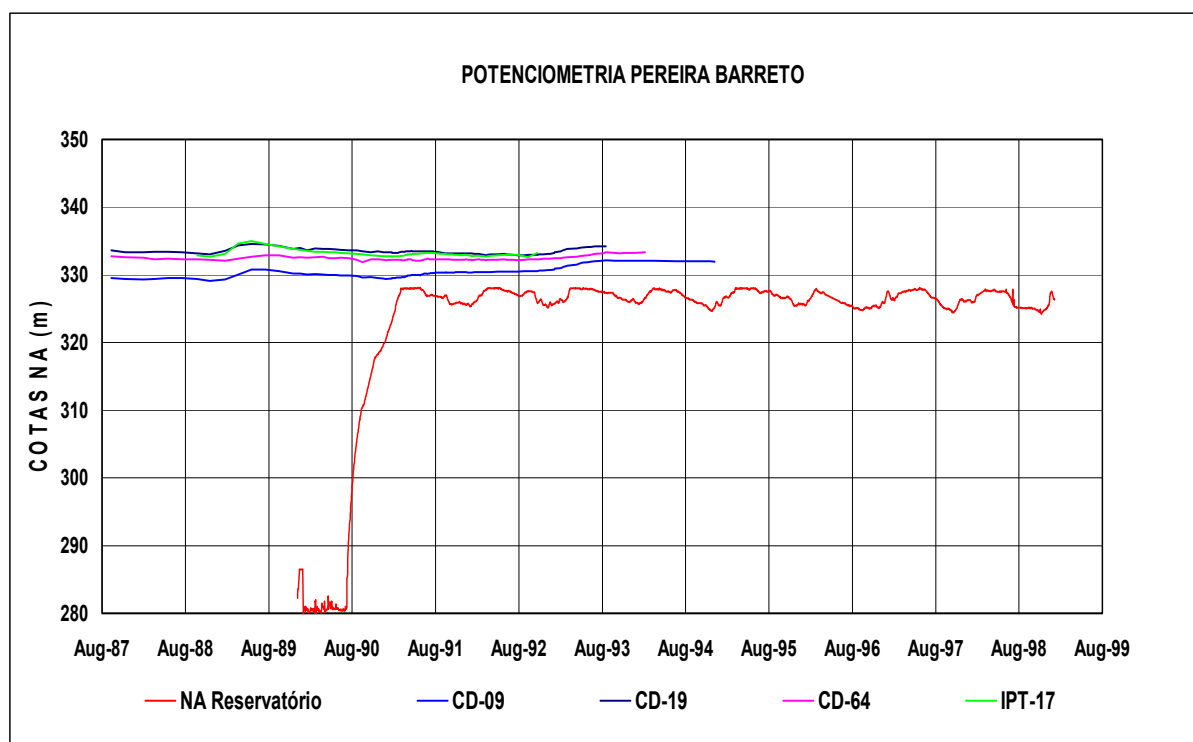


Figura 78 – Hidrograma dos poços de monitoramento CD-09, CD-19, CD-64, e IPT-17. A curva em vermelho (NA Reservatório) corresponde ao nível de água no reservatório a montante da barragem. Para localização dos poços ver Figura 16.

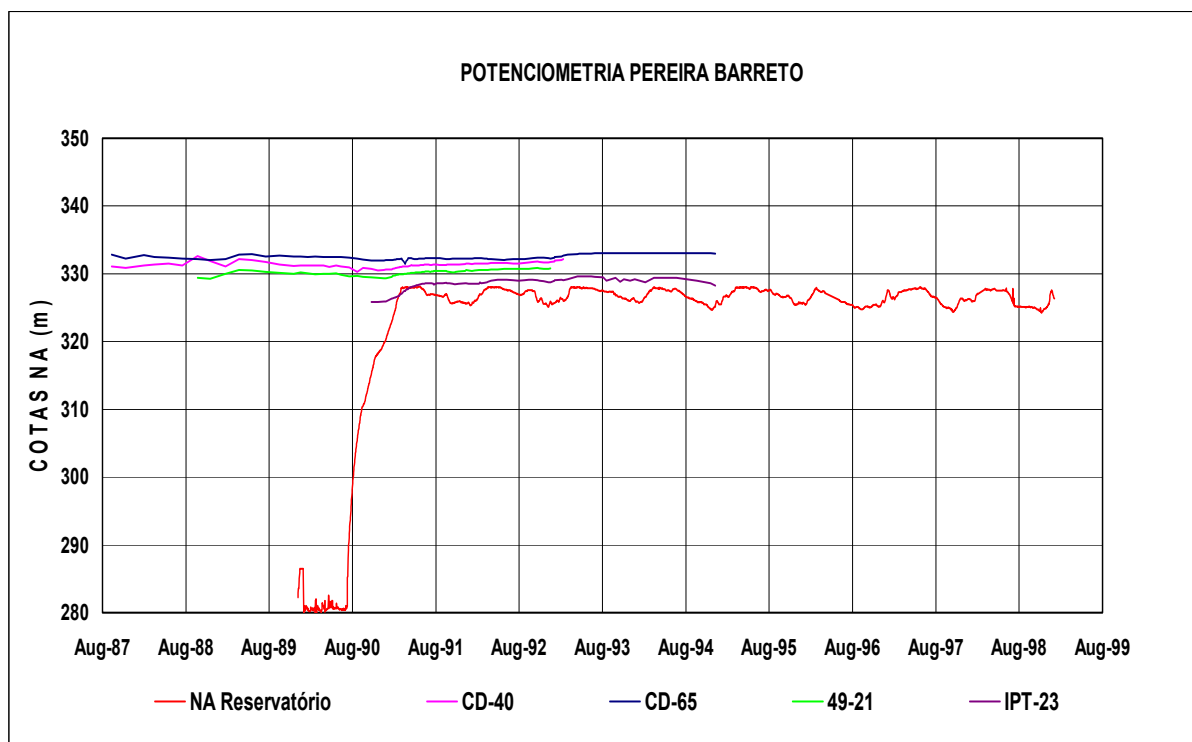


Figura 79 – Hidrograma dos poços de monitoramento CD-40, CD-65, 49-21, e IPT-23. A curva em vermelho (NA Reservatório) corresponde ao nível de água no reservatório a montante da barragem. Para localização dos poços ver Figura 16.

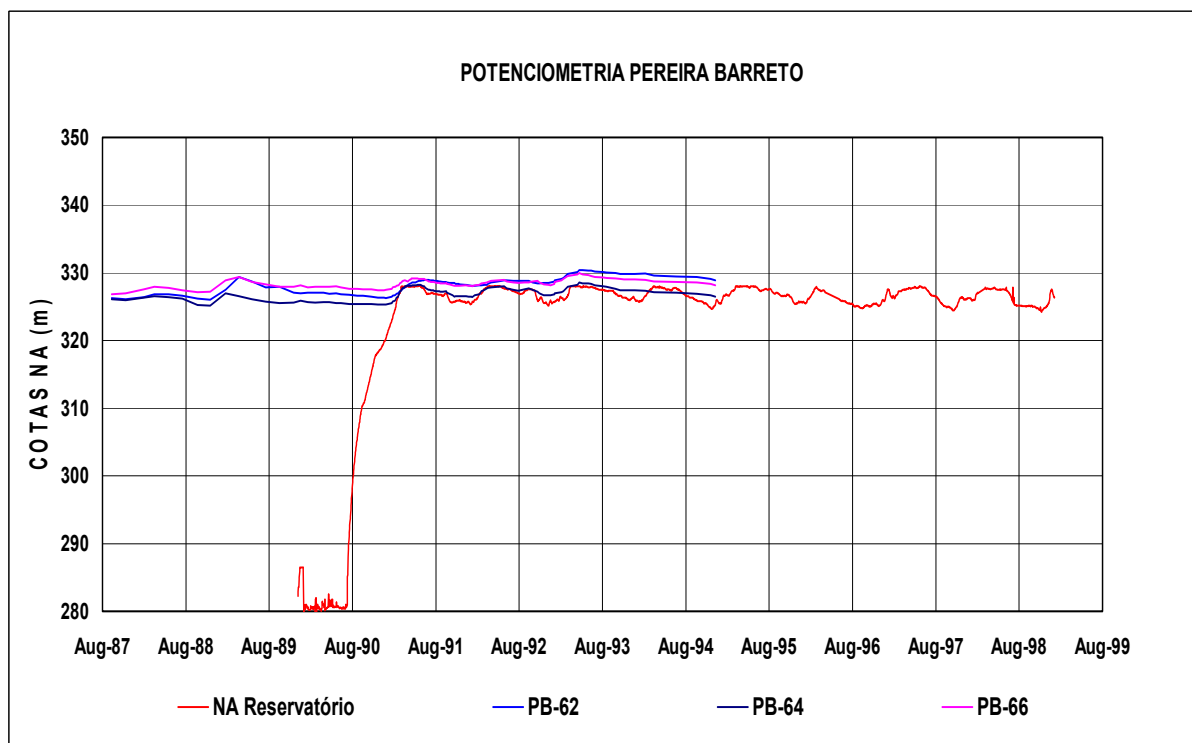


Figura 80 – Hidrograma dos poços de monitoramento PB-62, PB-64, e PB-66. A curva em vermelho (NA Reservatório) corresponde ao nível de água no reservatório a montante da barragem. Para localização dos poços ver Figura 16.

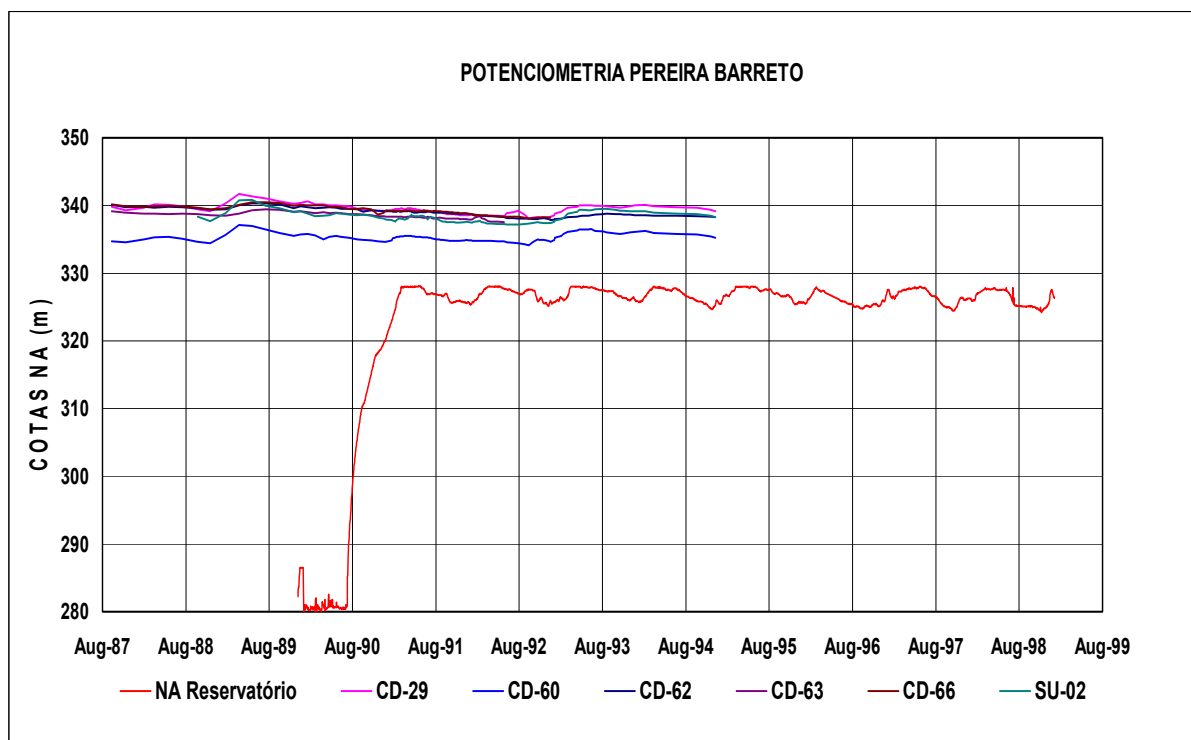


Figura 81 – Hidrograma dos poços de monitoramento CD-29, CD-60, CD-62, CD-63, CD-66, e SU-02. A curva em vermelho (NA Reservatório) corresponde ao nível de água no reservatório a montante da barragem. Para localização dos poços ver Figura 16.

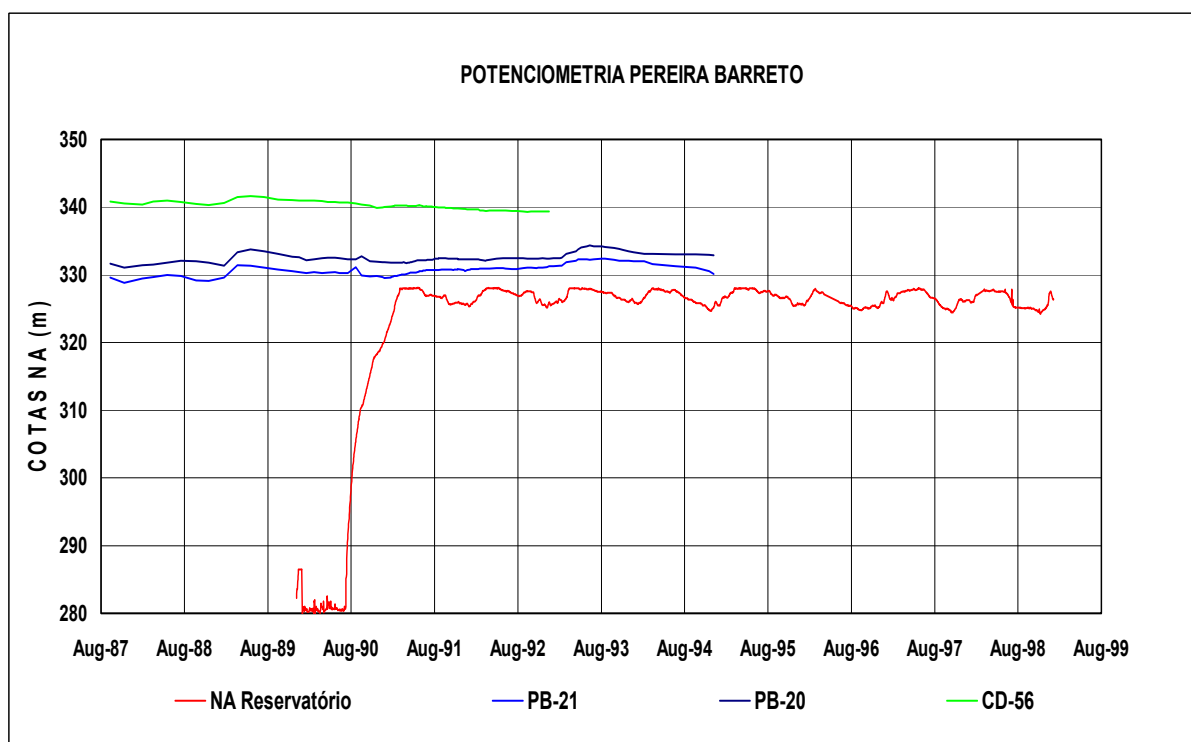


Figura 82 – Hidrograma dos poços de monitoramento PB-21, PB-20, e CD-56. A curva em vermelho (NA Reservatório) corresponde ao nível de água no reservatório a montante da barragem. Para localização dos poços ver Figura 16.

As curvas de correlação, monitoramento x simulação (Figuras 83 a 105), de maneira geral, mostram boa correlação entre os resultados pontuais simulados e os valores medidos de nível d'água no poço de monitoramento mais próximo ao nó.

Dos 23 pontos analisados, em oito, situados no quadrante NE da cidade, a correlação obtida não é direta. Destes, os pontos CD-65 e CD-66 (Figuras 100 e 104) não apresentam correlação clara, seus hidrogramas (Figura 106) não evidenciam resposta ao enchimento do reservatório. Para os cinco pontos restantes, IPT-18, CD-40, CD-09, PB-66 e PB-21, a correlação existe, porém o ajuste aos dados simulados aparentemente não é satisfatório.

Deve-se considerar na avaliação da correlação que a distribuição espacial das precipitações, na análise para períodos curtos de simulação, exerce significativas influências no valor final dos resultados de elevações induzidas, principalmente nos pontos mais distantes das bordas do reservatório, onde o componente de recarga induzida pelas precipitações pluviométricas exerce influência mais significativa que aquelas oriundas da recarga direta do reservatório para o aquífero, sendo este um fator que contribui para aparente falta de correlação nos pontos acima assinalados.

Associado a este fator, a variação do nível d'água do reservatório a montante da barragem (curva vermelha na Figura 82), também exerce influências no valor final das elevações induzidas nos pontos mais próximos ao reservatório, contribuindo também para aparente falta de correlação aos pontos.

Pela análise das curvas de correlação (Figuras 83 a 105), é possível avaliar a tendência à estabilização da superfície potenciométrica regional, entendida como comportamento pontual com base nas condições de simulação. Genericamente, observa-se o comportamento geral da instrumentação analisada com base nas curvas de correlação, em três grupos, conforme abaixo apresentadas:

a) grupo 1: é representado pelos nós da malha correspondentes aos pontos situados no máximo a aproximadamente 150 m das bordas do reservatório e constituídos pelos piezômetros PB-48, IPT-25, IPT-31 e IPT-23 (Figuras 83, 90, 95 e 99). Nestes pontos, a tendência de estabilização, após o 5º ano de simulação (Agosto/1995), é praticamente plena;

b) grupo 2: é representado pelos nós da malha correspondentes aos pontos IPT-26, CD-14, IPT-33, IPT-34 e IPT-35, situados à distância aproximada entre 200 m e 400 m das bordas do reservatório (Figuras 91, 92, 96, 97 e 98). Nestes pontos, foram observadas, no 5º ano de simulação (Agosto/1995), elevações totais correspondentes a 93%-96% daquelas verificadas no 10º ano de simulação; e

c) grupo 3: é representado pelos nós da malha correspondentes aos pontos CD-17, CD-33, CD-11, CD-18, IPT-29 e IPT-21, situados a distâncias entre 150 m e 350 m das

bordas do reservatório (Figuras 85, 86, 38, 87, 88 e 89). Nestes pontos, foram observadas, para o 5º ano de simulação (agosto/1995), elevações totais correspondentes a 88%-92% daquelas verificadas no 10º ano de simulação.

Os pontos constantes do grupo 3 situam-se em área onde a elevação do nível de base local é relativamente superior aos do grupo 2.

A análise dos resultados gerados através da simulação, principalmente quando correlacionados aos resultados do monitoramento realizado, leva à conclusão de uma plena correlação. No entanto, para alguns pontos, notadamente aqueles mais distantes das bordas do reservatório, esta correlação não é plena.

As curvas apresentadas nas Figuras 83 a 105 e que representam o resultado da simulação correspondem ao comportamento médio das variações induzidas.

As curvas reais, correspondentes ao monitoramento, sofrem influências sazonais decorrentes tanto das variações temporais da pluviosidade local como do nível de água no reservatório. Tais variações deverão ocorrer tendo como componente da média as curvas geradas pela simulação.

Esta limitação é intrínseca à própria concepção do modelo, pois parâmetros essenciais, como pluviometria e evapotranspiração, nesta simulação, foram a ele incorporados na forma de vazão unitária de entrada ou saída, com distribuição temporal uniforme.

Outras questões relacionam-se com a distribuição espacial dos dados de entrada, tais como o coeficiente de armazenamento e a taxa de infiltração, que foram considerados uniformes.

A precisão, elemento básico para calibração, foi estimada em 1,0 m; isto significa que foi considerada satisfatória a calibração quando a diferença entre a superfície potenciométrica original e a gerada para um ano de simulação atingia no máximo 1 m. Esta precisão foi julgada adequada por representar cerca de 5% da elevação máxima estimada para a elevação da superfície potenciométrica local.

Apesar das constatações acima referenciadas, o modelo hidráulico elaborado representa significativo avanço e permite uma avaliação quantitativa das questões envolvidas. Fatores, como a distribuição da pluviosidade, podem ainda ser otimizados através da execução de uma nova simulação, com a adoção de períodos mais curtos em que os valores médios da pluviometria poderiam ser melhor dimensionados, assim como a geração de resultados para etapas menores, um ano ou menos, que orientariam melhor a análise da tendência de estabilização da superfície potenciométrica. Por outro lado, simulações com variação da profundidade de ação da evapotranspiração também poderão auxiliar nesta análise.

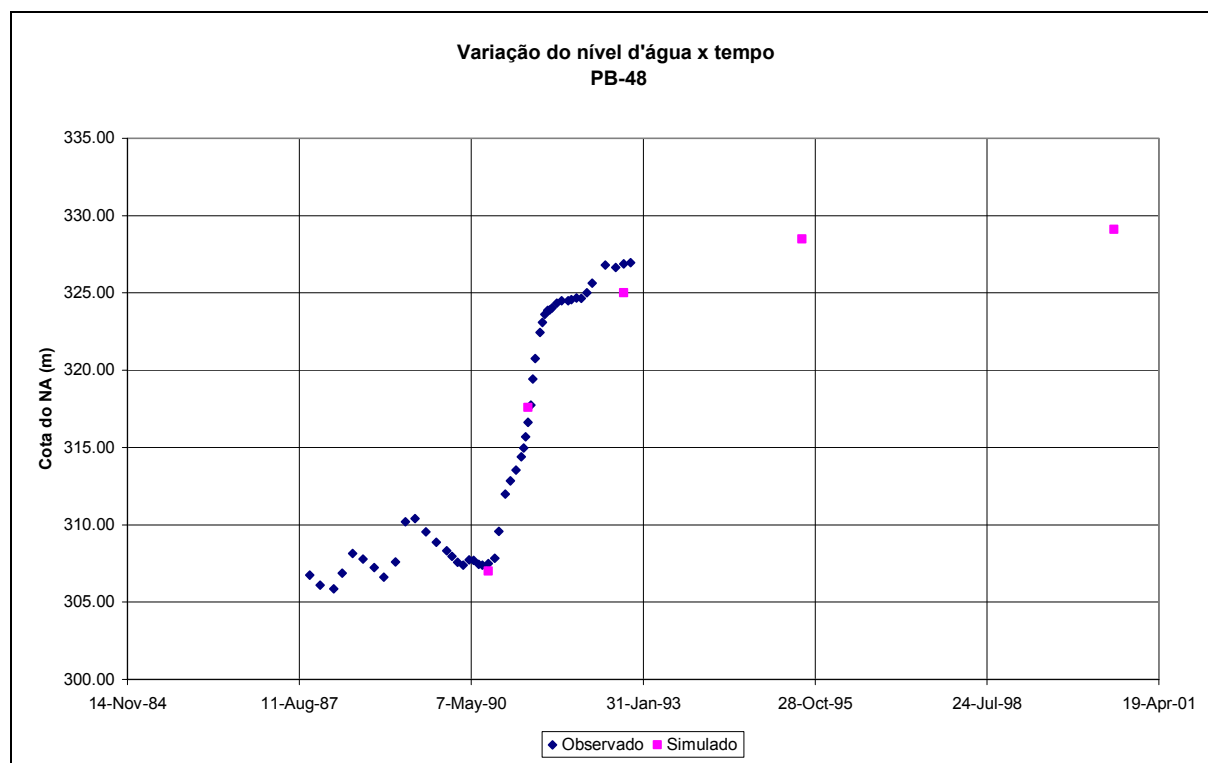


Figura 83 – Correlação monitoramento x simulação (PB-48).

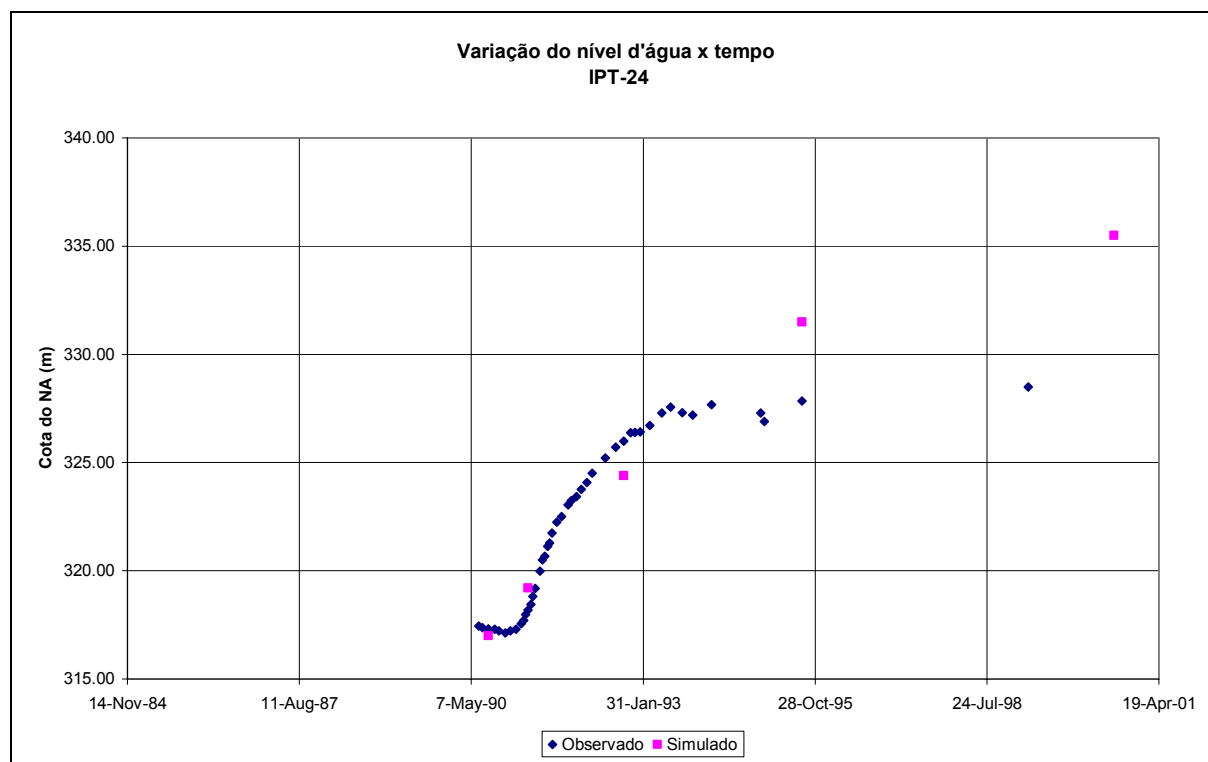


Figura 84 – Correlação monitoramento x simulação (IPT-24).

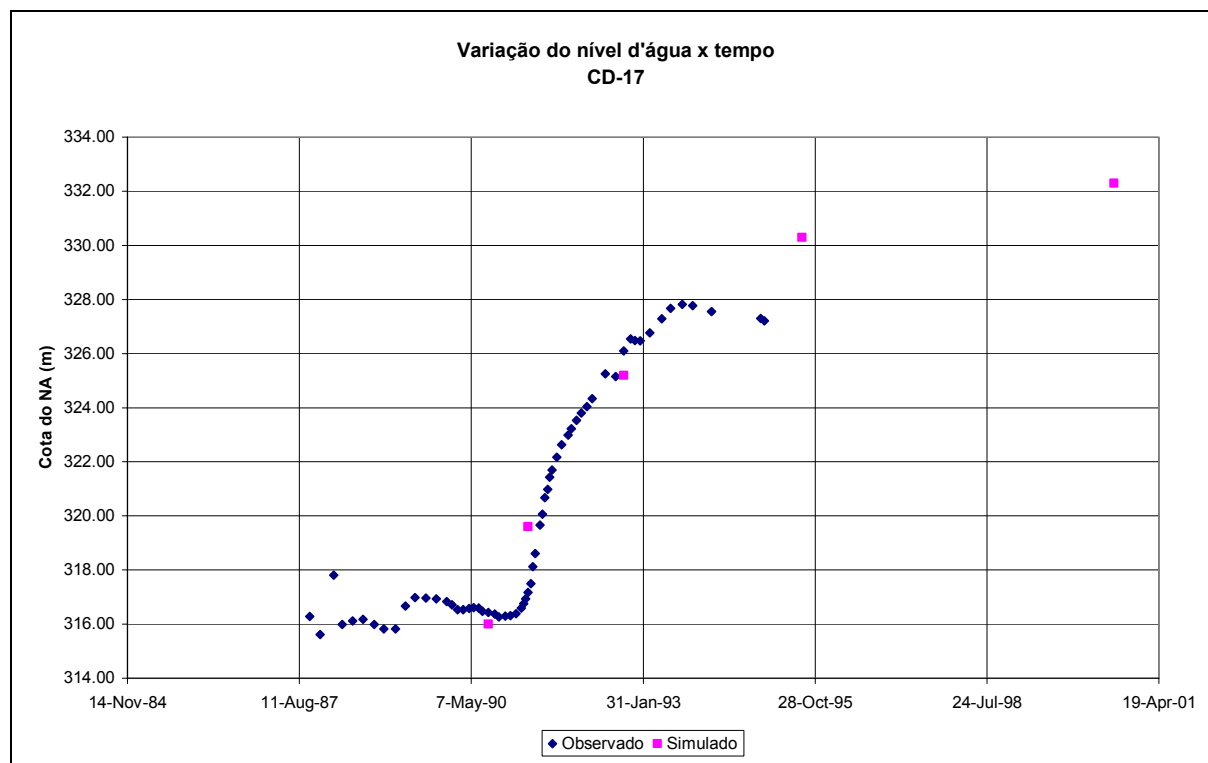


Figura 85 – Correlação monitoramento x simulação (CD-17).

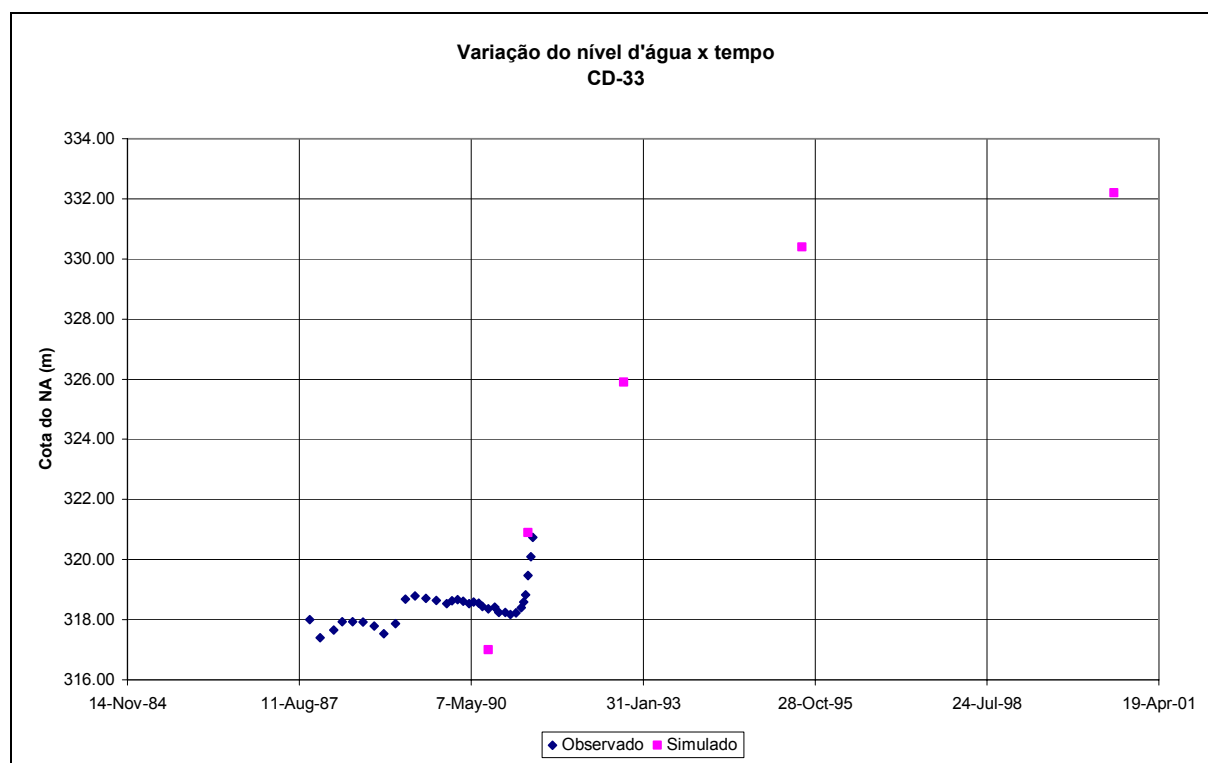


Figura 86 – Correlação monitoramento x simulação (CD-33).

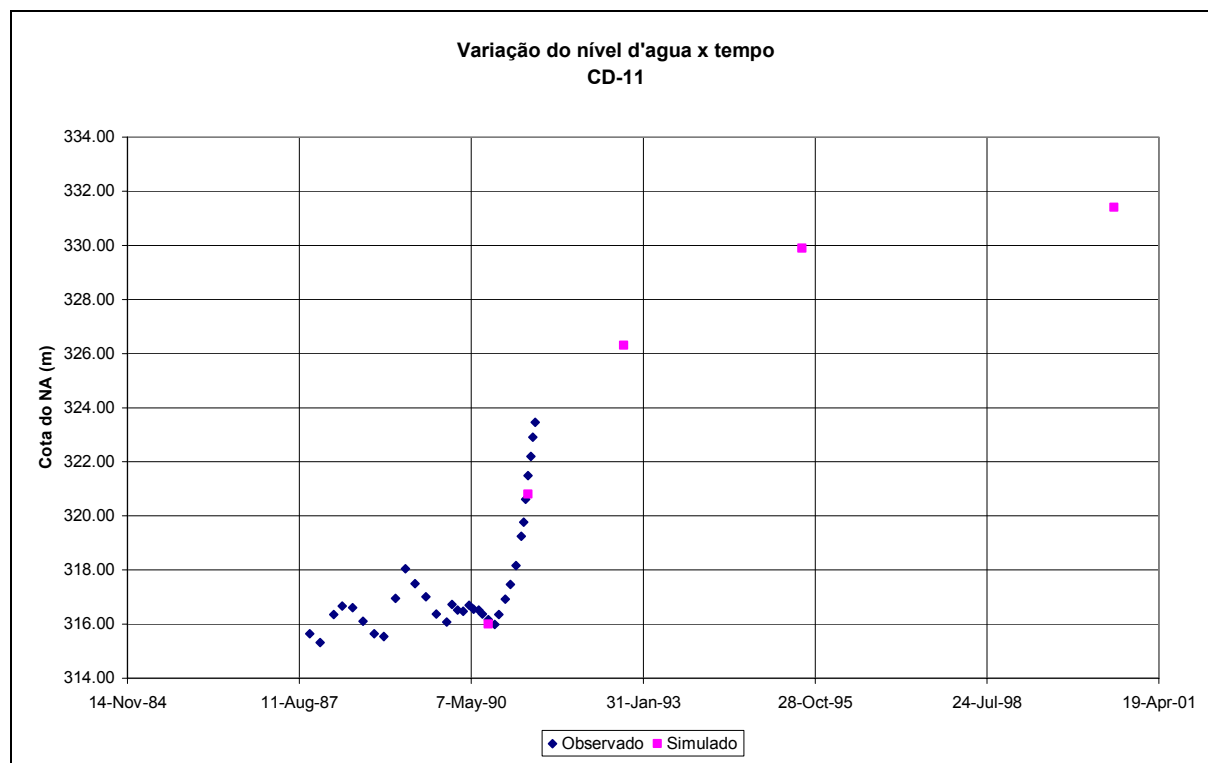


Figura 87 – Correlação monitoramento x simulação (CD-11).

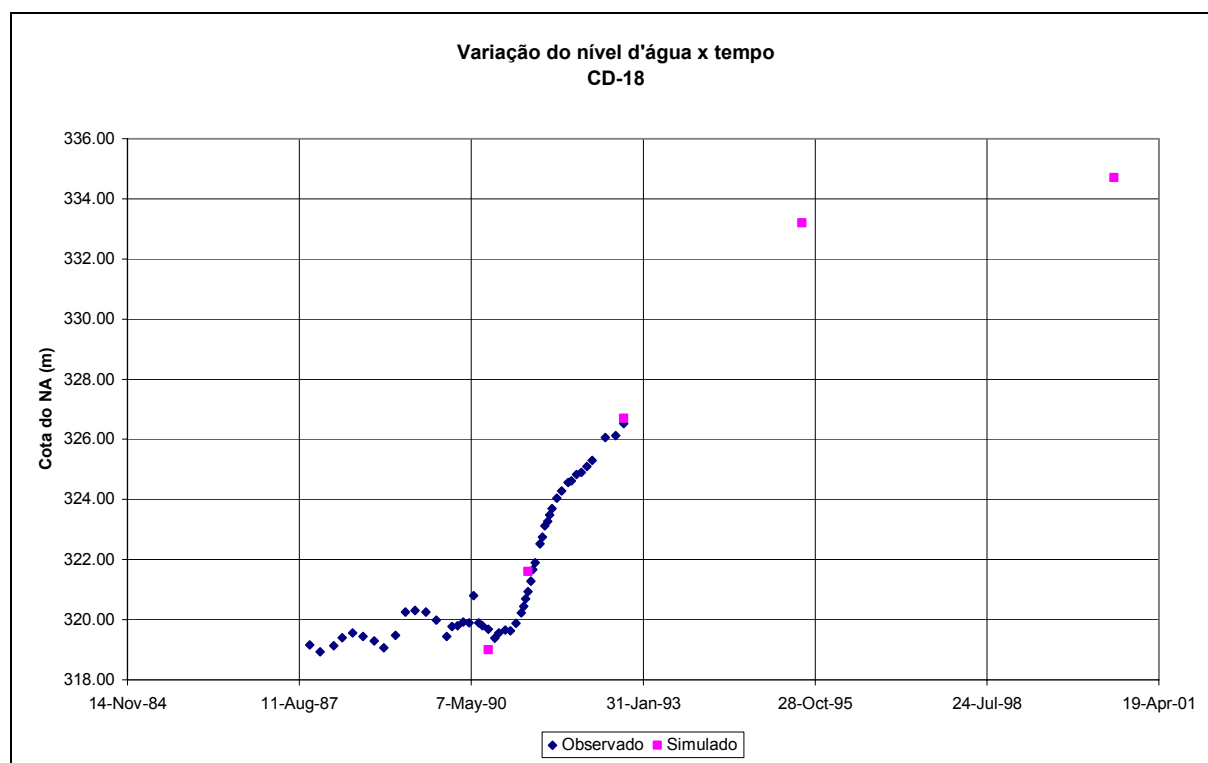


Figura 88 – Correlação monitoramento x simulação (CD-18).

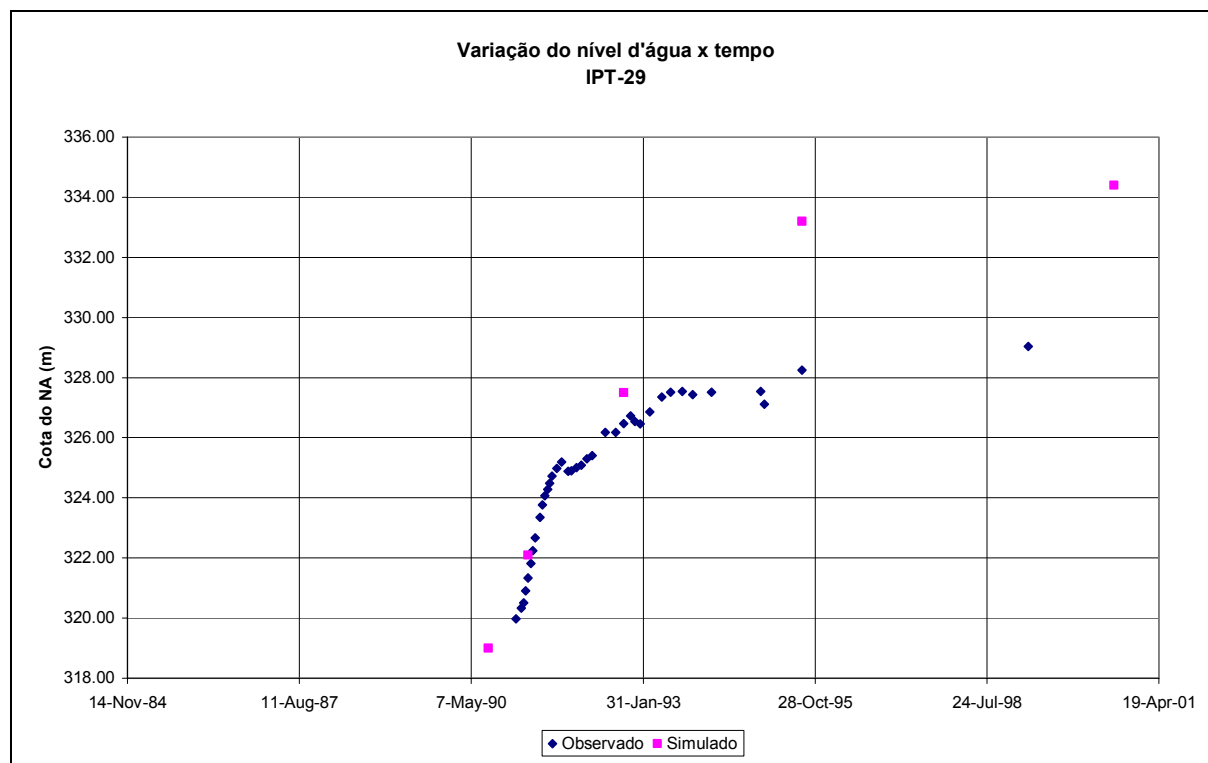


Figura 89 – Correlação monitoramento x simulação (IPT-29).

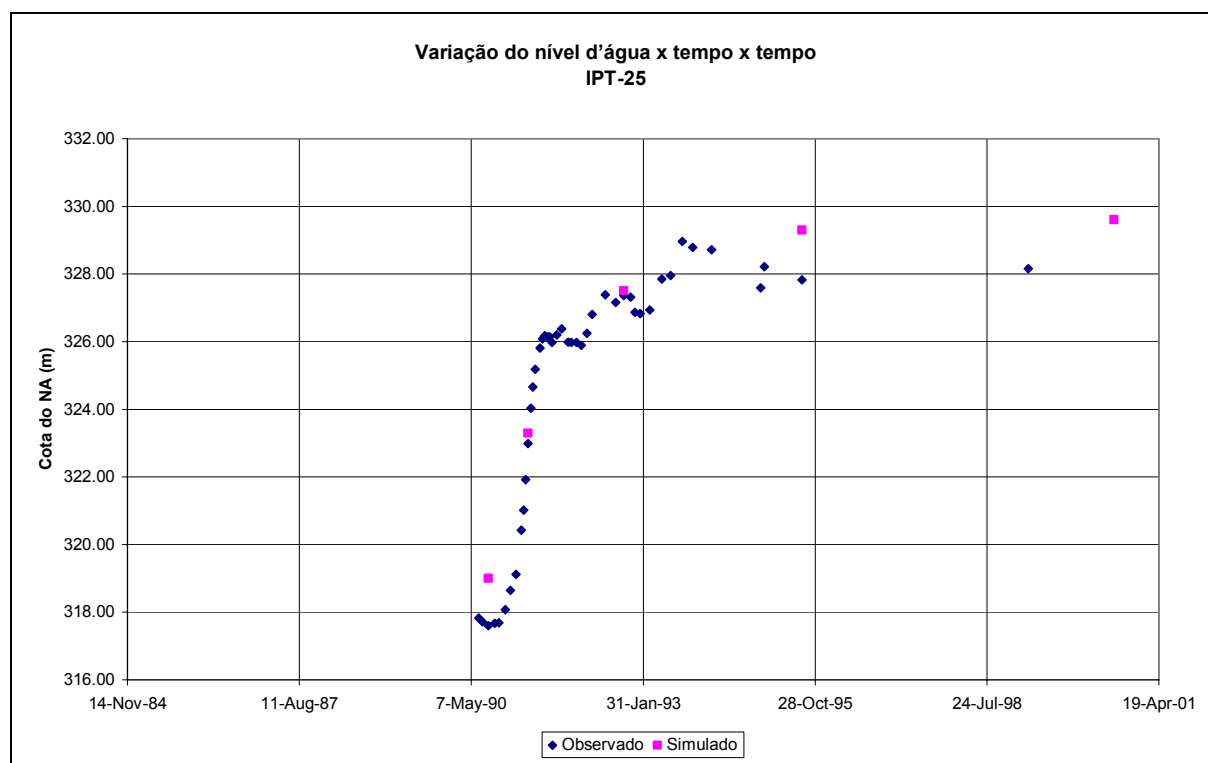


Figura 90 – Correlação monitoramento x simulação (IPT-25).

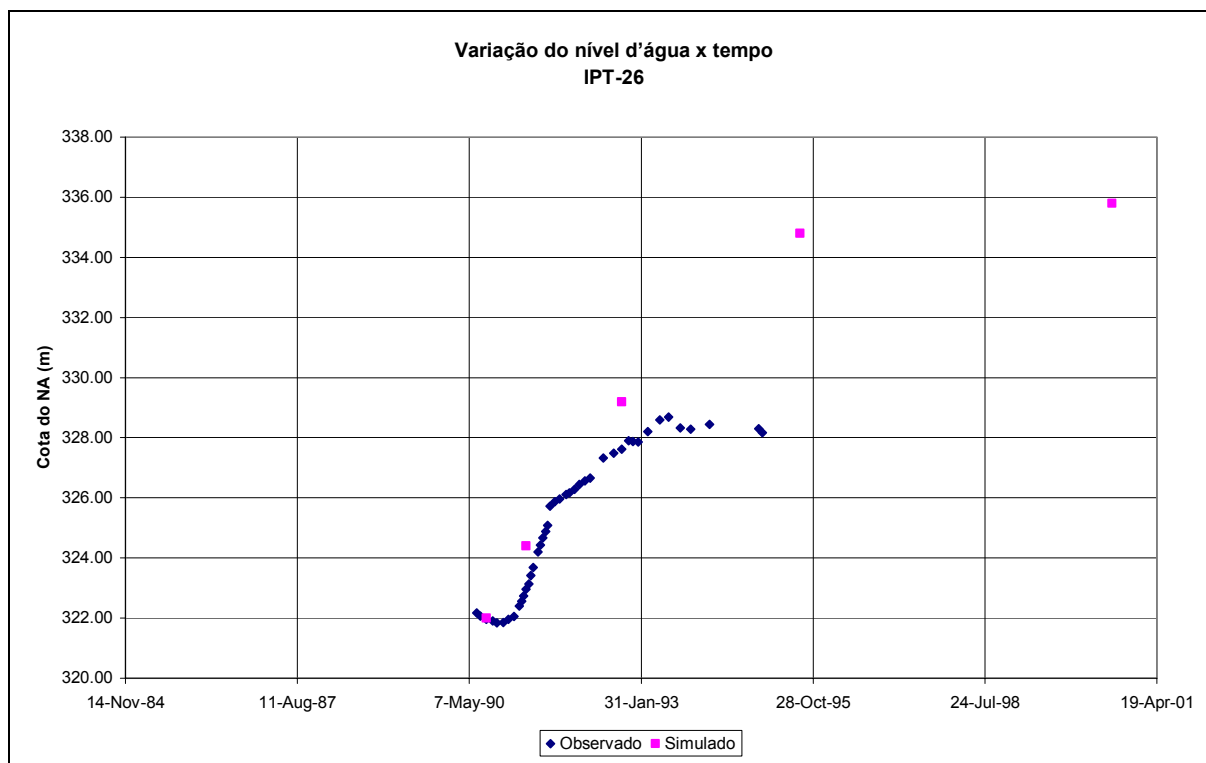


Figura 91 – Correlação monitoramento x simulação (IPT-26).

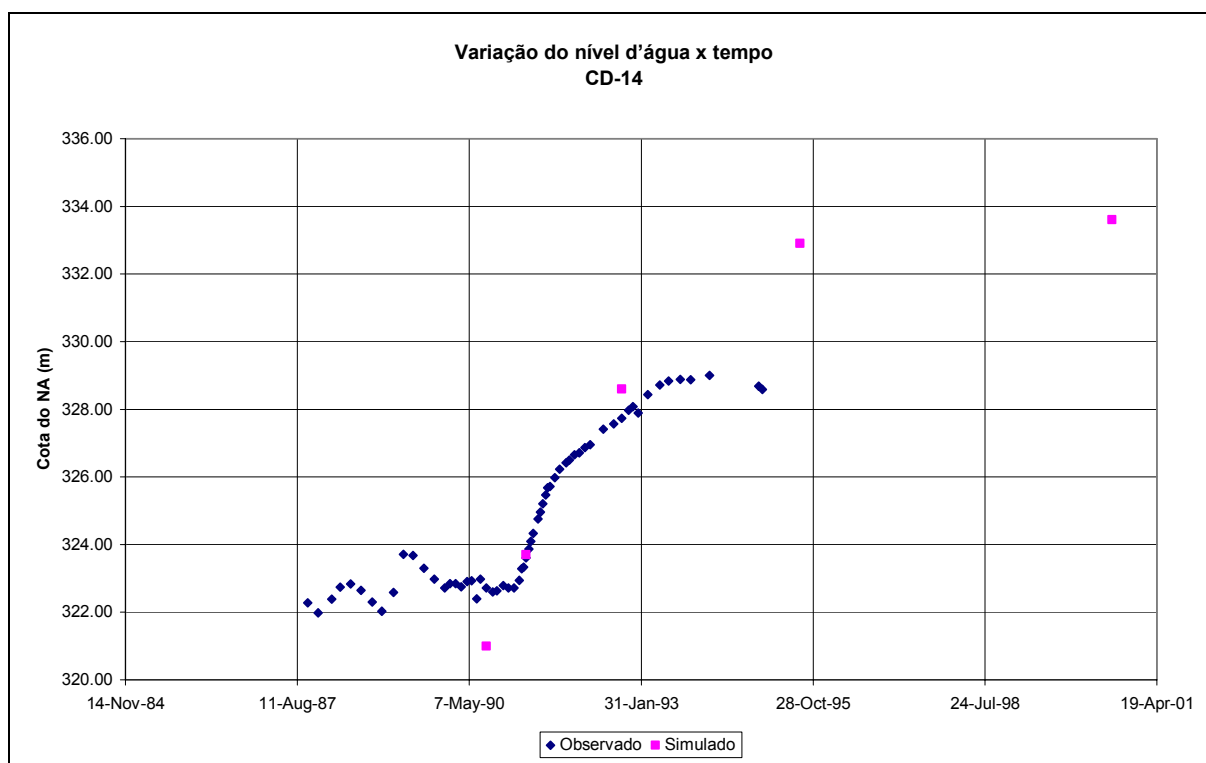


Figura 92 – Correlação monitoramento x simulação (CD-14).

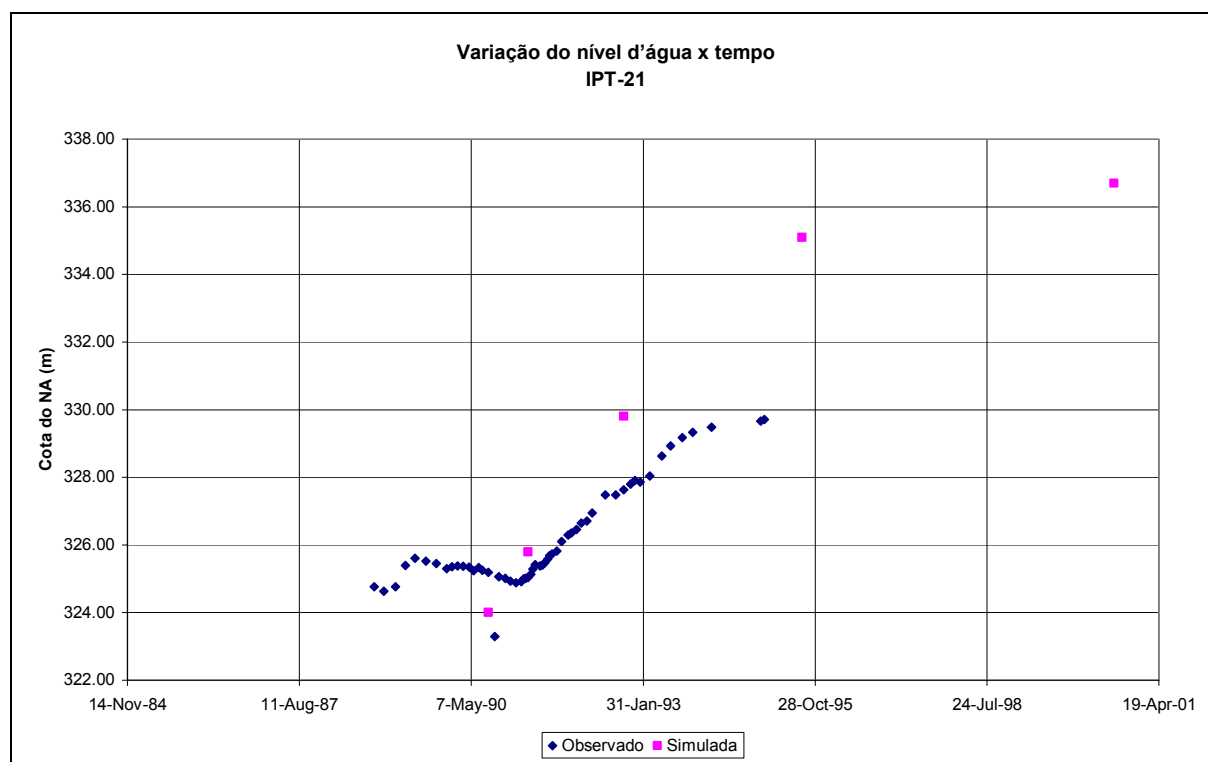


Figura 93 – Correlação monitoramento x simulação (IPT-21).

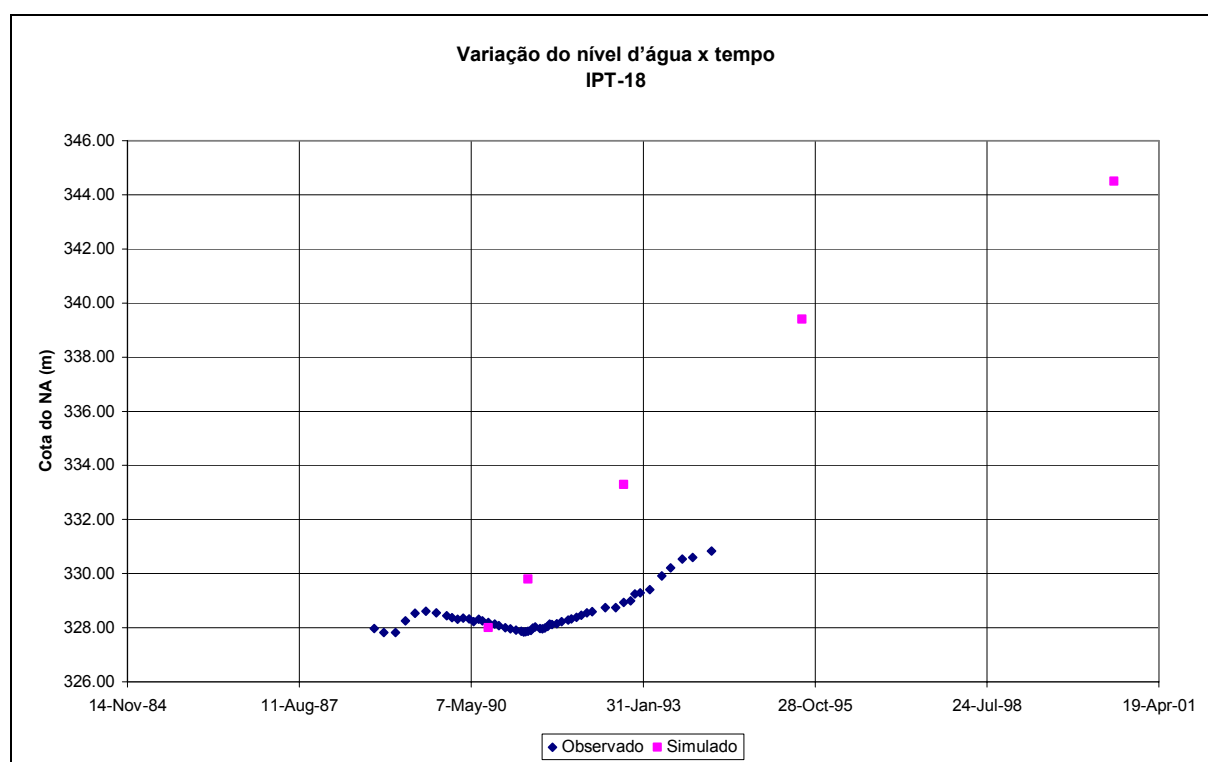


Figura 94 – Correlação monitoramento x simulação (IPT-18).

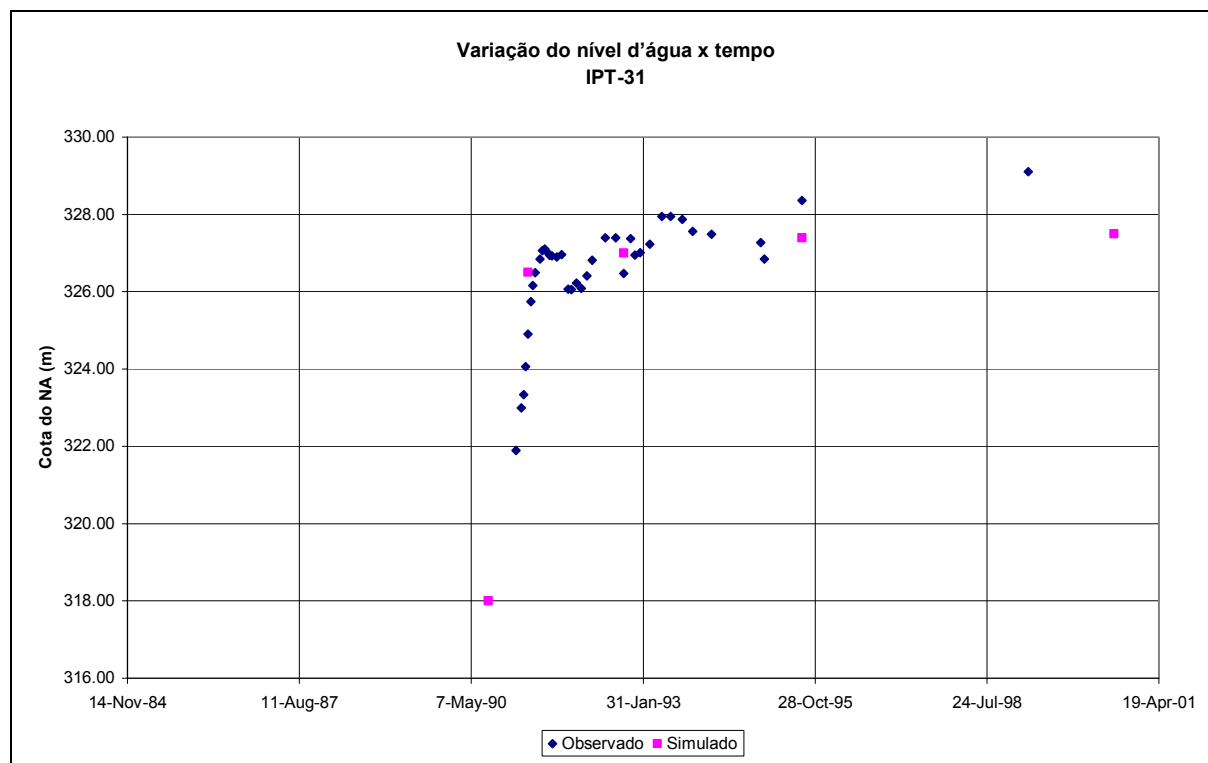


Figura 95 – Correlação monitoramento x simulação (IPT-31).

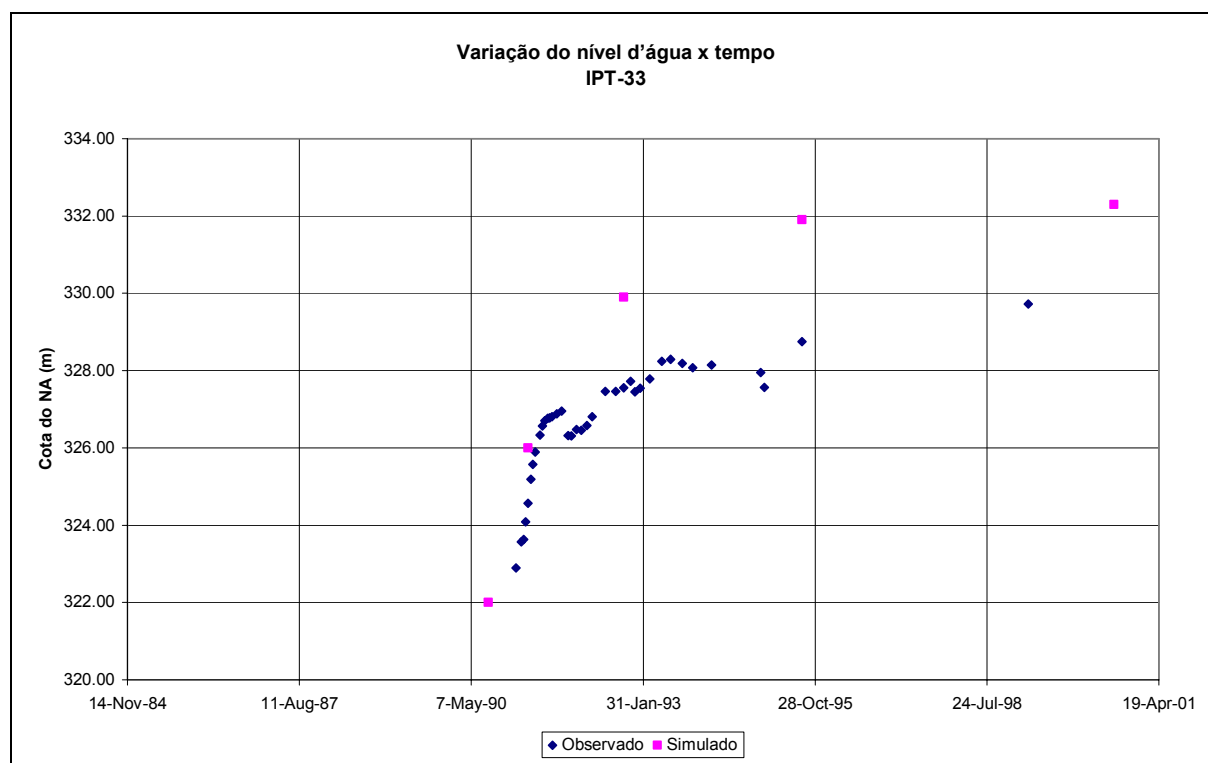


Figura 96 – Correlação monitoramento x simulação (IPT-33).

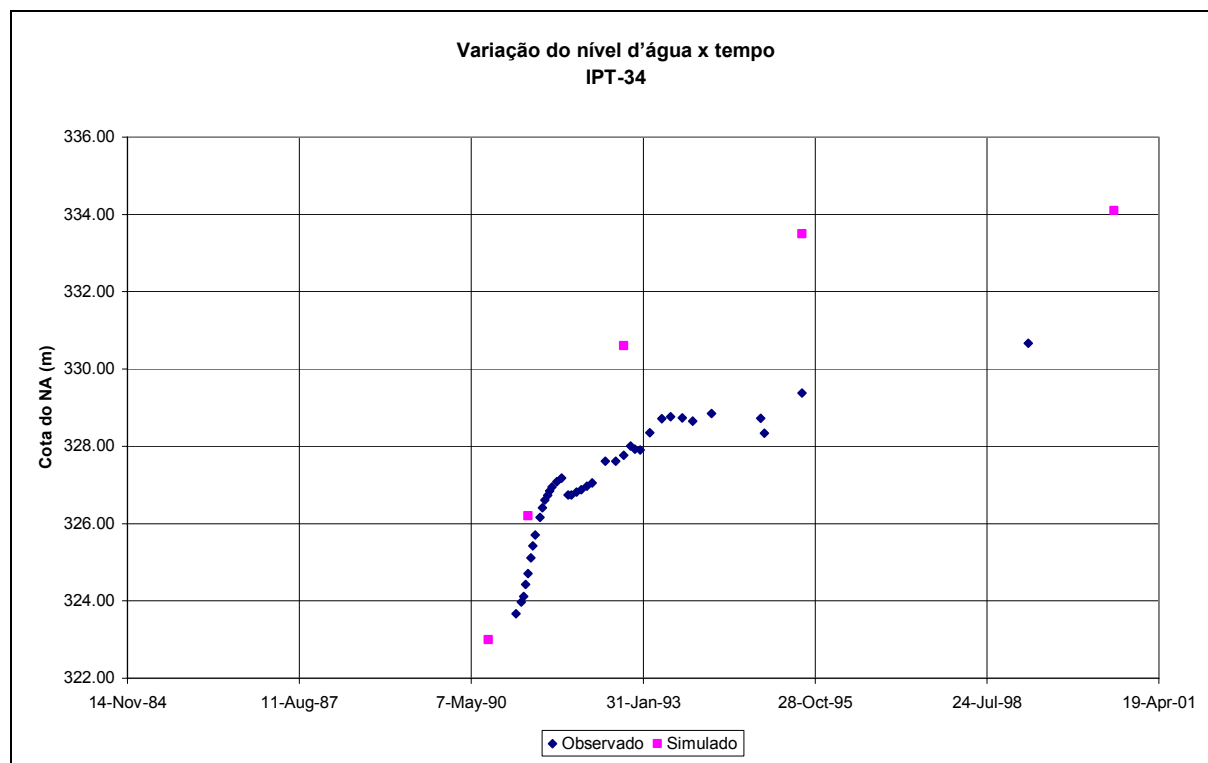


Figura 97 – Correlação monitoramento x simulação (IPT-34).

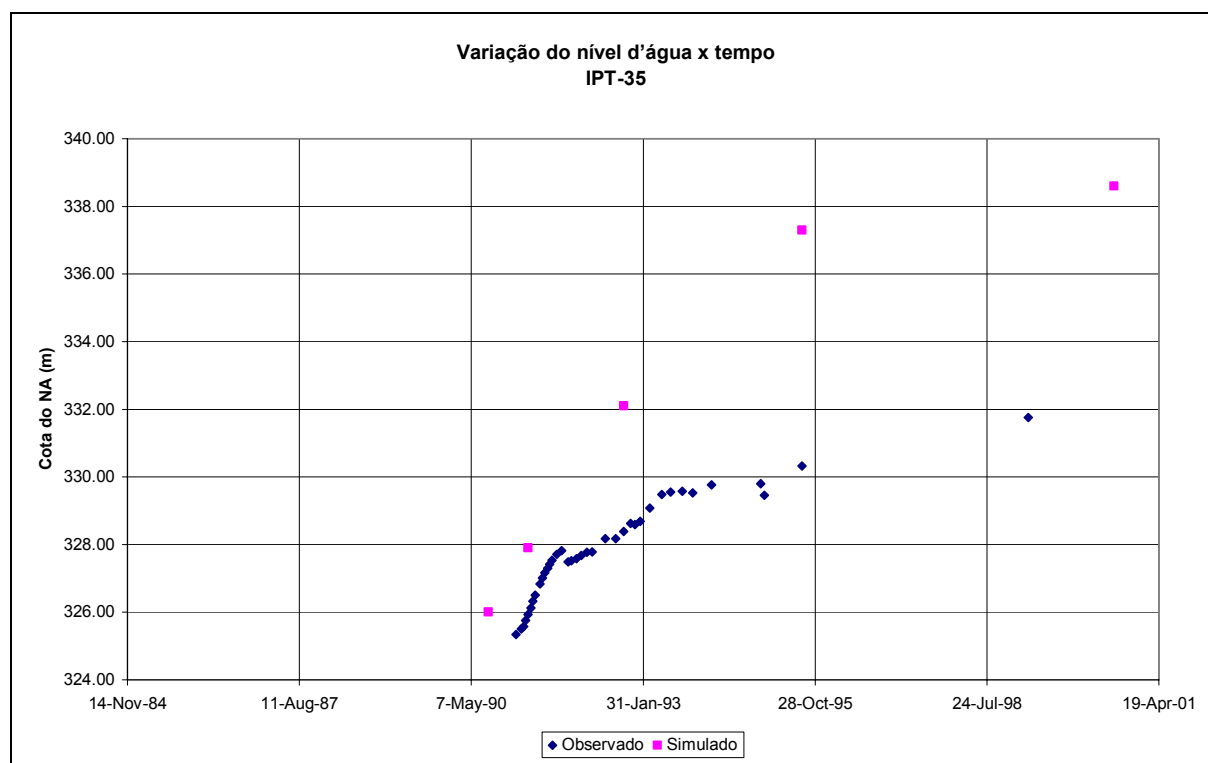


Figura 98 – Correlação monitoramento x simulação (IPT-35).

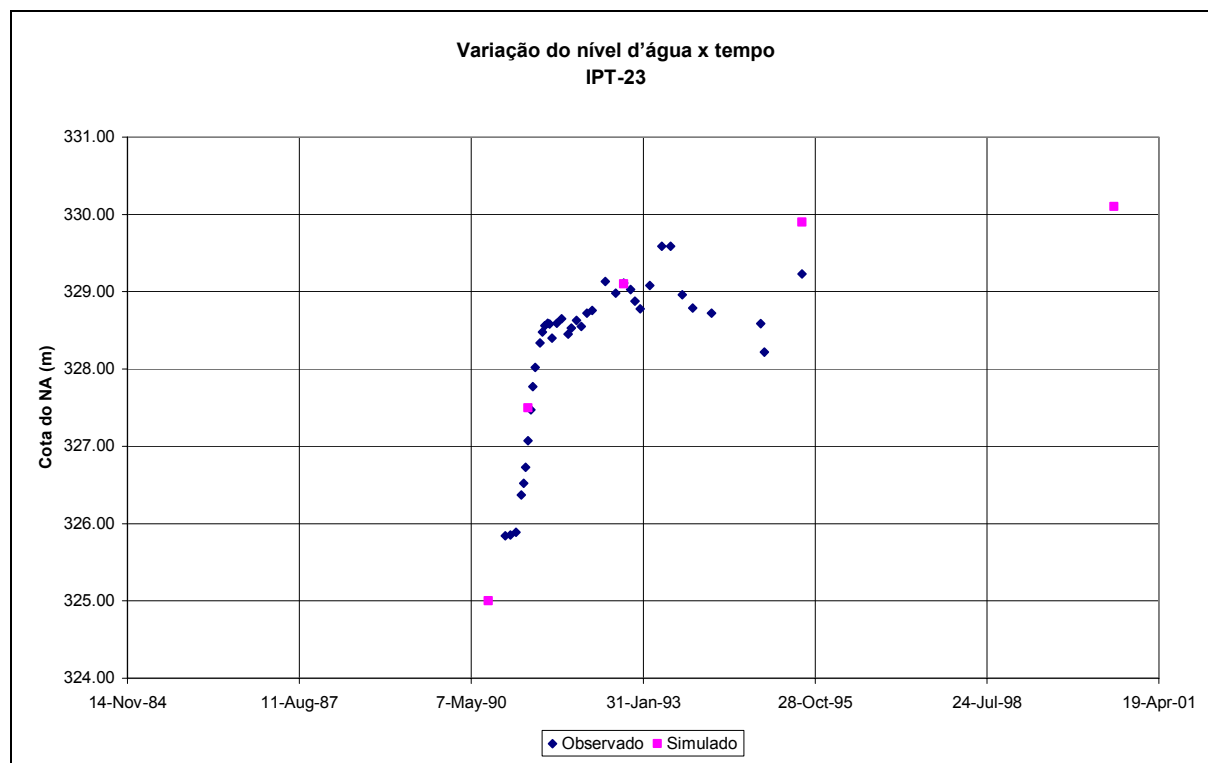


Figura 99 – Correlação monitoramento x simulação (IPT-23).

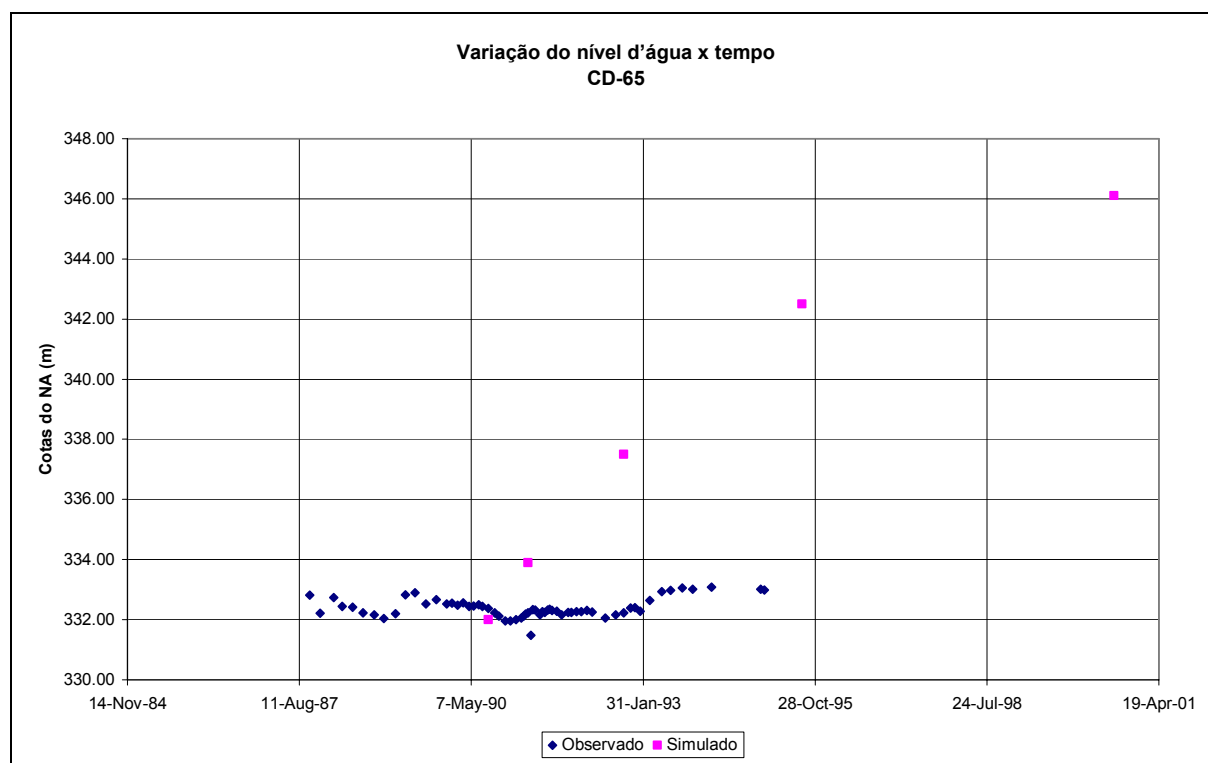


Figura 100 – Correlação monitoramento x simulação (CD-65).

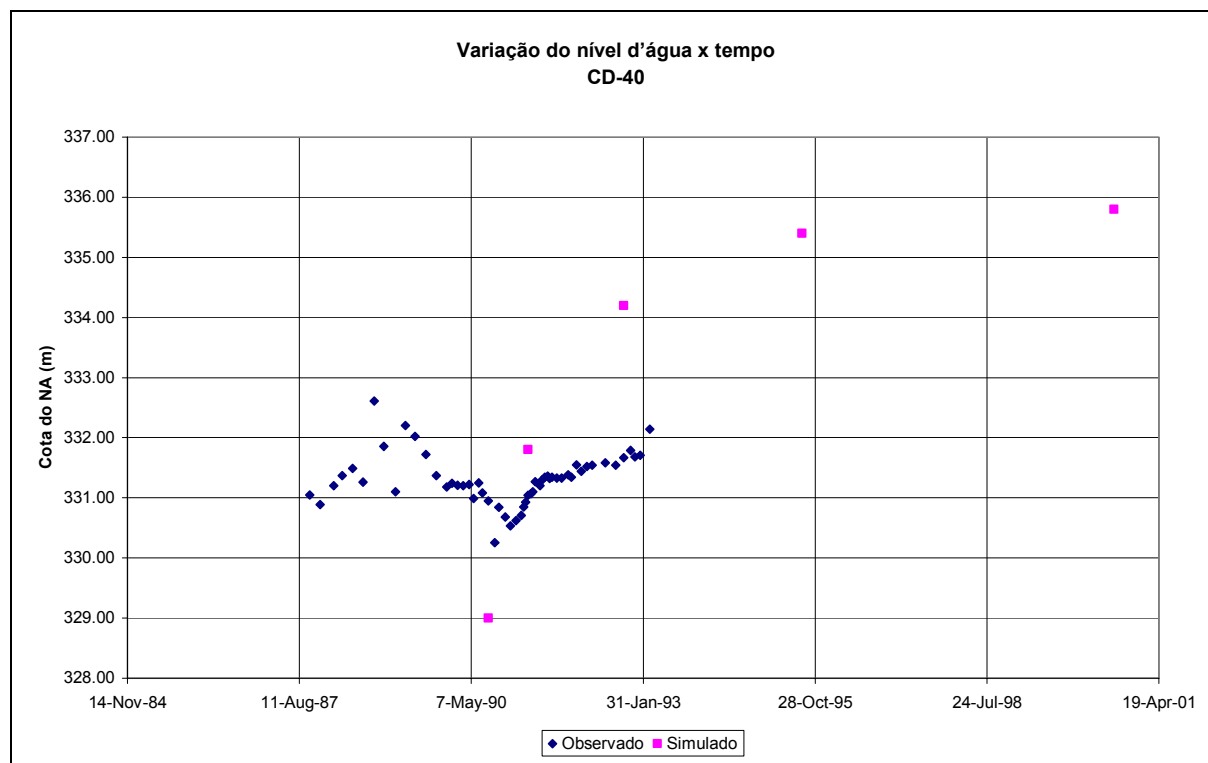


Figura 101 – Correlação monitoramento x simulação (CD-40).

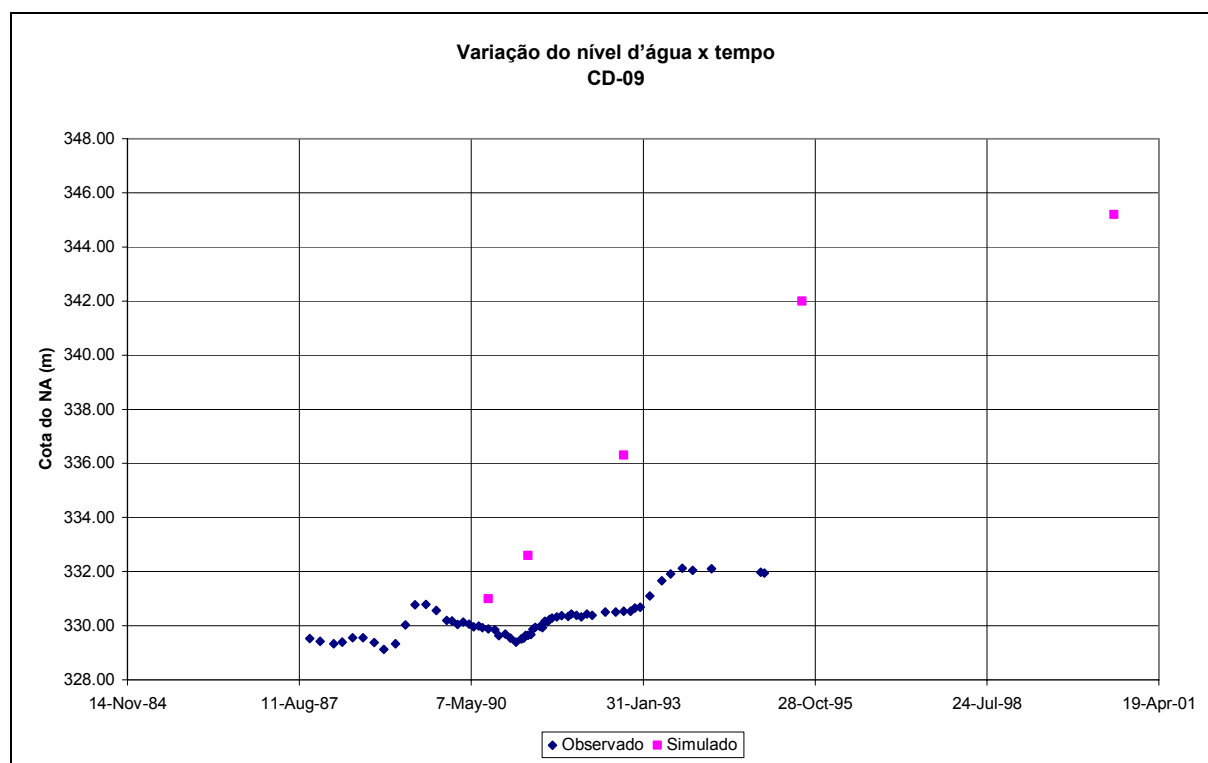


Figura 102 – Correlação monitoramento x simulação (CD-09).

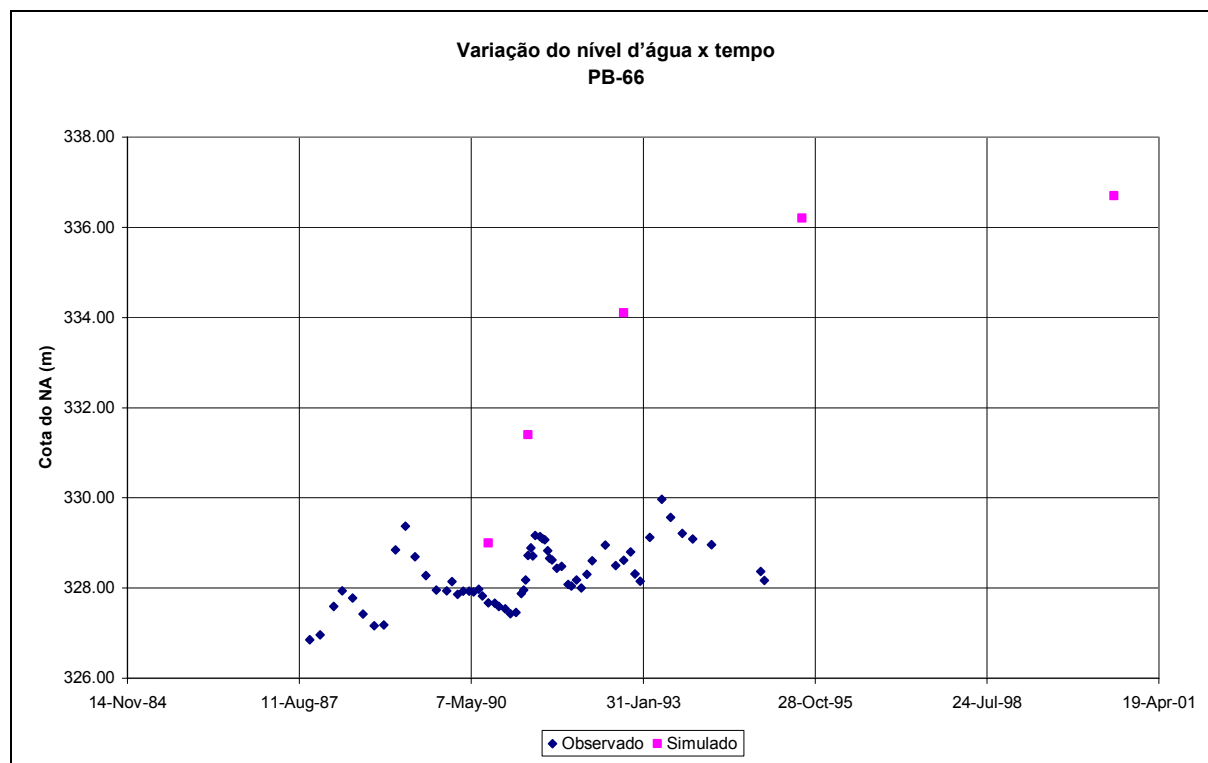


Figura 103 – Correlação monitoramento x simulação (PB-66).

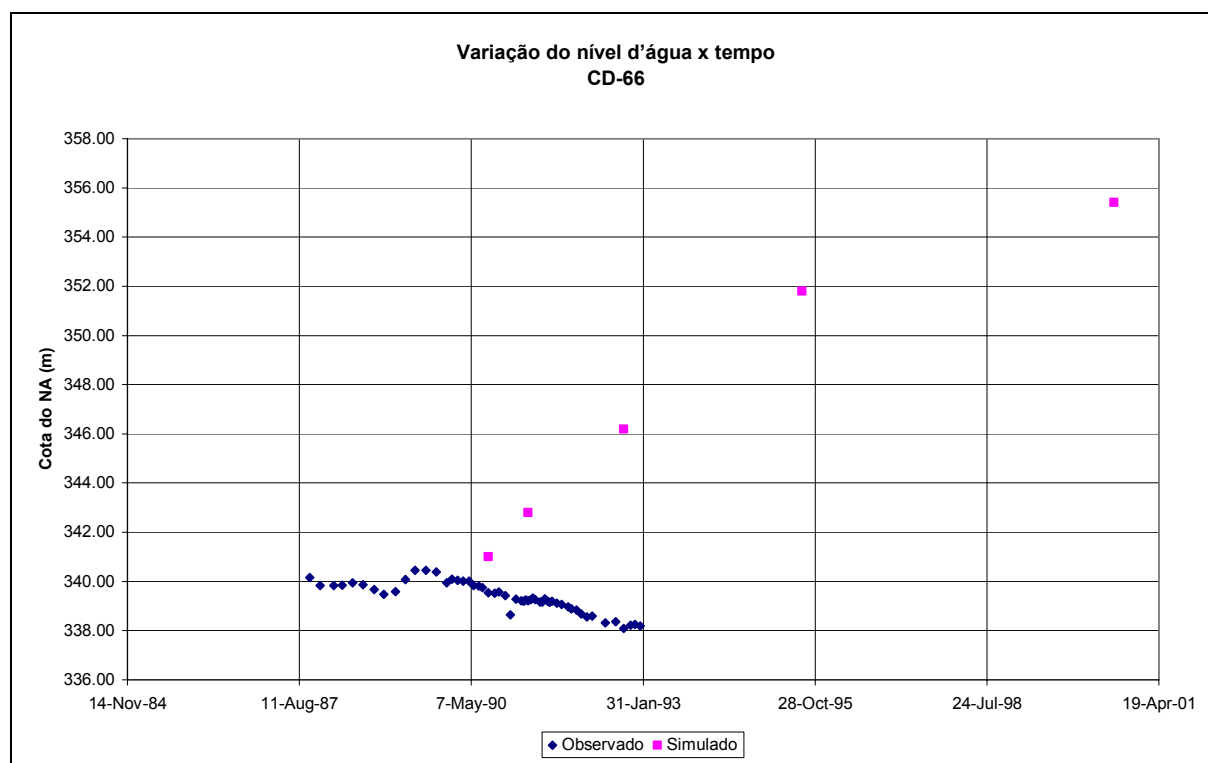


Figura 104 – Correlação monitoramento x simulação (CD-66).

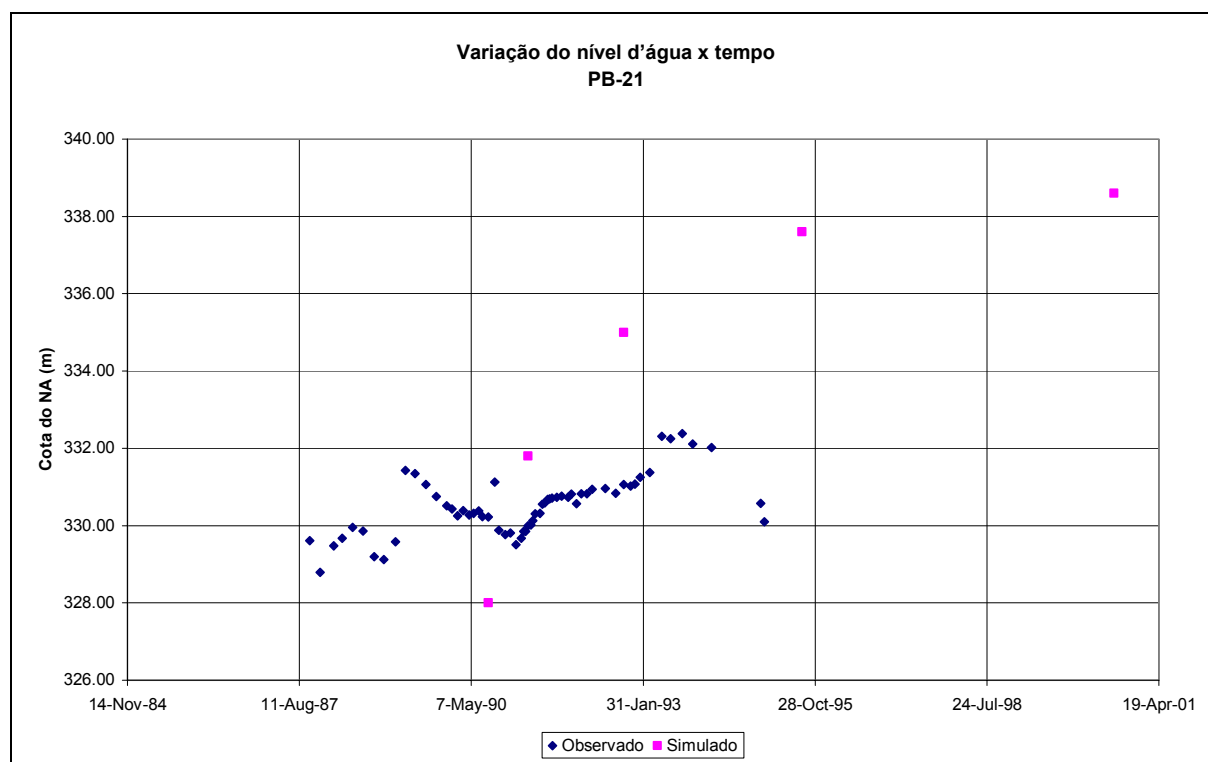


Figura 105 – Correlação monitoramento x simulação (PB-21).

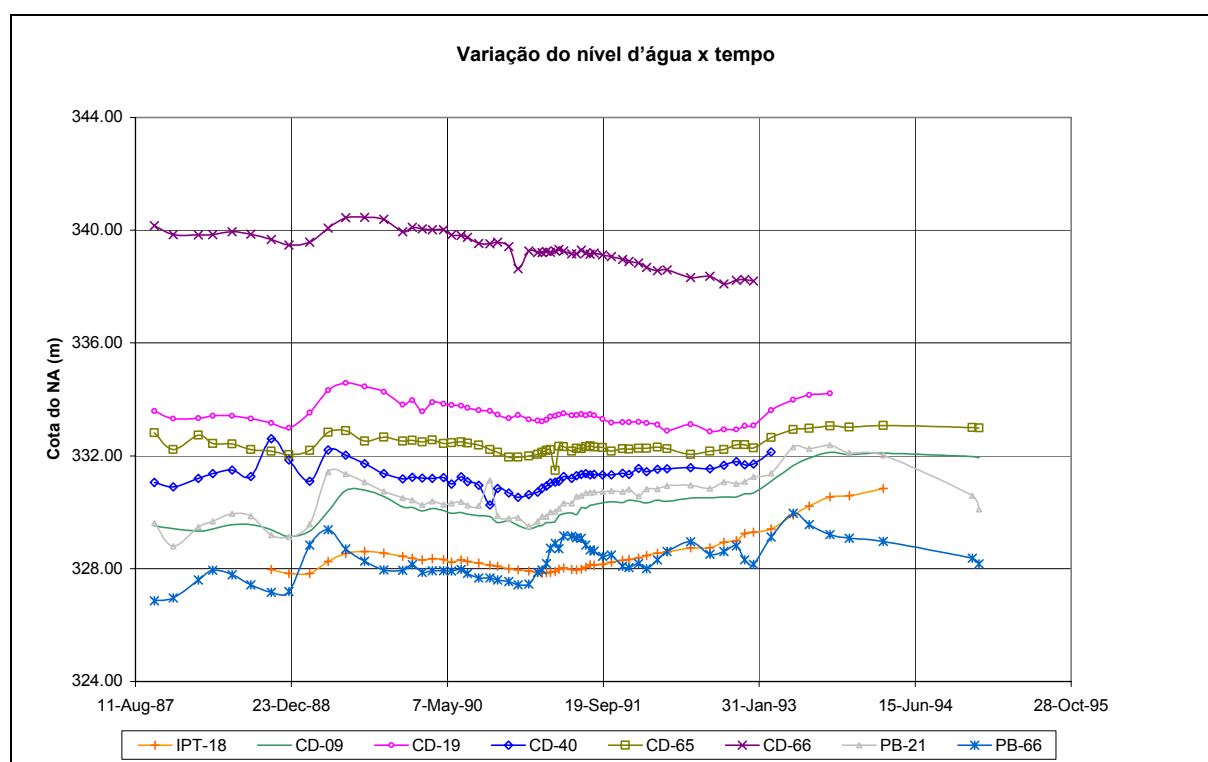


Figura 106 – Hidrogramas dos poços de monitoramento que não apresentaram correlação.

7.7. COMPARAÇÃO ENTRE A PRIMEIRA E A SEGUNDA SIMULAÇÕES

Apresenta-se na Figura 107 a comparação entre os resultados obtidos pelas simulações realizadas. Como pode ser observada nesta figura, as curvas potenciométricas obtidas nas duas simulações não apresentam compatibilidade visual. Isto, no entanto, não representa necessariamente que um dos dois resultados não seja válido. A precisão, elemento básico para calibração, para as duas condições, foi estimada em 1,0 m; ou seja, foi considerada satisfatória a calibração quando a diferença entre a superfície potenciométrica original e a gerada para um ano de simulação no ponto de controle atingia no máximo 1 m. Cada um dos dois resultados representa portanto uma interpretação dos dados reais. A segunda simulação por ter utilizado como parâmetros de entrada a potenciométrica resultante dos tratamentos geoestatísticos, se mostra mais adequada às condições vigentes.

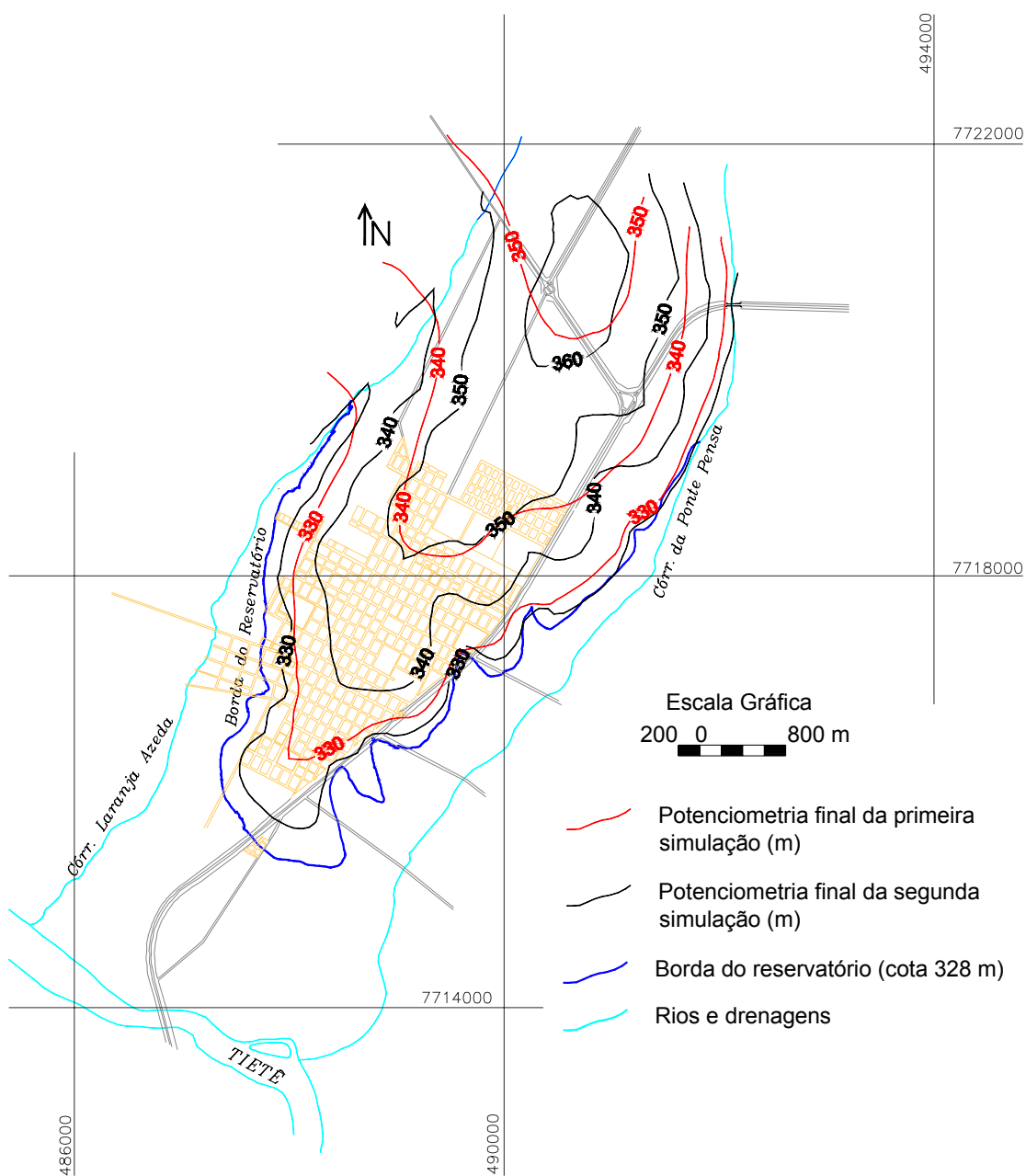


Figura 107 – Comparação entre as potenciometrias finais (após 10 anos) obtidas na primeira e na segunda simulações.

VIII. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Do ponto de vista metodológico, pode-se concluir que a execução do presente estudo comprovou a viabilidade e a adequação da Geoestatística associada à modelagem matemática com fins previsionais, em escala local, para a avaliação das modificações induzidas na superfície potenciométrica do aquífero livre após a implantação de reservatórios.

Como anteriormente apresentado, a maioria dos modelos matemáticos usados em hidrogeologia se baseia na teoria clássica do fluxo em meios porosos. Nesta teoria, os parâmetros hidrogeológicos e do meio poroso, tais como porosidade, condutividade hidráulica, transmissividade, coeficiente de armazenamento, nível potenciométrico, dentre outros, são definidos como valores médios em um volume infinitesimal de referência, extrapolado do Volume Elementar Representativo (VER), de forma que suas variações de um ponto a outro possam ser representadas mediante funções contínuas que satisfaçam os princípios da mecânica do contínuo.

Na realidade, os parâmetros hidrogeológicos possuem alta variabilidade e fornecem um conhecimento discretizado da realidade e, dificilmente, poderiam ser representados por funções determinísticas. Pela própria natureza do trabalho, em geociências, utiliza-se de um conjunto amostral que deveria melhor representar a população estudada e que, por suas características, possui uma distribuição espacial, onde não somente importa o seu valor mas a sua posição no espaço.

Uma forma de se considerar a aleatoriedade das variações dos parâmetros hidrogeológicos e as incertezas associadas com informações insuficientes acerca de sua distribuição espacial consiste em adotar uma interpretação probabilística. Desta forma, cada parâmetro se interpreta como uma variável aleatória que pode adotar um conjunto infinito de valores de acordo com uma distribuição de probabilidade. Considerando que o parâmetro é na realidade uma função no espaço, sua interpretação probabilística é a de uma função aleatória. Assim, as flutuações espaciais do parâmetro podem ser concebidas como uma realização desta função aleatória.

A interpretação geoestatística dos parâmetros hidrogeológicos tem a clara vantagem de permitir estudar suas incertezas e, portanto, as incertezas das predições obtidas com base nos mesmos. Uma vez identificada, a partir dos dados disponíveis, a estrutura espacial da variável, as melhores estimativas não enviesadas dos parâmetros hidrogeológicos podem ser realizadas, para qualquer ponto de interesse, utilizando-se da teoria de estimativas lineares não enviesadas, explorando a capacidade de estimar valores a partir do comportamento espacial da variável (krigagem) ou da correlação existente entre variáveis (cokrigagem).

Relativamente ao parâmetro potenciometria, a utilização da Geoestatística resolveu plenamente as limitações associadas à aplicação de modelos matemáticos na previsão de cenários futuros, quais sejam, dificuldades operacionais, de tempo e de custos no levantamento de parâmetros hidrogeológicos.

Dada a alta correlação espacial observada entre a topografia do terreno e a potenciometria, utilizou-se da cokrigagem ordinária para a estimativa da potenciometria a ser utilizada como dados de entrada.

Resulta, da incorporação da geoestatística como ferramenta básica no tratamento dos dados, a geração de informações seguras, melhorando a qualidade e a quantidade de dados potenciométricos de entrada, implementando mais segurança no processo de modelamento e simulação de cenários futuros, auxiliando a tomada de decisões acerca de atividades a serem desenvolvidas em resposta às alterações induzidas pela elevação do nível d'água subterrânea.

A correlação entre a potenciometria e a condutividade hidráulica é resolvida pelo modelo matemático. Assim, a condutividade hidráulica foi calculada para a área em estudo, por meio do recurso denominado de *problema inverso*, que a partir das condições de contorno e dados de entrada, calcula, para cada uma das células, o valor da permeabilidade que minimiza os erros residuais entre os valores das potenciometrias calculada e observada, sempre, no entanto, respeitando os limites dos valores de permeabilidade obtidos na área.

A utilização da geoestatística associada à modelagem matemática, como ferramentas no estudo do impacto hidrogeológico, possibilitou a elaboração do mapa potenciométrico, e portanto a visualização das áreas mais suscetíveis ao impacto do reservatório pela elevação generalizada da superfície potenciométrica.

Dentre as vantagens da utilização da modelagem matemática, está a possibilidade de considerar a heterogeneidade do meio físico, que afeta as direções de fluxo da água subterrânea. No entanto, a elaboração de um modelo matemático de boa qualidade depende do entendimento adequado do sistema hidrogeológico da área, que afeta diretamente a construção do modelo conceitual e, conseqüentemente, a confiabilidade da previsão.

A aplicação de modelos matemáticos exige a utilização de grande quantidade de informações a respeito da área; portanto, a solução não será necessariamente única para um dado problema.

Neste momento, a geoestatística, enquanto técnica que permite a melhor estimativa não enviesada de parâmetros hidrogeológicos, representa o diferencial na qualidade do resultado.

O resultado mais importante desta pesquisa é a elaboração, de forma previewal, do mapa potenciométrico das condições do novo equilíbrio, no cenário final, após a implantação do reservatório, mapa este que visa subsidiar o planejamento e a tomada de decisões relativamente ao uso e ocupação do solo no entorno do futuro reservatório, facilitando a identificação dos interesses que serão afetados e contribuindo para a avaliação de riscos no que se refere à delimitação das áreas mais vulneráveis (nível d'água a profundidades menores que 5 m).

A aplicação da metodologia proposta deve ser orientada de acordo com as etapas descritas neste trabalho, que está inserido num contexto mais amplo, o da previsão da elevação do nível freático no processo de avaliação de impacto ambiental de reservatórios e na elaboração de uma proposta de monitoramento específica para o reservatório estudado.

Destaca-se a importância da realização de retroanálise, o que implica na coleta de novos dados de campo para aferir as previsões. Essa etapa (monitoramento e retroanálise) deve ser executada em tempo compatível com a previsão efetuada, para permitir que eventuais mudanças possam ocorrer. O modelo matemático proposto, caso a previsão tenha-se confirmado, pode ser validado, especificamente para essa área.

Deverá ser considerado, também, que os resultados obtidos a partir da metodologia proposta neste estudo apresentarão erros e limitações inerentes a um processo de modelagem desenvolvido em escala local (no caso, 1:10.000). Portanto, a utilização das informações resultantes deverá ser restrita à finalidade proposta neste trabalho, considerando-se a avaliação do erro de cada uma das etapas aqui desenvolvidas.

IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALABERT, F.G.; MODOT, V. Stochastic models of reservoir heterogeneity: impact on connectivity and average permeabilities. In: ANNUAL TECHNICAL CONFERENCE AND EXHIBITION OF THE SOCIETY OF PETROLEUM ENGINEERS, 67., 1992, Washington, DC. **Proceedings...** Washington: Society of Petroleum Engineers, 1992. (SPE Technical Report. 24893)
- ALBUQUERQUE FILHO, J. L. **Previsão e análise da elevação do lençol freático no processo de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) de reservatórios hidrelétricos.** Rio Claro, 2002. 223 f. Tese de Doutorado – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2002.
- ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; BOTTURA, J. A.; JUNIOR, T. B.; CORRÊA, W. A. G. Avaliação de impactos hidrogeológicos como subsídio à instalação de reservatórios hidrelétricos no estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 8., 1994, Recife. **Anais...** Recife, 1994. p. 169 - 179.
- ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; SILVA, A. L. B.; BORIN JÚNIOR, T.; CORRÊA, W. A. G. Alterações do nível freático induzidas pelo enchimento do reservatório de Três Irmãos, em Pereira Barreto, SP. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 5., 1997, Penedo/Itatiaia. **Atas...** Rio de Janeiro: SBG/ABGE, 1997. p. 190-192.
- ALBUQUERQUE FILHO, J.L.; BOTTURA, J.A. Elevações induzidas no lençol freático. In: ENCONTRO TÉCNICO CESP/IPT, 1994, Paraibuna, São Paulo. **O meio físico nos estudos ambientais de projetos hidroelétricos.** Paraibuna, São Paulo: CESP/IPT, 1994. p. 62-73.
- ALMEIDA, F.F.M. Distribuição regional e relações tectônicas do magmatismo pós paleozóico no Brasil. **Revista Brasileira de Geologia**, São Paulo, v.16, n.4, p.325-349, 1986.
- ALMEIDA, F.F.M.; BARBOSA, O. **Geologia das Quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo.** Rio de Janeiro: DNPM/DGM, 1953. (Boletim 143).
- ALMEIDA, M. A.; STEIN, D.P.; MELO, M.S.; BISTRICHI, C.A.; PONÇANO, W. L.; HASUI, Y.; ALMEIDA, F.F.M. Geologia do Oeste Paulista e áreas fronteiriças dos estados de Mato Grosso do Sul e Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 31 , 1980, Camboriú. **Anais...** Camboriú: SBG, 1980. v.5, p.2799-2812.
- ANDERSON, M.P.; MUNTER, J.A. Seasonal reversals of groundwater flow around lakes and the relevance to stagnation points and lake budgets. **Water Resources Research**, Washington, v. 17. n. 4, p. 1139-1150, aug. 1981.
- ANDERSON, M.P.; WOESSNER, W.W. **Applied groundwater modeling: simulation of flow and advective transport.** San Diego: Academic Press, 1992. 381p.
- ANDREWS, C.B.; ANDERSON, M.P. Impact of a power plant on the ground-water system of a wetland. **Ground Water Resources Research**, v. 16, n. 2, p.105-111, Mar/Apr., 1978.
- ARMSTRONG, M. **Basic Linear Geostatistics.** Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag, 1998. 153 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA E AMBIENTAL - ABGE. **Glossário de Termos Técnicos de Geologia de Engenharia.** 1. ed. São Paulo/SP. 1985 139p. (Glossário)
- BARCELOS, J.H., SUGUIO, K. 1987. Correlação e extensão das unidades litoestratigráficas do Grupo Bauru definida em território paulista, nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 6, 1987, Rio Claro. **Atas...** Rio Claro: SBG/Núcleo SP. v.1, p. 313-321.

- BELLENZANI JÚNIOR, V.D.; LANDIM, P.M.B.; STURARO, J.R. 1990. Análise espacial quantitativa de dados hidrogeológicos do município de Araraquara-SP. **Geociências**, São Paulo, p.197-214, 1990. Número especial.
- BOTTURA, J.A.; SANTOS, J.P. Impacto Hidrogeológico de Reservatórios. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 4., 1984, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABGE, 1984. v. 2, p. 339-348.
- BROWER, J.C., MERRIAM, D.F. A simple method for comparison of adjacent points on thematic maps. In: KURZL, H.; MERRIAM, D.F. (Ed.) **Use microcomputers in geology**. Plenum Press, New York, 1992. p.227-240.
- BROWER, J.C., MERRIAM, D.F. Geological map analysis and comparison of adjacent multivariate algorithms. **Geological Survey Canada Paper**, 89-9. p. 123-134, 1990.
- BROWER, J.C., MERRIAM, D.F. Thematic map analysis using multiple regression. **Mathematical Geology**, New York, v. 33, n.3, p. 353-368, 2001.
- CADY, R.C. Effect upon ground-water levels of proposed surface-water storage in flathead lake, Montana. **Geological Survey Water-Supply Paper**, n. 849-B. p.59-81, 1941.
- CALVETE, F.J.S.; CARRERA, J. **Geoestadística**: aplicaciones a la hidrología subterránea. 2.ed. Barcelona: CIMNE, 1996. 484 p.
- CARR, J.D.; MEYERS, D.E.; GLASS, C.E. Cokriging. a computer program. **Computers Geosciences**, New York, v.11, n.2, p.11-127, 1985.
- CAVALCANTI, M. A. M. P. **A modelagem matemática associada ao sistema de informação geográfica como instrumento de previsão no estudo do impacto hidrogeológico de reservatórios**. 2002. 112 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- CESTARI JR., E.; CELERI, A. Reflexos do enchimento do reservatório da UHE Três Irmãos nas edificações da cidade de Pereira Barreto. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS, 23., 1999, Belo Horizonte. **Anais...**Belo Horizonte: CBDB, 1999. v. 2, p. 79-86.
- CHILÈS, J-P; DELFINER, P. **Geostatistics**: modeling spatial uncertainty. Berlin: Wiley-Interscience, 1999. 672 p.
- CLARK, I.; HARPER, W.V. **Practical Geostatistics 2000**. Columbus (OH): Ecosse North America, 2000. 442 p.
- CLEARY, R. W. Hidrologia de águas subterrâneas. In: RAMOS, F. *et al.* **Engenharia hidrológica**. Rio de Janeiro: ABRH, 1989. p. 293-404.
- COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO. **UHE Três Irmãos. Estudos de Impacto Ambiental (EIA)**. São Paulo: CESP, 1990. 2 v.(Relatório – CESP).
- CRUZ, P.T.; FERREIRA, R.C.; CELERI, A.; BENVENUTO, C. Ensaio in situ em solo colapsível durante ascensão do lençol freático. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA DOS SOLOS E ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES, 10., /SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MECÂNICA DE ROCHAS, 1., 1994. **Anais...**Foz do Iguaçu: X COBRAMSEF/1º SBMR, 1994. 10p
- CRUZ, W.B.; VERSIANI, B.R. Alterações de níveis do lençol freático no estudo de impactos ambientais de barragens. **Revista Escola de Minas** – Revista da Faculdade de Engenharia de Minas, Metalúrgica Geológica e Civil da Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP, Ouro Preto, ano 54, v. 43, n.3, p. 18-22, 1990.
- CUSTÓDIO, W. ; LLAMAS, M.R. Oscilaciones de los niveles piezométricos del agua subterránea y sus causas. In: **Hidrologia subterránea**. Barcelona: Ediciones Omega S.A., 1976. p.516-533.

- DAMSLETH, E.; HOLDEN, L. Mixed reservoir characterization methods. In: SPE CENTENNIAL PETROLEUM ENGINEERING SYMPOSIUM. 1994, Tulsa. **Proceedings...**Tulsa: SPE, 1994. (SPE Technical Report, n. 27969)
- DAVIS, J.C. **Statistics and data analysis in geology**. New York: John Wiley & Sons. 1986.
- DE JORGE, F.N. **Mecanismos dos escorregamentos em encostas marginais de reservatórios**. São Carlos, 1984. 146 f. Tese (Dissertação de Mestrado em Geotecnia).
- DE MARSILY, G. **Quantitative Hydrogeology**. Academic Press, 1986. 440p.
- DELHOMME, J. P. 1978. Kriging in the Hydrosiences. **Advances in Water Resources**. 1: 251-266.
- DEUTSCH, C.V. **Geostatistical simulation: principles and hands – on practice. visual aids / lecture notes – Curso de Simulação Geoestatística**. São Paulo: School of Mining and Petroleum Engineering, 1998. 150 p. (IG/UNICAMP, Poli/USP e DATAMINE Latin America).
- DEUTSCH, C.V.; JOURNEL, A.G. **GSLIB – Geostatistical Software Library and User's Guide**. New York (NY): Oxford University Press, 1992. 340 p. (with Compact Disk).
- DOWD, P.A. A review of recent developments in geostatistics. **Computer e Geosciences**, v.17, n.10, p.1481-1500, 1992.
- ETCHEBEHERE, M.L.C. et al. Moldes de cristais salinos no Grupo Bauru, Estado de São Paulo: implicações econômicas e paleoclimáticas. **Geociências**, São Paulo, v.10, p.101-107, 1991.
- FERNANDES, L.A. **A cobertura cretácea suprabasáltica no Paraná e Pontal do Paranapanema (SP): os grupos Bauru e Caiuá**. São Paulo, 129 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.
- FERNANDES, L.A. **Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil)**. São Paulo. Tese (Doutoramento) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- FERNANDES, L.A., COIMBRA, A.M. A Bacia Bauru (Cretáceo Superior, Brasil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.68, n.2, p.195-205, 1996.
- FERNANDES, L.A., COIMBRA, A.M. A cobertura cretácea suprabasáltica no Estado do Paraná e Pontal do Paranapanema (SP): os grupos Bauru e Caiuá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo. **Boletim de Resumos Expandidos...** São Paulo: SBG, 1992. v.2, p. 506-508.
- FERNANDES, L.A., COIMBRA, A.M. O grupo Caiuá (Ks): revisão estratigráfica e contexto deposicional. **Revista Brasileira de Geociências**, São, Paulo, v.24, n.3, p.164-176, 1994.
- FERNANDES, L.A., COIMBRA, A.M. Registros de episódio sísmicos na parte superior da Formação Rio do Rastro no Paraná, Brasil. In: SIMPOSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 3, 1993, Rio de Janeiro. **Atas...** Rio de Janeiro: SBG/UERJ. p.271-275, 1993.
- FETTER, C.S. **Applied hydrogeology**. Third Edition. Prentice-Hall Ed, 1994. 516 p.
- FREEZE, R.A; CHERRY, J.A. **Groundwater**. New Jersey: Prentice Hall, 1979.
- FÚLFARO, V.J. *et al.* Compartimentação e evolução tectônica da Bacia do Paraná. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.12, n.4 p.590-610, 1982.
- GALLI, A.; BEUCHER, H. Stochastic models for reservoir characterization: a user-friendly review. In: LATIN AMERICAN AND CARIBBEAN PETROLEUM ENGINEERING CONFERENCE AND EXHIBITION, 5., 1997, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro: Society of Petroleum Engineers, 1997. (SPE Technical Report, n. 38999)
- GEOVARIANCES. **The Universe of Geostatistics: Introduction to Geostatistics, a video short course on Geostatistics**. Produção de Shell International Exploration and Production,

Geovariâncias. Concepção de Jacques Deraysme. [s.l.]: Geovariâncias, 1996. 1 videocassete (90 min), VHS, son., color.

GLOVER, R. E. **Transient Ground Water hydraulics**. Michigan: Water Resources Publications, 1985. 413 p.

GOOVAERTS, P. **Geostatistics for natural resources evaluation**. Oxford: Oxford University Press, 1997. 496 p.

GROUNDWATER MODELING SYSTEM – GMS. **Version 3.1 para PC**. Brigham Young University, 1994. Conjunto de programas. 1 CD-ROM, compilado dez 2001.

GUERRA, P.A.G. **Geoestatística operacional**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, 1988. 145 p.

GUO, W. Transient groundwater flow between reservoirs and water-table aquifers. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, n.195, p.370-384, 1997.

HACHIRO, J.; COIMBRA, A.M.; MATOS, S.L.F. O caráter cronoestratigráfico da unidade Irati. In: SIMPOSIO SOBRE CRONOESTRATIGRAFIA DA BACIA DO PARANÁ, 1, Rio Claro. **Resumos...** Rio Claro: UNESP/SBG, 1993. p. 72-74.

HASUI, Y. A Formação Uberaba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 22., 1968, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBG, 1968. p.167-179.

HERZFIELD, H.C.; SONDERGARD, M.A. MAPCOMP - A FORTRAN program for weighted thematic map comparison. **Computers e Geosciences**, Elmsford, v.14, n.5, p.699-713, 1988.

HERZFIELD, U.C.; MERRIAM, D.F. A map comparison technique utilizing weighted input parameters. In: GAAL G.; MERRIAM, D.F. (Ed.) **Computer applications in resource estimations**. Pergamon Press, Oxford, 1991. p. 43-52.

HUISMAN, L. **Groundwater recovery**. London, UK: The Macmillan Press Ltda., 1972. 335p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT, 1981. 2v. Escala 1:500.000 (IPT. Monografias, 6. Publicação, 1 184).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. **Avaliação do efeito do enchimento do reservatório da barragem de Porto Primavera sobre o nível freático regional – primeira fase**. São Paulo: IPT, 1982. (Relatório nº 17 082).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. **Avaliação do efeito do enchimento do lago da barragem de Três Irmãos sobre o nível piezométrico regional: primeira fase**. São Paulo: IPT, 1983. 2 v. (Relatório nº 18.760).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. **Caracterização do efeito do enchimento do reservatório da barragem de Nova Avanhandava sobre a superfície piezométrica regional**. São Paulo: IPT, 1984a. (Relatório nº 20.231).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. **Caracterização do efeito do enchimento do reservatório de Itaipu sobre o nível piezométrico regional, entre o eixo da barragem e Porto Mendes: Primeira fase**. São Paulo: IPT, 1984b. (Relatório nº 20.337)

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. **Avaliação do efeito do enchimento do lago da barragem de Três Irmãos sobre o nível freático na área da cidade de Pereira Barreto: atualização do acervo de dados, relatório parcial**. São Paulo: IPT, 1985a. 1 v. (Relatório nº 22.019).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. **Avaliação do efeito do enchimento do reservatório de Porto Primavera sobre o nível piezométrico na área da Lagoa São Paulo: 2ª fase**. São Paulo: IPT, 1985b. (Relatório nº 22.039).

- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT.
Avaliação do efeito do enchimento dos reservatórios de Rosana e Taquaruçu sobre o nível piezométrico regional do sistema aquífero livre: primeira fase. São Paulo: IPT, 1986. Relatório nº 24.063).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT.
Monitoramento do impacto hidrogeológico do reservatório de Porto Primavera na área da Lagoa São Paulo. São Paulo: IPT, 1988. (Relatório nº 26.661).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT.
Compartimentação estrutural e evolução tectônica do Estado de São Paulo. São Paulo: IPT/SCTDE/Pró-Minério, 1989a. (Relatório nº 27.394).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT.
Levantamento e inspeções em estruturas e fundações de edificações da cidade de Pereira Barreto: providências imediatas. São Paulo: IPT, 1989b. (Relatório nº 27.050).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT.
Avaliação do efeito do enchimento do reservatório da barragem de Três Irmãos sobre o nível freático na área da cidade de Pereira Barreto: segunda fase. São Paulo: IPT, 1989c. 2 v. (Relatório nº 27.789).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT.
Levantamentos e inspeções em estruturas e fundações de edificações da cidade de Pereira Barreto - SP (cont.). Proposta de um modelo de comportamento geotécnico de colapsividade do subsolo sob as bases das fundações, por efeito da elevação do lençol freático do local. São Paulo: IPT. 1989d. (Relatório nº 27536).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT.
Síntese dos estudos sobre os efeitos produzidos por reservatórios de grandes barragens, com ênfase aos aspectos hidrogeológicos, geotécnicos e estruturais da região da barragem de Três Irmãos. São Paulo: IPT, 1990. (Relatório nº 28.389).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT.
Atualização do conhecimento e reavaliação das áreas críticas nos entornos do futuro reservatório de Três Irmãos. São Paulo: IPT, 1991a. 2 v. (Relatório nº 28 867).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT.
Inspeções de edificações e modelo hidrogeotécnico para a cidade de Pereira Barreto - relatório de andamento da modelagem hidrogeológica. São Paulo: IPT, 1991b. (Relatório nº 29.501).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT.
Modelagem numérica tridimensional do fluxo subterrâneo na cidade de Pereira Barreto, SP – relatório preliminar da segunda versão. São Paulo: IPT, 1993. (Relatório nº 31.805).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT.
Análise das alterações induzidas pelo enchimento do reservatório de Porto Primavera sobre o nível da água subterrânea do Posto Fiscal XV de Novembro, Bataguassu, MS. São Paulo: IPT, 1994. (Relatório nº 32.670).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT.
Determinação do potencial de influência do enchimento dos reservatórios de Canoas I e Canoas II sobre o lençol freático regional: primeira fase. São Paulo: IPT, 1996. (Relatório nº 33.909).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT.
Modelagem numérica tridimensional das alterações induzidas pelo enchimento do reservatório de Porto Primavera sobre o nível das águas subterrâneas na área da Lagoa São Paulo e Bairro Campinal, Presidente Epitácio. São Paulo: IPT, 1997. (Relatório nº 34.767).

- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT.
Assistência técnica relativa à avaliação hidrogeológica de detalhe da elevação do lençol freático na região do Distrito Campinal, em Presidente Epitácio (áreas rurais). São Paulo: IPT, 1998. (Relatório nº 36.297).
- ISAAKS, E.H.; SRIVASTAVA, R.M. **An introduction to applied geostatistics.** Oxford University Press, New York, 1989. 561p.
- JOURNEL, A.G. (1969) - **Etude sur l'Estimation d'une Variable Regionalisée. Application à la Cartographie Sous-Marine.** Service Central Hydrographique de la Marine, Paris, 1969. 86p.
- JOURNEL, A.G.; DEUTSCH, C.V. Entropy and spatial disorder. **Mathematical Geology**, New York, v.25, n.3, p.329-255, 1993.
- JOURNEL, A.G.; HUIJBREGTS, C. **Mining Geostatistics.** London: Academic Press, 1978.
- KITANIDIS, P.K. **Introduction to geostatistics: applications in hydrogeology.** 2.ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. 249 p.
- KRIGE, D.G. **A statistical approach to some mine valuation and allied problems on the Witwatersrand.** Johannesburg, 1951. (Thesis, Magister Science Engineering) - University of the Witwatersrand, Johannesburg, 1951.
- LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos.** 2.ed. atual. e ampl. São Paulo/SP: Fundação Editora da UNESP/FEU, 2003 253p.
- LANDIM, P.M.B.; CORSI, A.C. **Cálculo de superfícies de tendência, por regressão polinomial, pelo "SURFER® 6".** Rio Claro: UNESP, 2001. 11 p. (Texto didático 05). Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>>. Acesso em: 12 fev. 2003.
- LANDIM, P.M.B.; STURARO, J.R.; MONTEIRO, R. C. **Exemplos de aplicação da Cokrigagem.** Rio Claro: Laboratório de Geomatemática, DGA/IGCE/,UNESP,2002. (Texto Didático 09). Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>>. Acesso em: 29 jan. 2004.
- LANDIM, P.M.B.; STURARO, J.R.; MONTEIRO, R.C. O coeficiente de correlação na utilização da cokrigagem. In: SIMPÓSIO DE QUANTIFICAÇÃO EM GEOCIÊNCIAS, 6., 1995, Rio Claro. **Boletim de Resumos Expandidos...** Rio Claro: IGCE-UNESP, 1995. p.91-94.
- LEITE, C.B.B. ; LANDIN, P.M.B. Relação entre Mapas Temáticos por Meio da Análise de Regressão Múltipla. **Solos e Rochas** - Revista Brasileira de Geotecnia, São Paulo SP Brasil, v. 26, n. 3, p. 195-203, 2003.
- Li, J.C.R. **Statistical Inference.** [S.I.]: Edwards Brothers, 1994. v.1.
- LOCKINGTON, D.A. Response of unconfined aquifer to sudden change in boundary head. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v.123, n.1, p.24-27, jan./fev. 1997.
- LOZINSKA-STEPHEN, H.; POZNIAK, R. Engineering geological evaluation of increase in groundwater resources close to reservoirs. **Bulletin of the International Association of Engineering Geology**, Paris, n.20, p.273-274, 1979.
- MANZOLI JR., W. **Acompanhamento topográfico de edificações do município de Pereira Barreto – SP, devido à elevação do nível de água do reservatório de Três Irmãos.** Ilha Solteira, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, 1995. (Relatório de Pesquisa)
- MARCOTTE, D. Cokriging with MATLAB. **Computers & Geosciences**, Elmsford, v.17, n.9, p.1265-1280, 1991.
- MATHERON, G. Principles of Geostatistics. **Economic Geology**, Lancaster, v.15, p.1246-1266, 1963.

- MATHERON, G. **The theory of regionalized variables and its applications**. Paris: École de Mines de Paris, 1971. 211 p. (Les Cahiers du Centre de Morphologie Mathématique de Fointainbleau).
- McDONALD, M.G.; HARBAUGH, W. **Modflow - a modular three-dimensional finite-difference groundwater flow model**. [S.l.]: USGS, 1988. Book 6, chapter A1, 528 p., (Geologic Survey Open File Report 83-875).
- MDK ENGENHARIA DE PROJETOS LTDA e CENCO – CONSÓRCIO DE ENGENHEIROS CONSULTORES. **Usina Hidrelétrica de Segredo. RIMA – Relatório de Impacto Ambiental**. [S.l.]: MDK, 1987.
- MEDOVAR, Y.A.; AKHMETYEVA, N.P. The reservoir effect on hydrological conditions of share areas of the Ivankovo reservoir. **Environmental Geology**, New York, v. 5, n. 4, p. 219-224, 1984.
- MILANI, E.J.; FRANÇA, A.B.; SCHNEIDER, R.L. Bacia do Paraná. **Boletim de Geociências da Petrobras**, v. 8, n. 1, p. 69-82, 1994.
- MONTEIRO, R C. Gestão de recursos hídricos subterrâneos e o mapeamento espaço-temporal da superfície potenciométrica do sistema Aquífero Guarani na cidade de Ribeirão Preto (SP), Brasil. Rio Claro, 2003. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, 2003.
- OLEA, R.A. Geostatistics for engineers and earth scientists. [s.l.]: Kluwer, 1999. 328 p.
- PINDER, G. F. **A digital model for aquifer evaluation**. [S.l.]: USGS, Techniques of Water-Resources Investigations, 1970. Book 7, Chapter C1, n. TWI 07-C1, (Automated data processing and computations).
- POLYAK, I.; NORTH, G.R.; VALDES, J.B. Multivariate space-time analysis of PRE-STORM precipitation. **Journal Applied Meteorology**, Boston, v.33, p.1079-1087, 1994.
- PRICKETT, T. A.; LONNQUIST, C. G. **Selected digital computer techniques for groundwater resources evaluation**. Illinois State Water Survey, 1971. 62 p. (Bulletin 55).
- REED, J.E.; BEDINGER, M.S. **Estimating the effects of stream impoundment on ground-water levels**. [S.l.]: Geological Survey Research, USGS, 1962. Article 35, Professional Paper 450-B, p. B.88 -B.89.
- REED, J.E.; BEDINGER, M.S. Projecting the effect of changed stream stages on the water table. **Journal of Geophysical Research**, Washington, v. 6. n. 8, p. 2423-2427, Aug. 1961.
- REMACRE, A.Z.; CARVALHO, R.M. **Curso de simulação geoestatística**. Campinas: UNICAMP, IG, 1998 27 p. (Apostila – Curso de Simulação Geoestatística - IG/UNICAMP, Poli/USP e DATAMINE Latin America).
- RICCOMINI, C. Arcabouço estrutural e aspectos do tectonismo gerador e deformador da Bacia Bauru no estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.27, n.2, p.153-162, 1997.
- RICCOMINI, C.; GIMENEZ, A.F.; STEIN, D.P.; ALMEIDA, F.F.M.; PIRES NETO, A.G.; DEHIRA, L.K.; MELO, M.S.; BRAGA, T.O.; PONÇANO, W.L. Características da porção basal da Formação Caiuá no noroeste do Paraná. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 3, 1981, Curitiba. **Atas...** Curitiba: SBG/Núcleo SP, 1981. v. 2, p. 34-46.
- RICCOMINI, C.; CHAMANI, M.A.C.; AGENA, S.S.; FAMBRINI, G. L.; FAIRCHILD, T. R.; COIMBRA, A. M. Earthquake-induced liquefaction features in the Corumbataí Formation (Permian, Paraná Basin, Brazil) and the dynamics of Gondwana. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.64, n.2, p.210, 1992.
- RICCOMINI, C. **Tectonismo gerador e deformador dos depósitos sedimentares pós-gondvânicos da porção centro-oriental do estado de São Paulo e áreas vizinhas**. São Paulo, 1995. 100 f. (Tese de Livre Docência) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

SÃO PAULO (Estado). Departamento de Obras e do Meio Ambiente. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Estudo de águas subterrâneas**: regiões administrativas 7, 8 e 9 – Bauru, São José do Rio Preto, Araçatuba. São Paulo: DAEE, 1976. 3v.

SETZER, J. Atlas climatológico do estado de São Paulo. **Comissão Interestadual da Bacia do Paraná-Paraguai**. São Paulo, CESP, 1966. 40p

SMITH, S.E. General impacts of Aswan High Dam. **Journal of Water Resources Planning and Management**, New York, v.112, n.4, p.551-572, Oct. 1986.

SOARES, A. Geoestatística para as ciências da terra e do ambiente. Lisboa: IST, 2000. 206 p.

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

SOARES, P.C.; LANDIM, P.M.B. 1973. Aspectos regionais da estratigrafia da Bacia do Paraná no seu flanco nordeste, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 27, 1973, Aracaju. **Anais...** Aracaju: SBG, v.1, p.243-256.

STEIN, D.P. *et al.* Geologia de parte dos vales dos rios Paraná e Paranapanema. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2., 1979, Rio Claro. **Atas...** Rio Claro: SBGI Núcleo SP, 1979. v.2, p.291-306.

STURARO, J. R. **Mapeamento geoestatístico de propriedades geológico-geotécnicas obtidas de sondagens de simples reconhecimento**. São Carlos, 1993. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1993.

STURARO, J.R. **Estudo do comportamento espacial de variáveis geológicas e hidrogeológicas da área urbana de Ribeirão Preto - SP**. São Carlos, 1988. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1988.

STURARO, J.R.; LANDIM, P.M.B. Estudo do nível piezométrico por análise geoestatística. **Geociências**, São Paulo, v.7, p.201-210, 1988.

SUGUIO, K. *et al.* Comportamentos estratigráficos e estrutural da Formação Bauru nas regiões administrativas 7 (Bauru), 8 (São José do Rio Preto) e 9 (Araçatuba) no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA REGIONAL, 1, 1977, São Paulo. **Atas...** São Paulo: SBG/NSP, 1977. p.231-247.

SUGUIO, K. Fatores paleoambientais e paleoclimáticos e subdivisão estratigráfica do Grupo Bauru. In: MESA REDONDA: A FORMAÇÃO BAURU NO ESTADO DE SÃO PAULO E REGIÕES ADJACENTES, 1980, São Paulo. **Coletânea de trabalhos e debates...** São Paulo, SBGI Núcleo SP, 1981. p.15-26.

SUTTERLIN, P.G.; HASTINGS, J.P. Trend-surface analysis revisited - a case history. **Computers & Geosciences**, New York, v.12, n.4B, p.537-562, 1986.

TRESCOTT, P. C.; PINDER, G. F.; LARSON, S. P. **Finite difference model for aquifer simulation in two dimensions with results of numerical experiments**. Washington: U. S. Geological Survey, 1976. Book 7, chapter 01

TSOU, M.S.; WHITTERMORE, D.O. User interface for groundwater modeling: ArcView Extension. **Journal of Hydrologic Engineering**, New York, v.6, n.3, p.251-258, 2001.

UZUMAKI, E.T. **Geoestatística multivariada**: estudo de métodos de predição. Campinas, 104f. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Instituto de Matemática, Estatística e Ciência de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

VALENTE, J.M.G.P. **Geomatématica**: lições de Geoestatística. 2.ed. Ouro Preto: Fundação Gorceix, 1989. 8 v.

VAN EVERDINGEN, R.O. Influence of the South Saskatchewan reservoir (Canada) on piezometric levels in underlying bedrock aquifers. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v.5, p.351-359, 1967.

- VAN EVERDINGEN, R.O. **Observed changes in groundwater regime caused by the creation of Lake Diefenbaker, Saskatchewan.** Ottawa: Department of the Environment, 1972. 65p. (Technical Bulletin, 59).
- VAN EVERDINGEN, R.O. **The influence of the South Saskatchewan Reservoir on the local groundwater regime. a prognosis.** [S.l.]: Geological Survey of Canada- Dept. of Energy, Mines and Resources, 1968. 85p. (Paper 65-69)
- VILLELLA, S.H. **Avaliação socioeconômica de impactos ambientais devidos a implantação e operação da Usina Hidroelétrica “Três Irmãos”, no Rio Tietê – Aplicação do “Modelo Interpretativo da Inserção Regional da UHE”, elaborado pela Eletrobrás.** São Paulo, 1992. 124f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1992.
- WESSELING, J. Seepage. In: INTERNATIONAL INSTITUTE FOR LAND RECLAMATION AND IMPROVEMENT. **Drainage principles and application: theories of field drainage and watershed.** Wageningen: ILRI, 1979. v. 2, cap. 13, p. 189-215,. (Publ. 16).
- WINTER, T. C. **Numerical simulation analysis of the interaction of lakes and ground water.** Washington: Geological Survey Professional, 1976. 44p. (Paper 1001)
- WINTER, T. C. Numerical simulation of steady state three-dimensional groundwater flow near lakes. **Water Resources Research**, Washington, v. 14, n. 2, p. 245-254, 1978.
- YAMAMOTO, J.K. An alternative measure of the reliability of ordinary kriging estimates. **Mathematical Geology**, New York, v.34, n.4, p.489-509, 2000.
- YAMAMOTO, J.K. **Avaliação e classificação de reservas minerais.** São Paulo: EDUSP, FAPESP, 2001. 232 p. (Coleção Acadêmica, 38).
- YAMAMOTO, J.K. **II Curso de Geoestatística Aplicada.** São Paulo: USP/LIG/ABGE,. 2002
- YATES, S.R.; YATES, M.V. **Geostatistics for waste management.** a user's manual for the GEOPAK (version 1.0). [S.l.]: Geostatistical Software System/ U.S. Environmental Protection Agency, 1990. (Report no. EPA/600/8-90/004)
- YOST JR., C.B.; NANEY, J.W. Earth-dam seepage and related land and water problems. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.30, n.2, p.87-91, Mar./Apr. 1975.
- ZAINE, J.E. *et al.* **Geologia do Bloco 38; região de Araçatuba/Tupã.** São Paulo: Paulipetro, . 1980. (Consórcio CESP/IPT).
- ZALÁN, P.V. A evolução estratigráfica da Bacia do Paraná. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO SUDESTE, 1, 1989, Rio de Janeiro. **Boletim de Resumos...**Rio de Janeiro: SBG, p.206-207.

ANEXO A - Base de Datos

Base de dados com as informações: Coordenadas UTM, Cotas do terreno – z(m), do nível d'água - h(m) e do topo do basalto - TB (m)

ponto ¹	x(m) ²	y(m) ²	z(m) ³	h(m) ⁴	TB(m) ⁵
TG-02	486450.00	7714380.00	296.43	291.19	217.20
TG-05	486630.00	7714170.00	290.61	289.07	217.20
TG-07	486850.00	7717900.00	329.72	315.24	217.20
TG-08	486680.00	7718240.00	344.28	317.68	217.20
TG-10	486690.00	7717400.00	328.54	309.05	217.20
TG-13	486580.00	7717100.00	328.27	308.60	217.20
TG-16	486480.00	7716800.00	327.43	304.56	217.20
TG-17	486560.00	7716520.00	315.59	302.35	217.20
TG-20	486400.00	7716100.00	311.34	299.96	217.20
TG-22	486070.00	7716150.00	325.46	303.82	217.20
TG-23	485900.00	7715630.00	309.29	294.95	217.20
TG-25	485510.00	7716020.00	318.61	293.87	217.20
PB-02	492430.00	7719100.00	350.88	340.94	217.20
PB-03	492610.00	7718200.00	354.74	342.34	217.20
PB-12	490450.00	7716520.00	323.64	314.99	217.20
PB-13	490800.00	7717170.00	318.95	315.65	217.20
PB-16	491110.00	7719280.00	357.33	339.99	276.61
PB-18	490970.00	7718950.00	343.95	339.64	275.98
PB-20	490780.00	7718340.00	348.54	331.47	271.98
PB-21	490500.00	7718030.00	345.29	329.64	272.92
PB-23	490180.00	7716840.00	309.33	309.33	255.97
PB-24	489940.00	7716980.00	324.01	314.42	266.19
PB-26	489680.00	7716700.00	314.34	309.57	273.96
PB-27	489240.00	7716800.00	336.91	320.55	289.16
PB-29	488910.00	7716510.00	331.90	319.57	295.78
PB-31	489070.00	7716340.00	325.13	313.84	291.70
PB-34	489310.00	7716190.00	319.47	306.69	286.14
PB-36	489930.00	7715900.00	319.18	309.23	217.20
PB-38	489060.00	7715800.00	322.89	306.06	295.57
PB-39	488850.00	7715240.00	309.85	301.60	305.17
PB-41	489380.00	7714810.00	315.21	304.00	217.20
PB-43	487880.00	7715530.00	315.88	303.30	306.75
PB-44	487100.00	7715460.00	315.04	293.45	311.50
PB-46	487310.00	7715940.00	321.14	301.39	314.05
PB-48	487510.00	7716030.00	330.48	306.95	311.62
PB-49	487240.00	7716270.00	313.43	301.73	320.52
PB-50	487670.00	7716830.00	329.64	314.37	318.09
PB-51	487600.00	7717580.00	320.47	314.44	317.13
PB-52	487400.00	7716640.00	316.49	313.91	320.33
PB-53	487340.00	7717370.00	312.39	312.31	318.25
PB-54	487110.00	7717370.00	314.56	310.26	217.20
PB-55	487060.00	7717710.00	321.14	313.12	217.20

¹Identificação do ponto, ²Coordenadas UTM (x,y) do ponto, ³Cota da superfície do Terreno, ⁴Cota do nível d'água, e ⁵Cota do topo do basalto.

Continua ...

... Continuação

ponto ¹	x(m) ²	y(m) ²	z(m) ³	h(m) ⁴	TB(m) ⁵
PB-56	487290.00	7718000.00	318.21	314.96	217.20
PB-59	487279.00	7718226.00	326.70	316.01	217.20
PB-61	487800.00	7717970.00	330.06	318.55	319.17
PB-62	488240.00	7718560.00	340.67	326.71	323.48
PB-63	488070.00	7718660.00	330.40	322.91	322.85
PB-64	488320.00	7718900.00	335.17	326.55	322.59
PB-66	488510.00	7719040.00	340.69	328.25	322.07
PB-67	487050.00	7718560.00	341.79	319.84	217.20
PB-68	490100.00	7719190.00	369.28	343.67	295.23
PB-71	487400.00	7716960.00	318.92	310.77	320.25
CD-02	487790.00	7717160.00	330.44	315.61	317.10
CD-03	487835.00	7717675.00	330.41	319.29	317.77
CD-05	488025.00	7717850.00	338.75	322.91	319.09
CD-09	488400.00	7718215.00	351.46	329.23	322.49
CD-10	488460.00	7717960.00	350.69	329.43	319.97
CD-11	487850.00	7716770.00	335.04	316.64	315.46
CD-13	488095.00	7717515.00	336.28	323.49	316.84
CD-14	488100.00	7717310.00	338.49	322.82	315.61
CD-16	488499.00	7718069.00	352.54	330.25	321.14
CD-17	487820.00	7716415.00	339.12	313.40	312.73
CD-18	488070.00	7716830.00	336.13	319.43	312.93
CD-19	488790.00	7718370.00	352.87	333.42	323.95
CD-29	489300.00	7718935.00	356.66	340.29	317.83
CD-33	488280.00	7716265.00	334.23	318.28	305.48
CD-34	488478.00	7716358.00	333.49	319.17	303.23
CD-36	489263.00	7717831.00	344.38	329.83	308.58
CD-39	489330.00	7717190.00	339.85	326.78	291.86
CD-40	489645.00	7717725.00	344.90	331.37	294.10
CD-42	489660.00	7718870.00	363.79	342.73	310.00
CD-44	489625.00	7718700.00	362.88	342.45	311.94
CD-46	489800.00	7718850.00	364.88	342.89	305.94
CD-50	489890.00	7718595.00	357.11	342.71	302.56
CD-56	490470.00	7718670.00	354.33	340.82	284.36
CD-60	488990.00	7719165.00	348.12	335.33	318.71
CD-62	489210.00	7718470.00	361.28	339.62	322.90
CD-63	489070.00	7718485.00	361.88	338.76	324.09
CD-64	488765.00	7717920.00	359.32	332.31	318.04
CD-65	489110.00	7717710.00	350.72	332.63	308.95
CD-66	489125.00	7718720.00	360.53	339.86	322.76
SU-02	489220.00	7719400.00	355.58	338.51	312.38
SU-21	488690.00	7719920.00	342.41	334.00	217.20

¹Identificação do ponto, ²Coordenadas UTM (x,y) do ponto, ³Cota da superfície do Terreno, ⁴Cota do nível d'água, e ⁵Cota do topo do basalto.

Continua ...

... Continuação

ponto ¹	x(m) ²	y(m) ²	z(m) ³	h(m) ⁴	TB(m) ⁵
SU-23	488810.00	7720120.00	347.55	336.71	217.20
SU-24	489400.00	7720480.00	342.81	340.45	217.20
SU-27	489240.00	7720870.00	357.06	343.34	217.20
SU-28	489010.00	7720840.00	359.60	342.63	217.20
SU-32	489650.00	7721570.00	359.00	291.19	217.20
SU-33	489977.00	7721238.00	359.01	349.80	302.72
SU-36	492730.00	7721150.00	366.37	349.27	217.20
SU-41	492450.00	7721460.00	367.24	343.00	217.20
SU-42	492370.00	7722130.00	378.99	364.59	217.20
SU-43	493120.00	7722800.00	363.19	347.57	217.20
SU-48	491340.00	7720510.00	359.55	345.68	281.92
SU-49	491120.00	7720180.00	362.60	346.50	282.40
SU-50	491080.00	7720640.00	361.99	347.76	284.77
SU-77	492950.00	7720350.00	366.26	349.51	217.20
SU-80	491530.00	7720200.00	354.07	342.49	278.74
SU-83	491300.00	7719690.00	358.90	342.43	277.40
SU-90	490213.00	7719747.00	360.47	347.30	290.36
SU-91	490210.00	7719840.00	361.24	347.49	290.59
SU-92	490400.00	7720080.00	371.10	341.67	289.50
SU-95	490280.00	7719380.00	363.58	346.24	290.22
SU-97	491920.00	7725350.00	350.99	324.40	217.20
49-14	489250.00	7722740.00	372.00	357.81	217.20
49-15	489740.00	7721580.00	359.72	351.35	217.20
49-18	485840.00	7716520.00	339.09	310.64	217.20
49-19	487670.00	7715190.00	322.17	301.43	308.26
49-21	489350.00	7717470.00	341.10	329.95	297.09
49-22	492660.00	7723500.00	367.65	326.29	217.20
49-23	492780.00	7720710.00	366.74	347.51	217.20
IPT-01	493800.00	7723830.00	363.38	353.55	217.20
IPT-02	493170.00	7723530.00	357.28	346.16	217.20
IPT-03	492370.00	7724150.00	358.98	331.01	217.20
IPT-04	493100.00	7722150.00	374.60	352.80	217.20
IPT-05	492420.00	7722820.00	373.12	342.16	217.20
IPT-06	492050.00	7723500.00	364.69	333.04	217.20
IPT-07	491540.00	7721530.00	370.84	339.82	282.15
IPT-09	490740.00	7723250.00	364.15	351.82	217.20
IPT-10	490080.00	7722980.00	357.58	344.84	217.20
IPT-11	490280.00	7721630.00	371.48	354.37	217.20
IPT-12	490560.00	7720870.00	377.08	352.06	291.68
IPT-13	490750.00	7720170.00	364.98	349.97	286.26
IPT-14	489880.00	7720300.00	361.64	345.49	297.22
IPT-15	489060.00	7719850.00	339.70	335.56	311.00

¹Identificação do ponto, ²Coordenadas UTM (x,y) do ponto, ³Cota da superfície do Terreno, ⁴Cota do nível d'água, e ⁵Cota do topo do basalto.

Continua ...

... Continuação

ponto ¹	x(m) ²	y(m) ²	z(m) ³	h(m) ⁴	TB(m) ⁵
IPT-16	489590.00	7719520.00	359.05	344.66	303.15
IPT-17	488600.00	7718760.00	351.45	332.88	323.84
IPT-18	488700.00	7717180.00	350.45	327.97	307.06
IPT-19	488280.00	7715657.00	327.26	308.12	304.72
IPT-20	489112.00	7716700.00	337.90	320.74	291.92
IPT-21	488558.00	7716928.00	342.80	325.01	306.54
IPT-22	487975.00	7717228.00	336.54	319.32	316.09
IPT-SU-90	490213.00	7719747.00	360.47	347.30	290.36
Laranja Azeda	486990.15	7716691.89	301.00	301.00	217.20
Laranja Azeda	487014.17	7716772.56	302.00	302.00	217.20
Laranja Azeda	487038.23	7716857.21	303.00	303.00	217.20
Laranja Azeda	487042.17	7716952.18	304.00	304.00	217.20
Laranja Azeda	487079.92	7717038.57	305.00	305.00	217.20
Laranja Azeda	487140.57	7717120.40	306.00	306.00	217.20
Laranja Azeda	487208.24	7717201.03	307.00	307.00	217.20
Laranja Azeda	487247.60	7717281.65	308.00	308.00	217.20
Laranja Azeda	487271.71	7717361.20	309.00	309.00	217.20
Laranja Azeda	487277.00	7717395.00	310.00	310.00	217.20
Laranja Azeda	487313.18	7717479.02	311.00	311.00	217.20
Laranja Azeda	487298.04	7717600.42	312.00	312.00	217.20
Laranja Azeda	487279.61	7717715.63	313.00	313.00	217.20
Laranja Azeda	487392.16	7717847.29	314.00	314.00	217.20
Laranja Azeda	487441.57	7717989.93	315.00	315.00	217.20
Laranja Azeda	487515.69	7718129.83	316.00	316.00	217.20
Laranja Azeda	487603.53	7718264.24	317.00	317.00	217.20
Laranja Azeda	487669.42	7718387.68	318.00	318.00	217.20
Laranja Azeda	487702.36	7718527.57	319.00	319.00	217.20
Laranja Azeda	487776.00	7718714.00	320.00	320.00	217.20
Laranja Azeda	487835.74	7718797.11	321.00	321.00	217.20
Laranja Azeda	487927.50	7718904.07	322.00	322.00	217.20
Laranja Azeda	488052.31	7718979.24	323.00	323.00	217.20
Laranja Azeda	488131.25	7719042.27	324.00	324.00	217.20
Laranja Azeda	488189.00	7719112.00	325.00	325.00	217.20
Laranja Azeda	488236.00	7719144.00	326.00	326.00	217.20
Laranja Azeda	488473.00	7719462.00	327.00	327.00	217.20
Laranja Azeda	488584.00	7719570.00	328.00	328.00	217.20
Laranja Azeda	488584.00	7719626.00	328.00	328.00	217.20
Laranja Azeda	488663.00	7719722.00	329.00	329.00	217.20
Laranja Azeda	488722.00	7719732.00	330.00	330.00	217.20
Ponte Pensa	489016.00	7715190.00	300.00	300.00	217.20
Ponte Pensa	489101.16	7715325.13	301.00	301.00	217.20
Ponte Pensa	489168.77	7715482.77	302.00	302.00	217.20

¹Identificação do ponto, ²Coordenadas UTM (x,y) do ponto, ³Cota da superfície do Terreno, ⁴Cota do nível d'água, e ⁵Cota do topo do basalto.

Continua ...

... Continuação

ponto ¹	x(m) ²	y(m) ²	z(m) ³	h(m) ⁴	TB(m) ⁵
Ponte Pensa	489293.57	7715639.57	303.00	303.00	217.20
Ponte Pensa	489453.78	7715831.76	304.00	304.00	217.20
Ponte Pensa	489580.84	7716057.98	305.00	305.00	279.85
Ponte Pensa	489740.30	7716223.43	306.00	306.00	273.52
Ponte Pensa	489911.68	7716328.14	307.00	307.00	217.20
Ponte Pensa	490055.83	7716477.55	308.00	308.00	217.20
Ponte Pensa	490177.35	7716682.01	309.00	309.00	217.20
Ponte Pensa	490345.00	7716855.00	310.00	310.00	217.20
Ponte Pensa	490432.89	7716909.54	311.00	311.00	217.20
Ponte Pensa	490577.88	7717018.03	312.00	312.00	217.20
Ponte Pensa	490632.54	7717185.34	313.00	313.00	217.20
Ponte Pensa	490725.89	7717337.44	314.00	314.00	217.20
Ponte Pensa	490855.48	7717489.46	315.00	315.00	217.20
Ponte Pensa	490962.54	7717613.32	316.00	316.00	217.20
Ponte Pensa	491075.23	7717714.66	317.00	317.00	217.20
Ponte Pensa	491214.49	7717850.45	318.00	318.00	217.20
Ponte Pensa	491317.60	7717954.99	319.00	319.00	217.20
Ponte Pensa	491403.00	7718100.00	320.00	320.00	217.20
Ponte Pensa	491396.65	7718107.85	320.00	320.00	217.20
Ponte Pensa	491679.00	7718877.00	325.00	325.00	217.20
Ponte Pensa	492030.00	7719830.00	330.00	330.00	217.20

¹Identificação do ponto, ²Coordenadas UTM (x,y) do ponto, ³Cota da superfície do Terreno, ⁴Cota do nível d'água, e ⁵Cota do topo do basalto.

ANEXO B - Campanhas de leitura da cota do nível d'água na rede de monitoramento no tempo.

Poço	Coordenadas UTM			Datas das campanhas de leitura do NA							
	Identificação	x (m)	y (m)	z (m)	10/out/87	10/dez/87	28/fev/88	15/abr/88	15/jun/88	15/ago/88	20/out/88
TG-02	7714380.000	486450.00	296.429	290.41	289.88	291.15	291.24	291.07	290.51	290.41	290.37
TG-05	7714170.000	486630.00	290.612	288.19	289.24	289.64	289.07	289.68	289.35	289.19	288.74
TG-07	7717900.000	486850.00	329.716	314.88	314.62	315.17	315.25	315.15	315.03	314.67	313.81
TG-08	7718240.000	486680.00	344.277	317.54	317.27	317.45	317.69	317.87	317.97	317.80	317.70
TG-10	7717400.000	486690.00	328.542	313.94	313.74	314.07	314.15	314.20	314.07	314.06	313.96
TG-13	7717100.000	486580.00	328.274	307.54	308.12	307.53	308.60	309.00	308.44	308.75	308.45
TG-16	7716800.000	486480.00	327.428	303.32	303.31	304.19	304.66	305.24	305.07	304.11	303.88
TG-17	7716520.000	486560.00	315.592	301.48	301.43	301.76	302.25	302.06	301.90	301.68	301.30
TG-20	7716100.000	486400.00	311.337	299.28	299.09	299.45	299.88	299.83	299.67	299.42	299.25
TG-22	7716150.000	486070.00	325.457	302.61	303.17	302.74	303.83	304.44	304.04	304.54	303.50
TG-23	7715630.000	485900.00	309.294	293.70	293.62	294.26	294.97	294.82	294.42	294.34	293.63
TG-25	7716020.000	485510.00	318.611	297.61	296.97	297.67	298.92	298.64	298.93	298.18	297.66
PB-02	7719100.000	492430.00	350.875	340.16	339.80	340.37	340.94	340.89	340.46	340.36	340.26
PB-03	7718200.000	492610.00	354.741	342.24	342.10	342.27	342.43	342.71	342.82	342.57	342.40
PB-12	7716520.000	490450.00	323.636	314.45	314.23	314.56	314.96	315.29	315.06	314.88	314.77
PB-13	7717170.000	490800.00	318.945	315.21	315.04	315.58	315.69	315.48	315.30	315.18	315.16
PB-16	7719280.000	491110.00	357.334	339.94	339.06	339.68	339.99	340.50	340.16	339.53	339.29
PB-18	7718950.000	490970.00	343.945	336.99	336.95	338.38	339.64	338.61	338.10	337.61	337.79
PB-20	7718340.000	490780.00	348.535	331.67	331.07	331.40	331.48	331.83	332.09	332.04	331.78
PB-21	7718030.000	490500.00	345.289	329.61	328.79	329.48	329.68	329.95	329.86	329.20	329.12
PB-23	7716840.000	490180.00	309.333	309.94	309.45	309.71	309.82	309.77	309.62	309.40	309.49
PB-24	7716980.000	489940.00	324.011	314.07	313.78	314.33	314.48	314.80	314.49	314.32	314.03
PB-29	7716510.000	488910.00	331.902	318.92	318.74	319.10	319.57	319.65	319.56	319.23	319.01
PB-31	7716340.000	489070.00	325.134	313.12	313.16	313.52	313.80	314.22	313.96	313.67	313.60
PB-36	7715900.000	489930.00	319.175	309.00	308.77	309.02	309.23	309.52	309.40	309.14	309.16
PB-38	7715800.000	489060.00	322.889	305.98	305.57	305.96	306.06	306.40	306.20	306.04	306.09
PB-41	7714810.000	489380.00	315.205	303.94	302.90	303.70	303.99	304.58	304.15	304.38	303.16
PB-43	7715530.000	487880.00	330.880	307.49	307.30	307.28	307.30	307.28	307.45	307.48	307.60
PB-46	7715940.000	487310.00	321.143	300.77	300.44	301.10	301.89	301.73	301.06	300.94	300.82
PB-48	7716030.000	487510.00	330.475	306.75	306.11	305.87	306.89	308.16	307.79	307.24	306.61
PB-49	7716270.000	487240.00	313.431	299.50	298.84	300.10	301.69	301.78	300.57	300.35	298.83
PB-50	7716830.000	487670.00	329.643	313.09	312.82	313.93	314.37	313.99	313.51	313.10	313.03
PB-51	7717580.000	487600.00	320.469	313.66	313.51	314.46	314.44	314.13	313.90	313.37	313.07
PB-52	7716640.000	487400.00	316.489	313.52	313.44	313.89	313.91	313.62	313.45	313.31	313.37
PB-53	7717370.000	487340.00	312.387	312.19	312.20	312.29	312.31	312.30	312.09	311.94	311.95
PB-54	7717370.000	487110.00	314.562	310.21	310.09	310.25	310.26	310.16	310.11	310.01	310.00
PB-55	7717710.000	487060.00	321.144	312.93	312.67	314.08	313.12	313.08	313.01	312.64	312.35
PB-56	7718000.000	487290.00	318.208	314.67	314.61	315.01	314.94	314.87	314.76	314.75	314.73
PB-59	7718226.000	487279.00	326.695	315.75	315.58	316.05	316.05	315.90	315.79	315.75	315.74
PB-61	7717970.000	487800.00	330.060	317.53	317.45	318.39	318.56	318.20	317.80	317.48	317.48
PB-62	7718560.000	488240.00	340.665	326.26	326.10	326.41	326.82	326.82	326.59	326.21	326.05
PB-64	7718900.000	488320.00	335.166	326.14	325.96	326.35	326.55	326.40	326.19	325.21	325.15
PB-66	7719040.000	488510.00	340.693	326.85	326.96	327.59	327.94	327.78	327.42	327.16	327.18
PB-67	7718560.000	487050.00	341.789	319.70	319.47	319.61	319.84	319.95	320.03	320.02	319.81
PB-68	7719190.000	490100.00	369.283	344.43	344.23	345.14	343.75	344.92	344.89	343.91	344.19
PB-71	7716960.000	487400.00	318.922	309.90	309.68	310.48	310.74	310.40	309.97	309.79	309.66
CD-02	7717160.000	487790.00	330.443	314.58	314.40	315.43	315.61	315.31	314.87	314.44	314.40
CD-03	7717675.000	487835.00	330.405	318.31	317.92	319.16	319.24	318.67	318.12	317.76	317.76

Continua...

... Continuação

Poço	Coordenadas UTM			Datas das campanhas de leitura do NA							
	Identificação	x (m)	y (m)	z (m)	10/out/87	10/dez/87	28/fev/88	15/abr/88	15/jun/88	15/ago/88	20/out/88
CD-05	7717850.000	488025.00	338.746	322.30	322.09	322.49	322.90	322.98	322.66	322.27	322.18
CD-09	7718215.000	488400.00	351.460	329.52	329.42	329.34	329.40	329.56	329.56	329.38	329.13
CD-10	7717960.000	488460.00	350.687	329.76	329.44	329.39	329.41	329.52	329.50	329.36	329.21
CD-11	7716770.000	487850.00	335.043	315.65	315.31	316.35	316.66	316.60	316.10	315.65	315.54
CD-13	7717515.000	488095.00	336.278	322.84	322.60	323.07	323.39	323.40	323.09	322.77	322.56
CD-14	7717310.000	488100.00	338.492	322.28	321.98	322.38	322.74	322.83	322.64	322.30	322.03
CD-16	7718069.000	488499.00	352.544	- x - (1)	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	330.02	329.88
CD-17	7716415.000	487820.00	339.123	316.28	315.61	317.81	315.98	316.12	316.17	315.99	315.82
CD-18	7716830.000	488070.00	336.130	319.16	318.93	319.13	319.40	319.56	319.44	319.30	319.07
CD-19	7718370.000	488790.00	352.867	333.59	333.32	333.34	333.42	333.42	333.32	333.17	333.00
CD-29	7718935.000	489300.00	356.655	339.81	339.32	339.68	340.17	340.09	339.88	339.43	339.12
CD-33	7716265.000	488280.00	334.233	318.00	317.40	317.65	317.93	317.93	317.92	317.79	317.53
CD-34	7716358.000	488478.00	333.491	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	318.87	318.63
CD-36	7717831.000	489263.00	344.383	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	333.14	332.98
CD-40	7717725.000	489645.00	344.902	331.05	330.89	331.20	331.37	331.49	331.26	332.61	331.86
CD-42	7718870.000	489660.00	363.790	s/medida	342.85	342.90	342.73	342.73	342.72	342.37	342.12
CD-56	7718670.000	490470.00	354.331	340.83	340.56	340.41	340.83	340.95	340.73	340.45	340.30
CD-60	7719165.000	488990.00	348.120	334.72	334.55	335.00	335.32	335.35	335.07	334.66	334.43
CD-62	7718470.000	489210.00	361.278	340.06	339.74	339.77	339.63	339.79	339.70	339.56	339.39
CD-63	7718485.000	489070.00	361.883	339.16	338.93	338.80	338.77	338.74	338.78	338.71	338.56
CD-64	7717920.000	488765.00	359.319	332.76	332.56	332.48	332.32	332.38	332.32	332.33	332.23
CD-65	7717710.000	489110.00	350.717	332.82	332.22	332.74	332.44	332.42	332.23	332.17	332.04
CD-66	7718720.000	489125.00	360.530	340.16	339.84	339.83	339.85	339.94	339.86	339.67	339.47
SU-02	7719400.000	489220.00	355.581	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	338.36	337.70
SU-21	7719920.000	488690.00	342.407	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	333.71	333.42
SU-23	7720120.000	488810.00	347.553	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	336.24	336.22
SU-24	7720480.000	489400.00	342.806	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	339.98	340.17
SU-28	7720840.000	489010.00	359.596	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	342.58	342.54
SU-32	7721470.000	498650.00	354.000	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	346.09	345.94
SU-33	7721238.000	489977.00	359.005	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	348.86	348.78
SU-36	7721150.000	492730.00	366.367	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	348.06	346.86
SU-41	7721460.000	492450.00	367.242	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-42	7722130.000	492370.00	378.991	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	365.15	364.76
SU-43	7722800.000	493120.00	363.194	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	347.36	346.12
SU-48	7720510.000	491340.00	359.545	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	344.24	343.99
SU-49	7720180.000	491120.00	362.602	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	346.08	345.00
SU-50	7720640.000	491080.00	361.987	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	347.35	346.53
SU-80	7720200.000	491530.00	354.074	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	341.43	341.31
SU-83	7719690.000	491300.00	358.899	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	342.07	341.82
SU-90	7719745.000	490213.00	360.467	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	346.46	346.55
SU-91	7719840.000	490210.00	361.236	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	347.27	346.94
SU-92	7720080.000	490400.00	371.099	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	348.39	348.56
SU-95	7719380.000	490280.00	363.575	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	345.73	345.61
SU-97	7725350.000	491920.00	350.985	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	333.94	333.85
49-14	7722740.000	489250.00	379.583	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	363.75	362.50
49-15	7721580.000	489740.00	359.722	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	350.66	350.49
49-18	7716520.000	485840.00	339.087	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	310.49	310.37
49-21	7717470.000	489350.00	341.102	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	329.38	329.25

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Coordenadas UTM			Datas das campanhas de leitura do NA							
	x (m)	y (m)	z (m)	10/out/87	10/dez/87	28/fev/88	15/abr/88	15/jun/88	15/ago/88	20/out/88	15/dez/88
49-22	7723500.000	492660.00	367.647	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	339.84	339.58
NA-IPT-01	7724192.169	494460.00	363.549	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	353.08	352.85
NA-IPT-02	7723531.000	493170.00	357.281	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	345.55	345.21
NA-IPT-03	7724156.000	492217.00	359.033	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	330.81	330.74
NA-IPT-04	7722490.000	493115.00	374.649	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	352.91	352.62
NA-IPT-05	7722830.000	492420.00	373.118	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	341.03	340.71
NA-IPT-06	7723509.000	492036.00	364.704	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	332.59	332.50
NA-IPT-09	7723249.000	490756.00	364.161	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	350.83	350.49
NA-IPT-10	7723742.000	490949.00	357.602	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	343.84	343.55
NA-IPT-12	7720911.000	490534.00	377.076	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	351.67	351.89
NA-IPT-13	7720250.000	490745.00	365.009	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	349.57	349.37
NA-IPT-14	7720243.000	489875.00	361.629	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	345.44	345.20
NA-IPT-15	7720092.000	488953.00	339.715	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	335.20	335.14
NA-IPT-16	7719693.000	489690.00	359.026	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	344.18	344.00
NA-IPT-17	7718596.000	488692.00	351.491	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	332.86	332.68
NA-IPT-18	7717102.000	488790.00	350.440	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	327.97	327.83
NA-IPT-19	7715676.000	488421.00	327.298	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	308.27	308.12
NA-IPT-20	7716700.00	489112.00	337.856	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	320.72	320.43
NA-IPT-21	7716928.00	488558.00	342.815	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	324.77	324.64
PZ-CD-36	7717031.00	489263.00	344.383	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	346.75	346.54
NA-CD-36	7717031.00	489263.00	344.383	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	333.33	333.18
NA-CD-16	7718069.000	488499.00	352.544	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	318.85	318.67
NA-SU-32/3.80	7721470.000	489650.00	354.000	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	330.30	330.17
NA-SU-32/4.15	7721470.000	489650.00	354.000	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	346.29	346.15
NA-SU-32/6.98	7721470.000	489650.00	354.000	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	346.35	346.23
NA-SU-32/10.00	7721470.000	489650.00	354.000	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	346.36	346.25
NA-SU-32/19.95	7721470.000	489650.00	354.000	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	346.42	346.28
NA-SU-32/39.95	7721470.000	489650.00	354.000	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	346.40	346.28
NA-IPT-49-14	7722440.000	489250.00	379.583	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	346.43	346.25
NA IPT 22	7717228.00	487975.00	336.515	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	319.48	318.82
NA IPT 23	7717410.000	489660.00	333.690	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 24	7116460.000	487930.00	341.550	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 25	7717320.000	487840.00	332.740	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 26	7717230.000	488130.00	339.490	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 27	7718000.000	489360.00	344.300	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 28	7717040.000	488680.00	347.310	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 29	7717035.000	488060.00	337.200	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 30	7718940.000	489065.00	353.210	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 31	7717710.000	487870.00	332.370	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 32	7717605.000	487895.00	332.070	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 33	7717680.000	488000.00	333.780	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 34	7717695.000	488105.00	336.470	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 35	7717680.000	488240.00	340.850	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 36	7716285.000	487935.00	346.780	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
Identificação	20/fev/89	20/abr/89	15/jun/89	15/ago/89	15/out/89	15/dez/89	15/jan/90	15/fev/90	20/mar/90	25/abr/90	20/mai/90	20/jun/90
TG-02	292.94	291.67	290.91	290.79	290.67	290.47	291.50	291.04	290.83	290.93	291.05	291.03
TG-05	290.25	289.72	289.27	289.66	289.54	289.76	289.84	289.92	289.65	289.91	289.94	289.68
TG-07	317.16	317.34	317.00	316.60	316.88	316.11	316.31	316.08	315.97	315.98	315.95	315.89
TG-08	318.38	321.32	321.45	320.88	320.21	319.71	319.60	319.32	319.46	319.28	318.98	318.96
TG-10	315.48	316.85	316.32	316.04	315.63	315.71	315.57	315.54	315.38	315.37	315.24	315.10
TG-13	309.59	311.96	312.10	311.17	310.47	310.26	310.05	309.89	309.93	309.86	309.83	309.81
TG-16	305.73	307.85	307.16	306.36	305.67	305.20	305.20	305.01	304.70	305.11	304.76	304.93
TG-17	303.74	303.46	302.87	302.49	302.11	301.87	302.08	302.10	302.04	302.13	302.02	301.98
TG-20	301.44	301.10	300.44	299.97	299.64	299.47	299.80	299.57	299.49	299.66	299.64	299.63
TG-22	303.70	306.05	305.78	304.85	304.36	304.20	303.58	303.28	303.96	303.16	303.45	303.80
TG-23	296.42	296.40	295.69	295.20	294.36	294.14	294.32	294.32	294.21	294.05	294.24	294.00
TG-25	300.50	303.72	301.98	301.34	301.12	298.48	298.35	298.50	298.53	298.37	298.35	298.73
PB-02	340.72	341.55	342.05	341.75	341.54	340.93	340.89	341.53	341.21	340.59	341.15	341.07
PB-03	342.49	343.66	343.81	343.50	343.37	343.12	342.05	342.82	342.60	342.87	342.91	342.75
PB-12	315.71	316.71	316.35	315.94	315.69	315.44	315.39	315.25	315.30	315.22	315.32	315.35
PB-13	316.54	316.12	316.07	315.83	315.65	315.64	316.13	315.66	315.61	315.79	315.83	315.63
PB-16	339.66	341.00	341.24	340.86	340.57	340.21	340.35	340.25	340.37	340.37	340.38	340.42
PB-18	338.49	338.13	338.23	338.83	338.54	338.65	338.87	337.95	338.27	337.42	337.40	338.45
PB-20	331.36	333.33	333.79	333.45	333.11	332.69	332.60	332.18	332.30	332.46	332.52	332.49
PB-21	329.58	331.43	331.35	331.07	330.75	330.52	330.43	330.26	330.39	330.28	330.32	330.38
PB-23	309.73	309.65	309.61	309.45	309.52	309.70	309.77	309.68	309.66	309.67	309.68	309.67
PB-24	315.05	316.11	315.58	315.09	314.77	314.49	314.40	314.37	314.63	314.57	314.53	314.65
PB-29	319.69	321.13	320.86	320.51	320.18	319.98	319.99	319.98	319.91	319.90	319.96	319.91
PB-31	313.98	315.72	315.50	315.14	314.78	314.58	314.52	314.39	314.22	314.30	314.32	314.36
PB-36	309.44	311.16	310.82	310.56	310.15	309.97	309.96	309.76	309.76	309.56	309.60	310.70
PB-38	306.48	308.02	308.20	307.77	307.34	307.08	306.92	306.85	306.83	306.45	306.78	306.78
PB-41	304.53	306.41	306.28	305.87	306.30	305.53	305.14	305.22	304.77	304.61	305.15	304.97
PB-43	307.96	308.57	309.06	309.45	309.41	309.66	309.58	309.54	309.50	309.46	309.50	309.49
PB-46	302.47	304.80	303.40	303.40	302.05	300.91	300.87	300.58	301.13	300.52	301.18	301.27
PB-48	307.61	310.21	310.41	309.55	308.87	308.33	307.98	307.58	307.39	307.74	307.71	307.46
PB-49	302.91	302.68	302.32	301.93	301.24	301.56	301.40	301.05	301.28	300.39	301.62	301.21
PB-50	315.45	315.59	314.80	314.29	313.83	312.78	314.38	313.99	313.75	314.21	313.84	313.83
PB-51	316.02	315.18	314.30	314.38	313.78	313.81	314.99	314.20	314.24	314.56	314.55	314.26
PB-52	314.48	314.01	313.74	313.66	313.56	313.63	313.98	313.71	313.56	313.91	313.90	313.69
PB-53	312.39	312.39	312.39	312.39	312.19	312.39	312.39	312.34	312.27	312.29	312.34	312.29
PB-54	311.09	310.74	310.57	310.45	310.35	310.43	310.65	310.41	310.34	310.47	310.43	310.64
PB-55	314.80	314.66	314.26	314.02	313.77	313.70	313.81	313.31	313.54	313.62	313.54	313.19
PB-56	315.69	315.29	315.31	315.18	315.00	315.06	315.21	314.97	314.88	315.11	315.15	315.03
PB-59	317.04	316.80	316.64	316.40	316.19	316.16	316.39	315.84	316.04	316.53	316.22	316.22
PB-61	320.31	319.80	318.80	318.25	317.94	318.19	319.38	318.46	318.01	318.94	318.70	318.34
PB-62	327.47	329.37	328.70	327.86	327.91	327.02	326.97	327.07	327.06	327.03	326.90	326.96
PB-64	326.95	326.53	326.08	325.78	325.56	325.58	325.90	325.71	325.62	325.71	325.71	325.50
PB-66	328.84	329.37	328.69	328.27	327.95	327.94	328.14	327.86	327.93	327.93	327.91	327.97
PB-67	320.44	322.78	322.77	322.37	321.81	321.37	321.11	321.16	321.01	320.89	320.95	321.05
PB-68	344.22	345.12	346.19	346.42	345.65	345.84	345.58	345.44	345.42	345.41	344.54	345.01
PB-71	312.08	311.22	310.54	310.23	310.02	310.32	310.77	310.45	310.06	310.68	310.53	310.23
CD-02	316.78	316.80	315.99	315.52	315.22	315.31	315.89	315.61	315.21	315.61	315.56	315.30
CD-03	320.92	320.21	319.26	318.64	318.35	318.78	319.38	318.20	318.41	319.41	319.30	318.61

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
Identificação	20/fev/89	20/abr/89	15/jun/89	15/ago/89	15/out/89	15/dez/89	15/jan/90	15/fev/90	20/mar/90	25/abr/90	20/mai/90	20/jun/90
CD-05	323.09	324.34	324.04	323.51	323.09	322.79	323.05	323.02	322.89	323.01	323.00	323.02
CD-09	329.33	330.03	330.77	330.79	330.56	330.19	330.18	330.05	330.13	330.06	329.96	329.99
CD-10	329.19	329.69	330.06	330.22	330.14	330.02	329.94	329.81	329.95	329.89	328.69	329.84
CD-11	316.94	318.05	317.49	317.01	316.37	316.08	316.73	316.51	316.47	316.70	316.55	316.51
CD-13	323.50	324.53	324.28	323.85	323.52	323.39	323.50	323.51	323.48	323.55	323.58	323.64
CD-14	322.58	323.71	323.67	323.30	322.97	322.71	322.85	322.84	322.75	322.90	322.93	322.39
CD-16	329.88	330.36	330.71	330.98	330.92	329.50	330.68	330.52	330.55	330.57	330.54	330.37
CD-17	315.82	316.67	316.98	316.96	316.94	316.83	316.71	316.54	316.53	316.58	316.61	316.59
CD-18	319.48	320.26	320.31	320.25	319.99	319.44	319.77	319.80	319.92	319.89	320.80	319.90
CD-19	333.54	334.33	334.59	334.46	334.27	333.82	333.98	333.58	333.90	333.84	333.81	333.78
CD-29	340.28	341.66	341.32	341.06	340.63	340.26	340.41	340.60	340.18	340.16	340.02	340.04
CD-33	317.86	318.68	318.79	318.70	318.64	318.53	318.63	318.66	318.61	318.53	318.59	318.54
CD-34	318.99	319.97	320.08	320.00	319.83	319.66	319.58	319.59	319.56	319.53	319.55	319.47
CD-36	333.56	334.13	334.05	333.86	333.73	333.61	333.72	333.63	333.49	333.55	333.51	333.62
CD-40	331.10	332.20	332.02	331.72	331.37	331.18	331.24	331.21	331.20	331.22	330.99	331.25
CD-42	342.00	342.78	343.27	343.59	343.33	342.99	342.86	342.80	342.70	342.46	342.09	342.45
CD-56	340.63	341.47	341.63	341.45	341.14	341.01	340.98	341.00	340.98	340.87	340.77	340.78
CD-60	335.64	337.11	336.93	336.45	335.97	335.54	335.72	335.79	335.59	334.98	335.39	335.50
CD-62	339.43	340.00	340.29	340.34	340.14	339.57	339.91	339.70	339.57	339.68	339.71	339.67
CD-63	338.51	338.77	339.29	339.41	339.36	339.10	339.14	339.02	338.83	339.03	338.89	338.91
CD-64	332.06	332.36	332.66	332.87	332.90	332.49	332.62	332.55	332.62	332.63	332.42	332.47
CD-65	332.20	332.83	332.90	332.52	332.67	332.53	332.55	332.49	332.57	332.44	332.46	332.50
CD-66	339.58	340.08	340.45	340.46	340.38	339.94	340.10	340.05	340.02	340.02	339.83	339.82
SU-02	338.89	340.73	340.83	339.92	339.60	339.03	339.11	338.75	338.42	338.50	338.58	338.87
SU-21	335.02	335.07	334.89	334.52	333.31	334.14	333.71	334.10	333.75	334.05	333.96	334.23
SU-23	336.95	337.70	337.42	337.00	336.70	337.54	336.71	336.78	336.62	336.62	336.63	336.76
SU-24	340.82	341.05	340.92	340.74	340.52	340.76	340.98	340.69	340.55	340.83	340.19	340.55
SU-28	342.91	343.79	344.03	344.06	343.78	343.57	343.48	342.26	343.45	343.30	342.31	343.24
SU-32	347.20	347.21	346.99	346.99	346.62	346.47	346.89	346.91	346.60	346.66	346.64	345.61
SU-33	349.99	350.65	350.25	349.87	349.55	349.47	349.29	349.02	349.29	349.57	349.57	349.47
SU-36	347.51	348.17	348.52	348.49	347.33	346.97	345.90	346.45	346.19	346.23	346.59	346.45
SU-41	- x -	338.96	339.15	338.82	338.53	338.28	337.80	336.97	337.21	337.24	337.57	337.11
SU-42	364.50	366.48	366.86	366.72	366.41	366.15	366.00	365.47	365.58	365.64	365.66	365.52
SU-43	347.32	348.58	349.11	348.32	348.79	348.42	348.19	347.49	347.32	347.82	347.18	347.13
SU-48	344.92	346.41	346.09	345.55	344.86	344.70	344.85	344.49	344.54	343.20	342.57	343.22
SU-49	346.16	346.58	347.81	346.51	344.91	346.22	346.62	346.01	346.24	346.81	346.92	346.68
SU-50	346.69	348.77	349.21	348.86	348.00	347.94	347.48	348.05	348.09	347.50	347.72	347.83
SU-80	342.12	343.14	342.87	342.05	341.60	341.21	341.38	342.25	341.72	341.18	341.25	341.07
SU-83	342.12	343.35	343.96	343.61	343.48	342.69	342.62	342.25	342.59	342.61	342.46	342.36
SU-90	347.12	348.45	348.59	348.48	348.53	347.73	347.74	347.86	347.53	347.59	347.54	347.73
SU-91	347.27	348.65	348.96	348.85	348.58	348.28	348.29	348.20	348.21	348.27	348.19	348.17
SU-92	348.83	349.52	350.43	350.48	350.25	350.06	349.79	349.82	349.84	349.89	349.71	349.81
SU-95	346.08	347.28	347.56	347.42	347.00	346.71	346.70	346.72	346.65	346.74	346.58	346.74
SU-97	333.72	334.96	335.78	335.64	335.19	334.85	334.57	334.56	334.61	334.73	334.73	334.79
49-14	366.95	367.48	367.54	367.77	367.93	366.95	368.83	368.38	367.33	364.88	365.68	366.47
49-15	351.90	351.90	351.82	351.59	351.33	351.29	351.63	351.54	351.39	351.28	351.30	351.32
49-18	310.46	314.71	314.47	313.49	312.47	311.37	311.21	311.42	311.49	311.17	311.70	311.24
49-21	329.99	330.56	330.52	330.25	330.13	329.99	330.17	330.03	329.89	330.00	329.98	330.04

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
Identificação	20/fev/89	20/abr/89	15/jun/89	15/ago/89	15/out/89	15/dez/89	15/jan/90	15/fev/90	20/mar/90	25/abr/90	20/mai/90	20/jun/90
49-22	339.55	339.83	340.31	340.99	340.86	340.35	340.15	339.80	339.67	339.52	339.76	339.72
NA-IPT-01	352.64	353.79	353.82	353.73	353.55	353.43	353.42	354.03	354.02	353.88	353.69	353.67
NA-IPT-02	345.49	347.50	347.20	346.74	346.22	345.83	345.82	345.91	345.85	344.84	345.74	345.57
NA-IPT-03	330.60	330.85	331.20	331.68	331.74	331.69	331.69	331.54	331.59	331.44	331.45	331.55
NA-IPT-04	352.30	352.11	353.35	353.61	353.28	353.01	352.75	352.43	352.27	352.04	351.96	351.76
NA-IPT-05	340.26	340.31	340.97	340.98	340.40	340.32	340.21	339.97	339.96	339.71	339.69	339.56
NA-IPT-06	332.39	332.73	333.19	333.17	333.15	332.94	332.83	332.71	332.71	332.42	332.50	332.39
NA-IPT-09	351.81	354.38	354.35	353.72	353.03	352.54	353.03	352.91	352.89	353.14	352.93	352.83
NA-IPT-10	345.71	346.88	346.93	346.52	345.88	343.64	346.56	346.08	345.91	345.70	345.61	345.38
NA-IPT-12	351.77	351.84	352.15	352.39	352.48	352.30	352.30	351.79	352.29	352.07	352.05	351.95
NA-IPT-13	349.51	350.45	350.77	350.77	350.54	350.28	350.22	350.29	350.39	350.37	350.28	350.19
NA-IPT-14	345.69	347.44	347.45	347.20	346.78	346.45	346.30	346.28	346.30	346.48	346.38	346.28
NA-IPT-15	336.07	335.85	335.73	335.61	335.51	335.48	335.80	335.52	335.42	335.52	335.55	335.47
NA-IPT-16	345.08	346.65	346.52	346.06	345.61	345.29	345.30	345.35	345.28	345.29	345.23	345.23
NA-IPT-17	333.10	334.61	334.97	334.57	334.17	333.82	333.66	333.57	333.36	333.41	333.35	333.33
NA-IPT-18	327.82	328.25	328.54	328.61	328.55	328.44	328.37	328.31	328.35	328.33	328.23	328.31
NA-IPT-19	308.37	310.02	310.33	310.11	309.84	309.62	309.45	309.41	309.32	309.32	309.30	309.32
NA-IPT-20	320.94	322.07	322.36	322.03	321.69	321.46	321.36	321.37	321.31	321.27	321.25	321.31
NA-IPT-21	324.77	325.40	325.61	325.53	325.46	325.30	325.36	325.38	325.37	325.35	325.24	325.34
PZ-CD-36	347.01	348.40	348.69	348.47	348.07	347.84	347.75	347.89	347.85	347.75	347.73	347.75
NA-CD-36	333.76	334.25	334.23	334.10	333.91	333.79	333.83	333.92	333.78	333.80	333.73	333.79
NA-CD-16	318.94	319.93	320.08	319.92	319.75	319.63	319.53	319.57	319.55	319.49	319.51	319.53
NA-SU-32/3.80	330.11	330.62	331.04	331.25	331.12	330.98	330.91	330.83	330.89	330.73	330.72	330.76
NA-SU-32/4.15	347.42	347.45	347.30	347.11	346.87	346.94	347.16	347.11	346.92	346.83	346.85	346.83
NA-SU-32/6.98	347.51	347.52	347.37	347.16	346.93	346.92	347.25	347.11	346.96	346.92	346.91	346.90
NA-SU-32/10.00	347.49	347.52	347.40	347.20	346.95	346.86	347.31	347.17	346.98	346.88	346.92	346.92
NA-SU-32/19.95	347.53	347.56	347.42	347.22	346.99	347.15	347.31	347.25	347.07	346.97	346.97	346.96
NA-SU-32/39.95	347.48	347.56	347.43	347.23	346.99	346.96	347.18	347.10	346.94	346.95	346.98	346.96
NA-IPT-49-14	347.55	347.60	347.47	347.28	347.01	346.97	347.36	347.28	346.99	347.01	347.00	346.00
NA IPT 22	319.38	320.30	320.36	320.00	319.76	319.55	319.55	319.65	319.55	319.53	319.48	319.66
NA IPT 23	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 24	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	317.44
NA IPT 25	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	317.83
NA IPT 26	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	322.17
NA IPT 27	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 28	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 29	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 30	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 31	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 32	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 33	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 34	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 35	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 36	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
	10/jul/90	15/ago/90	20/set/90	15/out/90	20/nov/90	20/dez/90	15/jan/91	23/jan/91	20/fev/91	21/fev/91	04/mar/91	07/mar/91
TG-02	290.91	290.99	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-05	289.46	290.18	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-07	315.78	315.62	315.69	315.65	315.95	317.38	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-08	319.16	318.90	318.77	318.77	318.13	318.85	319.33	319.81	320.37	320.93	321.34	321.75
TG-10	315.10	315.05	315.03	315.04	315.60	316.63	317.52	318.41	319.42	320.43	321.11	321.78
TG-13	308.62	309.59	309.60	309.11	311.31	312.78	312.85	312.92	315.05	317.17	- x -	- x -
TG-16	304.27	304.97	305.35	308.14	311.69	313.87	315.27	316.67	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-17	301.99	301.85	303.56	308.28	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-20	299.39	299.45	302.74	311.94	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-22	304.26	304.14	304.26	308.63	311.73	313.00	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-23	294.08	293.60	301.98	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-25	298.68	298.38	299.62	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-02	340.59	340.92	340.41	340.51	340.71	340.54	340.27	340.01	340.15	340.30	340.50	340.70
PB-03	342.80	342.47	341.88	342.57	342.75	342.69	342.63	342.56	342.55	342.53	342.48	342.42
PB-12	315.32	315.60	314.92	315.04	315.28	315.98	316.84	317.70	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-13	315.52	315.37	315.42	315.42	315.67	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-16	340.27	340.19	340.31	339.99	340.26	339.70	339.62	339.53	339.59	339.64	339.61	339.57
PB-18	337.60	337.85	337.96	337.65	336.88	337.41	337.48	337.55	337.62	337.68	337.67	337.66
PB-20	332.43	332.27	332.30	332.71	332.04	331.93	331.88	331.84	331.82	331.81	331.79	331.78
PB-21	330.24	330.23	331.13	329.88	329.77	329.81	329.66	329.51	329.59	329.67	329.76	329.85
PB-23	309.68	309.68	309.73	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-24	314.57	314.53	314.20	314.44	315.32	315.98	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-29	319.84	319.77	319.75	319.70	319.60	319.63	319.69	319.75	320.19	320.63	320.87	321.10
PB-31	314.33	314.34	314.19	313.67	314.51	315.59	316.40	317.21	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-36	309.62	309.57	309.69	309.95	311.16	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-38	306.71	306.62	306.73	307.55	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-41	304.96	304.93	305.18	305.53	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-43	309.43	309.36	309.27	309.26	309.30	309.44	309.53	309.62	309.76	309.89	309.97	310.04
PB-46	300.37	300.80	302.51	307.76	312.74	314.92	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-48	307.39	307.51	307.84	309.59	311.99	312.84	313.19	313.55	313.97	314.40	314.69	314.98
PB-49	301.57	301.50	303.54	308.83	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-50	313.73	313.53	313.58	313.85	315.25	316.58	317.32	318.05	318.97	319.89	320.79	321.68
PB-51	314.29	314.04	314.71	314.28	315.13	317.17	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-52	313.63	313.54	313.66	313.69	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-53	312.29	312.31	312.37	312.39	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-54	310.37	310.36	310.43	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-55	313.52	313.46	313.45	314.11	314.62	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-56	315.02	314.96	314.73	314.94	315.16	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-59	316.06	316.10	316.10	316.16	316.37	318.06	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-61	318.05	317.86	318.03	318.19	318.21	318.98	319.68	320.37	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-62	326.87	326.75	326.61	326.61	326.48	326.36	326.33	326.29	326.44	326.59	326.70	326.80
PB-64	325.52	325.38	325.37	325.40	325.35	325.31	325.31	325.32	325.52	325.73	325.87	326.01
PB-66	327.82	327.67	327.66	327.59	327.54	327.43	327.45	327.46	327.67	327.87	327.91	327.95
PB-67	321.00	320.90	320.40	320.97	320.97	321.07	321.33	321.59	322.12	322.64	322.93	323.22
PB-68	345.11	344.99	344.90	344.78	344.65	344.61	344.57	344.53	344.52	344.51	344.50	344.48
PB-71	310.14	310.02	310.16	311.32	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-02	315.17	314.92	315.07	315.25	316.21	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-03	318.38	318.16	318.25	318.16	318.44	319.24	319.85	320.47	321.35	322.23	322.66	323.10

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
Identificação	10/jul/90	15/ago/90	20/set/90	15/out/90	20/nov/90	20/dez/90	15/jan/91	23/jan/91	20/fev/91	21/fev/91	04/mar/91	07/mar/91
CD-05	322.86	322.71	322.61	322.55	322.51	322.65	322.79	322.93	323.25	323.57	323.74	323.92
CD-09	329.93	329.88	329.85	329.63	329.69	329.54	329.47	329.40	329.46	329.51	329.53	329.54
CD-10	329.75	329.48	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-11	316.37	316.16	315.99	316.36	316.92	317.46	317.81	318.16	318.70	319.24	319.51	319.77
CD-13	323.48	323.39	323.31	323.24	323.15	323.18	323.28	323.38	323.58	323.78	323.91	324.05
CD-14	322.97	322.71	322.60	322.63	322.78	322.71	322.71	322.71	322.83	322.94	323.11	323.28
CD-16	330.33	330.41	330.39	330.25	330.17	330.18	330.15	330.12	330.07	330.02	330.03	330.03
CD-17	316.48	316.44	316.37	316.27	316.30	316.31	316.35	316.39	316.49	316.59	316.67	316.76
CD-18	319.80	319.68	319.39	319.56	319.65	319.63	319.76	319.88	320.06	320.23	320.34	320.44
CD-19	333.70	333.62	333.59	333.46	333.34	333.44	333.35	333.29	333.34	333.25	333.23	333.22
CD-29	339.94	339.84	339.54	339.33	339.32	339.23	339.20	339.16	339.27	339.38	339.44	339.49
CD-33	318.44	318.36	318.41	318.24	318.24	318.17	318.20	318.23	318.32	318.40	318.49	318.58
CD-34	319.47	319.35	319.33	319.25	319.19	319.14	319.14	319.14	319.28	319.42	319.48	319.54
CD-36	333.50	333.47	333.21	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-40	331.08	330.95	330.25	330.84	330.68	330.53	330.58	330.62	330.67	330.71	330.78	330.85
CD-42	342.21	342.20	342.71	341.39	341.83	341.71	341.66	341.61	341.64	341.66	341.65	341.64
CD-56	340.71	340.69	340.54	340.38	340.24	339.88	339.96	340.03	340.08	340.12	340.16	340.20
CD-60	335.38	335.20	335.01	334.92	334.82	334.69	334.65	334.61	334.88	335.15	335.22	335.29
CD-62	339.49	339.48	339.44	339.07	339.26	339.22	339.17	339.13	339.12	339.11	339.10	339.10
CD-63	338.87	338.73	338.71	338.62	338.56	338.43	338.39	338.36	338.36	338.37	338.34	338.32
CD-64	332.51	332.45	332.25	331.88	332.32	332.29	332.24	332.19	332.20	332.22	332.21	332.21
CD-65	332.45	332.38	332.23	332.12	331.96	331.96	331.98	332.00	332.03	332.06	332.09	332.12
CD-66	339.75	339.54	339.52	339.57	339.42	338.64	338.96	339.27	339.24	339.21	339.21	339.20
SU-02	338.75	338.64	338.58	338.62	338.49	338.17	338.03	337.89	337.84	337.79	337.70	337.60
SU-21	333.46	334.05	333.74	333.87	333.83	333.77	333.81	333.85	334.06	334.27	334.28	334.29
SU-23	336.60	336.09	336.60	336.45	336.37	336.37	336.33	336.29	336.44	336.58	336.60	336.61
SU-24	340.58	340.38	340.31	340.40	340.44	340.82	340.38	339.94	340.09	340.25	340.49	340.73
SU-28	343.02	342.96	342.82	342.38	343.24	342.80	342.83	342.86	342.92	342.99	342.94	342.90
SU-32	346.51	346.41	346.35	346.31	346.21	346.11	346.06	346.01	346.30	346.58	346.73	346.88
SU-33	349.45	349.22	349.14	347.94	348.91	348.84	348.79	348.75	348.94	349.13	349.16	349.20
SU-36	346.11	345.91	345.55	345.17	345.39	345.09	345.11	345.13	345.13	345.13	345.14	345.16
SU-41	337.04	336.91	337.06	337.22	337.04	336.95	336.90	336.85	336.84	336.83	336.87	336.91
SU-42	365.41	365.20	365.06	364.79	364.61	364.58	364.51	364.43	364.43	364.43	364.38	364.32
SU-43	347.26	347.02	345.56	346.16	345.98	346.12	346.08	346.03	346.37	346.70	346.57	346.43
SU-48	342.66	342.19	342.09	343.04	342.59	342.96	341.82	340.69	340.97	341.25	340.79	340.33
SU-49	346.58	346.26	346.23	345.90	345.82	345.45	345.47	345.49	345.13	344.76	345.14	345.52
SU-50	347.21	347.24	346.46	346.52	346.01	346.05	345.45	344.86	345.16	345.47	345.69	345.92
SU-80	340.95	340.68	339.88	340.34	339.74	340.02	339.77	339.51	339.46	339.40	339.45	339.49
SU-83	342.23	342.01	342.11	341.66	341.53	341.44	341.36	341.29	341.23	341.18	341.15	341.12
SU-90	347.51	347.46	347.25	346.88	346.95	345.65	346.33	347.01	347.05	347.09	346.99	346.90
SU-91	347.99	347.95	347.57	347.71	347.53	347.47	347.41	347.35	347.39	347.43	347.44	347.45
SU-92	349.72	349.56	349.41	348.66	349.16	349.13	349.04	348.96	348.96	348.96	348.96	348.96
SU-95	346.55	346.39	346.72	346.19	345.99	345.90	345.85	345.81	345.84	345.88	345.91	345.94
SU-97	335.01	335.13	334.84	334.80	335.09	334.44	334.32	334.21	334.15	334.10	334.05	334.00
49-14	366.74	364.18	364.00	366.15	363.11	366.04	366.32	366.60	366.90	367.19	367.47	367.74
49-15	351.16	350.99	350.97	350.92	350.78	350.71	350.68	350.64	350.91	351.18	351.15	351.12
49-18	311.57	311.46	311.59	311.77	313.30	314.87	315.68	316.50	317.22	317.95	318.46	318.98
49-21	329.87	329.61	329.67	329.52	329.50	329.37	329.36	329.34	329.53	329.72	329.76	329.79

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
Identificação	10/jul/90	15/ago/90	20/set/90	15/out/90	20/nov/90	20/dez/90	15/jan/91	23/jan/91	20/fev/91	21/fev/91	04/mar/91	07/mar/91
49-22	339.55	338.60	339.27	338.57	339.19	338.96	339.01	339.06	339.01	338.96	338.93	338.91
NA-IPT-01	353.58	353.47	353.39	353.30	353.13	353.05	353.05	353.05	353.52	353.99	354.11	354.24
NA-IPT-02	345.41	345.22	345.10	344.92	344.82	344.75	344.72	344.69	344.92	345.14	345.25	345.35
NA-IPT-03	331.65	331.60	331.58	331.56	331.70	331.78	331.85	331.76	331.71	331.66	331.85	332.04
NA-IPT-04	351.65	351.53	351.40	350.64	351.01	350.91	350.79	350.68	350.65	350.63	350.58	350.53
NA-IPT-05	339.47	339.38	339.34	338.61	338.98	338.97	338.90	338.83	338.81	338.79	338.76	338.74
NA-IPT-06	332.32	332.32	332.29	331.53	332.03	331.96	331.95	331.93	332.02	332.10	332.18	332.25
NA-IPT-09	352.32	352.11	351.71	351.49	351.10	350.84	350.71	350.57	350.76	350.94	350.99	351.03
NA-IPT-10	345.17	344.88	344.60	344.37	344.04	343.91	343.93	343.94	344.33	344.71	344.58	344.44
NA-IPT-12	351.87	351.75	352.08	351.53	351.33	351.23	351.22	351.21	351.14	351.08	351.07	351.07
NA-IPT-13	350.08	349.97	349.82	349.68	349.46	349.36	349.28	349.21	349.19	349.18	349.16	349.15
NA-IPT-14	346.20	346.10	345.98	345.90	345.78	345.69	345.66	345.63	345.61	345.60	345.61	345.61
NA-IPT-15	335.41	335.34	335.34	335.37	335.36	335.36	335.42	335.48	335.54	335.61	335.60	335.60
NA-IPT-16	345.09	344.92	344.76	344.65	345.50	346.11	345.70	345.29	345.22	345.16	345.12	345.10
NA-IPT-17	333.22	333.17	333.09	333.04	332.90	332.79	332.75	332.71	332.70	332.69	332.70	332.71
NA-IPT-18	328.26	328.19	328.13	328.08	328.00	327.95	327.93	327.91	327.89	327.87	327.86	327.84
NA-IPT-19	309.27	309.22	309.20	309.26	310.15	311.83	312.94	314.05	315.64	317.23	320.12	323.02
NA-IPT-20	321.19	321.16	321.31	321.04	321.00	320.92	320.92	320.92	321.04	321.16	321.23	321.31
NA-IPT-21	325.25	325.20	323.30	325.06	325.02	324.94	324.91	324.89	324.90	324.92	324.96	325.00
PZ-CD-36	347.67	347.48	347.39	347.18	347.00	346.73	346.83	346.94	346.95	346.97	347.01	347.05
NA-CD-36	333.69	333.65	333.60	333.44	333.32	333.25	333.27	333.29	333.31	333.33	333.38	333.42
NA-CD-16	319.45	319.38	319.32	319.22	319.15	319.10	319.10	319.09	319.20	319.31	319.40	319.48
NA-SU-32/3.80	330.70	330.64	330.69	330.54	330.47	330.42	330.40	330.37	330.35	330.33	330.33	330.33
NA-SU-32/4.15	346.73	346.62	346.52	346.52	346.41	346.33	346.29	346.25	346.53	346.81	346.85	346.88
NA-SU-32/6.98	346.80	346.67	346.61	346.58	346.47	346.39	346.34	346.29	346.58	346.87	346.90	346.93
NA-SU-32/10.00	346.80	346.69	346.63	346.59	346.48	346.40	346.36	346.32	346.60	346.87	346.88	346.89
NA-SU-32/19.95	346.86	346.74	346.68	346.64	346.52	346.44	346.40	346.36	346.64	346.92	346.92	346.91
NA-SU-32/39.95	346.86	346.74	346.66	346.64	346.51	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-49-14	346.90	346.77	346.65	346.66	346.45	346.44	346.39	346.33	346.64	346.95	346.92	346.88
NA IPT 22	319.53	319.38	318.86	319.31	319.49	319.70	319.96	320.10	320.62	320.65	320.88	321.06
NA IPT 23	- x -	- x -	- x -	- x -	325.84	325.85	325.89	325.89	326.37	326.37	326.52	326.52
NA IPT 24	317.38	317.31	317.30	317.22	317.13	317.23	317.30	317.30	317.56	317.56	317.70	317.70
NA IPT 25	317.72	317.60	317.67	317.69	318.07	318.65	319.12	319.12	320.42	320.42	321.02	321.02
NA IPT 26	322.07	321.96	321.91	321.84	321.86	321.96	322.01	322.05	322.23	322.40	322.48	322.56
NA IPT 27	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29
NA IPT 28	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	326.83	326.81	326.79	326.78	326.77	326.77
NA IPT 29	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	319.72	319.97	320.22	320.33	320.44	320.51
NA IPT 30	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	336.86	336.93	337.00	337.05	337.10	337.12
NA IPT 31	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	321.18	321.90	322.61	323.00	323.38	323.34
NA IPT 32	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	321.44	322.03	322.62	322.70	322.78	323.00
NA IPT 33	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	322.26	322.90	323.53	323.57	323.60	323.64
NA IPT 34	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	323.49	323.68	323.86	323.97	324.08	324.12
NA IPT 35	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	325.22	325.34	325.46	325.51	325.55	325.58
NA IPT 36	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
Identificação	03/08/91	03/11/91	03/18/91	03/20/91	03/23/91	03/25/91	04/01/91	04/03/91	04/05/91	04/08/91	04/10/91	04/15/91
TG-02	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-05	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-07	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-08	321.97	322.20	322.43	322.66	322.98	323.31	323.63	323.96	324.21	324.33	324.46	324.71
TG-10	322.27	322.75	323.24	323.72	324.48	325.24	326.00	326.76	326.90	326.97	327.04	327.17
TG-13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-16	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-17	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-20	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-22	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-23	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-25	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-02	340.68	340.66	340.64	340.62	340.56	340.50	340.44	340.39	340.44	340.46	340.49	340.54
PB-03	342.41	342.40	342.38	342.37	342.40	342.43	342.46	342.49	342.49	342.49	342.49	342.48
PB-12	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-16	339.59	339.60	339.62	339.63	339.64	339.65	339.66	339.66	339.66	339.66	339.66	339.66
PB-18	337.77	337.88	337.98	338.09	338.05	338.02	337.98	337.94	337.95	337.95	337.96	337.96
PB-20	331.78	331.78	331.78	331.79	331.79	331.79	331.79	331.79	331.80	331.81	331.82	331.84
PB-21	329.85	329.85	329.85	329.85	329.89	329.92	329.96	330.00	330.00	330.01	330.01	330.01
PB-23	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-24	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-29	321.30	321.51	321.71	321.91	322.10	322.30	322.49	322.68	323.03	323.20	323.38	323.72
PB-31	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-36	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-38	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-41	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-43	310.13	310.21	310.30	310.38	310.48	310.58	310.67	310.77	311.05	311.19	311.33	311.61
PB-46	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-48	315.15	315.33	315.51	315.69	315.92	316.16	316.40	316.64	316.92	317.06	317.20	317.48
PB-49	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-50	322.65	323.61	324.57	325.53	325.53	325.53	325.53	325.53	325.76	325.87	325.99	326.22
PB-51	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-52	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-53	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-54	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-55	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-56	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-59	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-61	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-62	326.87	326.94	327.01	327.08	327.19	327.29	327.40	327.50	327.60	327.65	327.70	327.79
PB-64	326.17	326.34	326.51	326.68	326.91	327.15	327.39	327.63	327.71	327.76	327.80	327.89
PB-66	328.01	328.07	328.13	328.18	328.32	328.45	328.59	328.72	328.77	328.79	328.81	328.85
PB-67	323.47	323.72	323.97	324.22	324.42	324.61	324.81	325.00	325.13	325.19	325.25	325.38
PB-68	344.47	344.46	344.45	344.44	344.44	344.44	344.44	344.44	344.45	344.45	344.46	344.47
PB-71	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-02	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-03	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
Identificação	03/08/91	03/11/91	03/18/91	03/20/91	03/23/91	03/25/91	04/01/91	04/03/91	04/05/91	04/08/91	04/10/91	04/15/91
CD-05	324.01	324.10	324.19	324.29	324.37	324.45	324.53	324.62	324.77	324.84	324.92	325.07
CD-09	329.57	329.59	329.62	329.64	329.64	329.64	329.64	329.64	329.65	329.66	329.66	329.67
CD-10	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-11	319.98	320.19	320.40	320.61	320.83	321.05	321.27	321.49	321.67	321.76	321.84	322.02
CD-13	324.11	324.18	324.24	324.31	324.40	324.49	324.59	324.68	324.75	324.79	324.82	324.90
CD-14	323.29	323.31	323.32	323.33	323.40	323.47	323.53	323.60	323.67	323.70	323.74	323.80
CD-16	330.06	330.08	330.10	330.12	330.12	330.11	330.11	330.10	330.13	330.15	330.16	330.19
CD-17	316.80	316.85	316.89	316.94	317.00	317.05	317.11	317.17	317.25	317.29	317.33	317.42
CD-18	320.51	320.57	320.64	320.70	320.76	320.82	320.87	320.93	321.02	321.06	321.11	321.19
CD-19	333.23	333.25	333.26	333.28	333.30	333.33	333.36	333.39	333.39	333.40	333.40	333.41
CD-29	339.50	339.51	339.52	339.53	339.54	339.55	339.55	339.56	339.53	339.52	339.50	339.47
CD-33	318.65	318.71	318.77	318.83	318.99	319.15	319.31	319.47	319.63	319.71	319.78	319.94
CD-34	319.59	319.63	319.68	319.72	319.84	319.96	320.07	320.19	320.41	320.51	320.62	320.84
CD-36	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-40	330.87	330.89	330.91	330.93	330.96	330.99	331.01	331.04	331.05	331.05	331.06	331.06
CD-42	341.65	341.66	341.66	341.67	341.70	341.73	341.76	341.79	341.80	341.81	341.81	341.82
CD-56	340.21	340.23	340.24	340.25	340.25	340.26	340.26	340.26	340.26	340.26	340.27	340.27
CD-60	335.31	335.33	335.34	335.36	335.38	335.40	335.42	335.44	335.45	335.46	335.46	335.47
CD-62	339.10	339.11	339.11	339.12	339.11	339.11	339.10	339.10	339.11	339.12	339.12	339.14
CD-63	338.32	338.31	338.31	338.31	338.31	338.31	338.32	338.32	338.31	338.31	338.30	338.30
CD-64	332.21	332.22	332.22	332.23	332.22	332.20	332.19	332.18	332.17	332.17	332.17	332.16
CD-65	332.13	332.15	332.17	332.19	332.20	332.21	332.22	332.23	332.04	331.95	331.85	331.66
CD-66	339.21	339.23	339.24	339.25	339.24	339.24	339.23	339.22	339.23	339.24	339.24	339.25
SU-02	337.74	337.87	338.01	338.14	338.10	338.07	338.03	337.99	337.97	337.96	337.95	337.93
SU-21	334.31	334.33	334.35	334.37	334.36	334.36	334.35	334.35	334.35	334.35	334.35	334.35
SU-23	336.59	336.56	336.53	336.50	336.50	336.49	336.49	336.48	336.48	336.47	336.47	336.46
SU-24	340.71	340.70	340.69	340.68	340.59	340.50	340.41	340.33	340.39	340.42	340.45	340.51
SU-28	342.91	342.93	342.95	342.97	342.96	342.96	342.96	342.96	342.70	342.57	342.45	342.19
SU-32	346.85	346.82	346.78	346.75	346.68	346.60	346.53	346.45	346.44	346.43	346.42	346.41
SU-33	349.21	349.22	349.23	349.24	349.24	349.24	349.24	349.24	349.23	349.23	349.23	349.22
SU-36	345.17	345.18	345.19	345.21	345.21	345.21	345.21	345.21	345.22	345.23	345.23	345.24
SU-41	336.93	336.96	336.98	337.00	336.99	336.98	336.97	336.96	337.03	337.07	337.11	337.18
SU-42	364.33	364.34	364.34	364.35	364.32	364.29	364.25	364.22	364.24	364.25	364.27	364.29
SU-43	346.49	346.55	346.61	346.67	346.74	346.81	346.88	346.95	346.92	346.91	346.89	346.86
SU-48	340.49	340.66	340.82	340.99	340.95	340.92	340.89	340.86	341.37	341.63	341.89	342.40
SU-49	345.52	345.51	345.51	345.50	345.47	345.43	345.40	345.36	345.39	345.41	345.42	345.45
SU-50	345.98	346.04	346.10	346.17	346.16	346.15	346.14	346.13	346.14	346.15	346.16	346.17
SU-80	339.51	339.53	339.55	339.57	339.55	339.52	339.50	339.47	339.55	339.59	339.63	339.71
SU-83	341.16	341.20	341.25	341.29	341.25	341.21	341.18	341.14	341.15	341.15	341.16	341.17
SU-90	346.88	346.86	346.84	346.83	346.79	346.75	346.71	346.67	346.71	346.73	346.75	346.79
SU-91	347.46	347.47	347.48	347.49	347.48	347.48	347.47	347.47	347.44	347.43	347.42	347.40
SU-92	348.91	348.86	348.81	348.76	348.78	348.81	348.83	348.86	348.83	348.82	348.81	348.78
SU-95	345.94	345.95	345.96	345.97	345.96	345.96	345.95	345.95	345.96	345.96	345.97	345.98
SU-97	334.04	334.08	334.12	334.16	334.16	334.16	334.16	334.17	334.22	334.24	334.27	334.32
49-14	367.71	367.67	367.63	367.59	367.60	367.61	367.62	367.63	367.61	367.60	367.59	367.57
49-15	351.11	351.11	351.10	351.09	351.08	351.07	351.06	351.05	351.03	351.02	351.01	350.98
49-18	319.28	319.59	319.90	320.21	320.52	320.83	321.14	321.45	321.60	321.68	321.76	321.91
49-21	329.82	329.84	329.87	329.89	329.89	329.89	329.89	329.89	329.91	329.93	329.94	329.96

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
Identificação	03/08/91	03/11/91	03/18/91	03/20/91	03/23/91	03/25/91	04/01/91	04/03/91	04/05/91	04/08/91	04/10/91	04/15/91
49-22	338.90	338.89	338.88	338.88	338.88	338.89	338.89	338.90	338.88	338.87	338.87	338.85
NA-IPT-01	354.28	354.32	354.37	354.41	354.43	354.45	354.48	354.50	354.51	354.51	354.52	354.53
NA-IPT-02	345.39	345.43	345.46	345.50	345.52	345.54	345.56	345.58	345.61	345.62	345.64	345.66
NA-IPT-03	332.14	332.23	332.33	332.42	332.49	332.56	332.63	332.70	332.75	332.78	332.80	332.85
NA-IPT-04	350.53	350.53	350.54	350.54	350.51	350.49	350.46	350.44	350.45	350.46	350.47	350.48
NA-IPT-05	338.76	338.77	338.79	338.81	338.80	338.80	338.79	338.79	338.82	338.84	338.85	338.89
NA-IPT-06	332.27	332.29	332.31	332.33	332.36	332.39	332.42	332.44	332.49	332.52	332.54	332.59
NA-IPT-09	351.07	351.11	351.15	351.19	351.17	351.16	351.14	351.12	351.13	351.14	351.14	351.15
NA-IPT-10	344.41	344.38	344.35	344.32	344.30	344.28	344.25	344.23	344.22	344.22	344.22	344.21
NA-IPT-12	351.06	351.05	351.04	351.03	351.02	351.01	351.00	350.99	351.00	351.00	351.01	351.02
NA-IPT-13	349.16	349.16	349.17	349.18	349.18	349.18	349.18	349.18	349.18	349.18	349.17	349.17
NA-IPT-14	345.62	345.63	345.63	345.64	345.64	345.64	345.65	345.65	345.66	345.66	345.66	345.67
NA-IPT-15	335.58	335.57	335.56	335.55	335.54	335.53	335.52	335.52	335.51	335.51	335.51	335.50
NA-IPT-16	345.09	345.05	345.03	345.02	345.00	344.99	344.98	344.97	344.96	344.95	344.95	344.94
NA-IPT-17	332.72	332.73	332.73	332.74	332.76	332.77	332.79	332.80	332.82	332.83	332.84	332.86
NA-IPT-18	327.85	327.85	327.86	327.86	327.86	327.87	327.87	327.87	327.88	327.88	327.89	327.89
NA-IPT-19	323.75	324.48	325.21	325.94	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-20	321.34	321.37	321.40	321.43	321.48	321.54	321.60	321.66	321.71	321.73	321.76	321.81
NA-IPT-21	325.00	325.01	325.01	325.02	325.02	325.03	325.03	325.04	325.06	325.07	325.09	325.11
PZ-CD-36	347.02	347.00	346.97	346.95	346.95	346.95	346.95	346.96	346.96	346.96	346.97	346.97
NA-CD-36	333.43	333.43	333.44	333.44	333.49	333.53	333.58	333.62	333.58	333.56	333.53	333.49
NA-CD-16	319.53	319.57	319.62	319.66	319.77	319.89	320.00	320.11	320.32	320.42	320.52	320.73
NA-SU-32/3.80	330.34	330.35	330.36	330.37	330.37	330.36	330.36	330.35	330.38	330.39	330.40	330.43
NA-SU-32/4.15	346.85	346.82	346.79	346.76	346.75	346.73	346.72	346.70	346.68	346.67	346.67	346.65
NA-SU-32/6.98	346.90	346.88	346.85	346.82	346.80	346.79	346.77	346.75	346.74	346.73	346.72	346.71
NA-SU-32/10.00	347.13	347.36	347.60	347.83	347.56	347.30	347.03	346.76	346.75	346.74	346.74	346.72
NA-SU-32/19.95	346.90	346.89	346.87	346.86	346.85	346.83	346.82	346.80	346.79	346.78	346.77	346.76
NA-SU-32/39.95	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-49-14	346.90	346.93	346.95	346.97	346.93	346.89	346.85	346.81	346.79	346.78	346.78	346.76
NA IPT 22	321.03	321.09	321.40	321.43	321.41	321.55	321.88	321.97	321.98	322.06	322.19	322.32
NA IPT 23	326.56	326.59	326.73	326.73	326.73	326.85	327.07	327.07	327.15	327.25	327.36	327.47
NA IPT 24	317.74	317.77	317.99	317.99	318.00	318.01	318.19	318.19	318.25	318.30	318.37	318.44
NA IPT 25	321.24	321.45	321.98	321.92	322.14	322.35	322.98	322.98	323.25	323.51	323.77	324.03
NA IPT 26	322.60	322.65	322.56	322.73	322.79	322.85	322.90	322.96	322.96	323.01	323.05	323.10
NA IPT 27	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29
NA IPT 28	326.77	326.77	326.87	326.84	326.83	326.81	326.87	326.85	326.83	326.82	326.84	326.85
NA IPT 29	320.55	320.58	320.86	320.92	320.94	320.97	321.24	321.34	321.38	321.43	321.54	321.64
NA IPT 30	337.12	337.13	337.28	337.26	337.25	337.24	337.29	337.29	337.28	337.28	337.32	337.35
NA IPT 31	323.30	323.46	323.94	324.07	324.19	324.27	324.79	324.91	325.02	325.17	325.31	325.55
NA IPT 32	323.21	323.35	323.79	323.92	324.04	324.13	324.62	324.74	324.86	325.03	325.18	325.45
NA IPT 33	323.67	323.75	324.03	324.09	324.14	324.20	324.49	324.57	324.64	324.73	324.83	325.03
NA IPT 34	324.15	324.20	324.39	324.43	324.46	324.48	324.68	324.71	324.74	324.80	324.87	324.98
NA IPT 35	325.61	325.63	325.75	325.76	325.76	325.77	325.92	325.93	325.94	325.94	325.98	326.05
NA IPT 36	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
Identificação	17/abr/91	18/abr/91	22/abr/91	29/abr/91	30/abr/91	6/mai/91	13/mai/91	15/mai/91	20/mai/91	27/mai/91	3/jun/91	5/jun/91
TG-02	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-05	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-07	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-08	324.83	324.96	325.36	325.56	325.76	326.03	326.17	326.31	326.56	326.82	327.08	327.21
TG-10	327.24	327.31	327.38	327.41	327.44	327.45	327.46	327.46	327.53	327.59	327.66	327.69
TG-13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-16	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-17	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-20	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-22	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-23	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-25	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-02	340.57	340.60	340.40	340.30	340.21	340.56	340.73	340.91	340.88	340.86	340.84	340.83
PB-03	342.48	342.48	342.49	342.49	342.49	342.48	342.47	342.46	342.44	342.41	342.39	342.37
PB-12	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-16	339.66	339.66	339.68	339.69	339.69	339.71	339.72	339.73	339.72	339.70	339.69	339.68
PB-18	337.97	337.97	338.09	338.14	338.20	337.62	337.33	337.04	337.04	337.05	337.05	337.05
PB-20	331.85	331.86	331.77	331.73	331.69	331.76	331.80	331.84	331.89	331.95	332.01	332.04
PB-21	330.02	330.02	330.07	330.10	330.13	330.22	330.26	330.31	330.31	330.31	330.32	330.32
PB-23	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-24	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-29	323.90	324.07	324.43	324.60	324.78	325.05	325.19	325.32	325.47	325.63	325.78	325.86
PB-31	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-36	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-38	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-41	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-43	311.75	311.89	313.01	313.57	314.13	315.10	315.58	316.06	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-46	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-48	317.62	317.76	318.59	319.01	319.43	320.09	320.42	320.76	321.18	321.60	322.02	322.23
PB-49	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-50	326.33	326.44	326.66	326.77	326.88	326.98	327.03	327.07	327.15	327.22	327.30	327.34
PB-51	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-52	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-53	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-54	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-55	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-56	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-59	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-61	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-62	327.84	327.89	328.05	328.13	328.21	328.35	328.42	328.49	328.55	328.58	328.61	328.67
PB-64	327.93	327.98	328.04	328.07	328.10	328.10	328.10	328.11	328.13	328.14	328.15	328.17
PB-66	328.87	328.89	328.80	328.76	328.71	328.94	329.05	329.16	329.16	329.16	329.15	329.15
PB-67	325.44	325.50	325.77	325.90	326.03	326.25	326.36	326.47	326.59	326.65	326.71	326.83
PB-68	344.47	344.47	344.49	344.50	344.51	344.52	344.52	344.52	344.52	344.51	344.51	344.50
PB-71	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-02	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-03	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
Identificação	17/abr/91	18/abr/91	22/abr/91	29/abr/91	30/abr/91	6/mai/91	13/mai/91	15/mai/91	20/mai/91	27/mai/91	3/jun/91	5/jun/91
CD-05	325.14	325.22	325.40	325.49	325.59	325.81	325.92	326.03	326.13	326.18	326.23	326.33
CD-09	329.68	329.68	329.78	329.82	329.87	329.91	329.92	329.94	329.95	329.95	329.96	329.96
CD-10	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-11	322.11	322.19	322.55	322.73	322.91	323.19	323.33	323.46	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-13	324.93	324.97	325.12	325.20	325.28	325.53	325.66	325.79	325.89	325.93	325.98	326.08
CD-14	323.84	323.87	323.98	324.04	324.09	324.21	324.27	324.33	324.44	324.49	324.54	324.65
CD-16	330.21	330.22	330.26	330.28	330.29	330.29	330.29	330.29	330.29	330.29	330.29	330.29
CD-17	317.46	317.50	317.81	317.96	318.12	318.37	318.49	318.62	318.88	319.01	319.14	319.41
CD-18	321.24	321.28	321.48	321.57	321.67	321.78	321.84	321.89	322.05	322.13	322.21	322.36
CD-19	333.41	333.42	333.44	333.45	333.46	333.48	333.50	333.51	333.49	333.48	333.47	333.45
CD-29	339.46	339.44	339.52	339.55	339.59	339.59	339.58	339.58	339.54	339.51	339.49	339.45
CD-33	320.02	320.09	320.41	320.57	320.73	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-34	320.94	321.05	321.46	321.66	321.86	322.08	322.29	322.51	322.73	322.94	323.16	323.37
CD-36	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-40	331.07	331.07	331.09	331.09	331.10	331.19	331.23	331.27	331.24	331.22	331.21	331.21
CD-42	341.83	341.83	341.89	341.92	341.95	341.93	341.92	341.91	341.76	341.68	341.64	341.62
CD-56	340.27	340.27	340.25	340.24	340.23	340.18	340.16	340.13	340.13	340.13	340.13	340.13
CD-60	335.48	335.48	335.49	335.50	335.50	335.51	335.51	335.51	335.44	335.40	335.38	335.37
CD-62	339.14	339.15	339.17	339.18	339.19	339.14	339.11	339.09	338.99	338.95	338.92	338.91
CD-63	338.29	338.29	338.31	338.32	338.33	338.35	338.36	338.37	338.32	338.30	338.29	338.28
CD-64	332.16	332.16	332.21	332.24	332.27	332.28	332.28	332.29	332.19	332.14	332.11	332.10
CD-65	331.57	331.48	331.91	332.12	332.34	332.33	332.32	332.32	332.24	332.20	332.19	332.18
CD-66	339.26	339.26	339.29	339.31	339.32	339.29	339.28	339.26	339.22	339.19	339.18	339.18
SU-02	337.92	337.91	337.99	338.02	338.06	338.34	338.47	338.61	338.50	338.45	338.42	338.40
SU-21	334.35	334.35	334.30	334.28	334.26	334.16	334.11	334.07	333.87	333.77	333.73	333.70
SU-23	336.46	336.45	336.55	336.60	336.64	336.64	336.64	336.63	336.42	336.32	336.27	336.24
SU-24	340.54	340.57	340.49	340.45	340.41	340.48	340.51	340.55	340.51	340.49	340.48	340.47
SU-28	342.06	341.94	342.28	342.45	342.63	342.74	342.80	342.86	342.58	342.44	342.37	342.33
SU-32	346.40	346.39	346.35	346.33	346.31	346.29	346.27	346.26	346.25	346.24	346.23	346.23
SU-33	349.22	349.22	349.20	349.19	349.19	349.17	349.16	349.15	349.07	349.03	349.01	349.00
SU-36	345.25	345.26	345.27	345.28	345.29	345.29	345.29	345.30	345.27	345.25	345.24	345.24
SU-41	337.22	337.25	337.25	337.25	337.25	337.36	337.42	337.47	337.28	337.18	337.13	337.11
SU-42	364.30	364.31	364.27	364.25	364.23	364.33	364.38	364.43	364.45	364.45	364.46	364.46
SU-43	346.84	346.82	346.89	346.92	346.95	347.05	347.10	347.14	346.78	346.60	346.51	346.47
SU-48	342.66	342.92	342.95	342.96	342.98	343.01	343.02	343.04	343.00	342.98	342.97	342.97
SU-49	345.47	345.48	345.34	345.26	345.19	345.36	345.45	345.53	345.21	345.05	344.97	344.93
SU-50	346.18	346.19	346.16	346.15	346.14	346.01	345.95	345.89	345.85	345.83	345.83	345.82
SU-80	339.75	339.79	339.77	339.76	339.75	339.69	339.66	339.62	339.67	339.70	339.71	339.72
SU-83	341.17	341.18	341.21	341.22	341.24	341.22	341.21	341.20	341.17	341.16	341.16	341.15
SU-90	346.81	346.83	346.93	346.98	347.03	347.00	346.99	346.98	346.86	346.80	346.77	346.75
SU-91	347.39	347.38	347.42	347.44	347.46	347.45	347.44	347.44	347.28	347.20	347.16	347.14
SU-92	348.77	348.76	348.78	348.79	348.80	348.79	348.79	348.79	348.66	348.60	348.57	348.55
SU-95	345.99	346.00	346.01	346.02	346.03	346.03	346.03	346.03	345.97	345.94	345.92	345.91
SU-97	334.35	334.38	334.45	334.48	334.52	334.55	334.57	334.59	334.51	334.47	334.45	334.44
49-14	367.55	367.54	367.54	367.54	367.53	367.37	367.29	367.20	366.98	366.87	366.81	366.78
49-15	350.97	350.96	350.91	350.88	350.85	350.85	350.85	350.85	350.77	350.72	350.70	350.69
49-18	321.99	322.07	322.35	322.49	322.63	322.85	322.96	323.07	323.28	323.38	323.43	323.46
49-21	329.97	329.98	330.02	330.04	330.06	330.09	330.11	330.12	330.15	330.17	330.17	330.18

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
Identificação	17/abr/91	18/abr/91	22/abr/91	29/abr/91	30/abr/91	6/mai/91	13/mai/91	15/mai/91	20/mai/91	27/mai/91	3/jun/91	5/jun/91
49-22	338.84	338.84	338.92	338.96	339.00	338.82	338.73	338.64	338.72	338.76	338.78	338.79
NA-IPT-01	354.53	354.54	354.53	354.53	354.53	354.52	354.52	354.52	354.46	354.44	354.42	354.42
NA-IPT-02	345.68	345.69	345.73	345.75	345.77	345.75	345.73	345.72	345.66	345.63	345.62	345.61
NA-IPT-03	332.88	332.90	333.05	333.12	333.19	333.31	333.37	333.42	333.69	333.82	333.89	333.92
NA-IPT-04	350.49	350.50	350.50	350.51	350.51	350.48	350.46	350.45	350.39	350.36	350.34	350.34
NA-IPT-05	338.90	338.92	338.95	338.97	338.99	338.97	338.96	338.95	339.01	339.05	339.06	339.07
NA-IPT-06	332.61	332.63	332.74	332.80	332.85	332.95	333.00	333.05	333.19	333.26	333.29	333.31
NA-IPT-09	351.16	351.16	351.16	351.16	351.16	351.16	351.16	351.16	351.08	351.03	351.01	351.00
NA-IPT-10	344.21	344.20	344.45	344.58	344.70	344.45	344.33	344.20	344.17	344.16	344.15	344.15
NA-IPT-12	351.03	351.04	351.04	351.04	351.05	351.03	351.02	351.01	350.91	350.86	350.83	350.82
NA-IPT-13	349.17	349.17	349.17	349.17	349.17	349.15	349.14	349.13	349.07	349.04	349.02	349.02
NA-IPT-14	345.68	345.68	345.72	345.74	345.76	345.77	345.77	345.78	345.74	345.73	345.72	345.71
NA-IPT-15	335.50	335.50	335.48	335.47	335.47	335.45	335.44	335.44	335.42	335.41	335.40	335.40
NA-IPT-16	344.93	344.93	344.93	344.93	344.94	344.92	344.91	344.90	344.82	344.78	344.76	344.76
NA-IPT-17	332.87	332.88	332.95	332.99	333.02	333.04	333.04	333.05	333.08	333.09	333.09	333.10
NA-IPT-18	327.90	327.90	327.95	327.97	327.99	328.01	328.02	328.03	328.00	327.99	327.98	327.97
NA-IPT-19	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-20	321.84	321.87	322.09	322.20	322.31	322.54	322.66	322.78	323.69	324.15	324.38	324.49
NA-IPT-21	325.12	325.14	325.21	325.25	325.29	325.35	325.38	325.42	325.40	325.39	325.38	325.38
PZ-CD-36	346.97	346.98	347.00	347.01	347.03	347.01	347.00	346.99	346.91	346.87	346.86	346.85
NA-CD-36	333.47	333.44	333.44	333.44	333.44	333.42	333.41	333.40	333.36	333.34	333.33	333.33
NA-CD-16	320.83	320.93	321.36	321.58	321.79	322.18	322.37	322.56	323.04	323.27	323.39	323.45
NA-SU-32/3.80	330.44	330.45	330.50	330.52	330.54	330.54	330.54	330.54	330.53	330.53	330.53	330.53
NA-SU-32/4.15	346.64	346.63	346.60	346.58	346.56	346.53	346.51	346.49	346.42	346.39	346.37	346.36
NA-SU-32/6.98	346.70	346.69	346.66	346.64	346.62	346.59	346.57	346.55	346.48	346.45	346.43	346.42
NA-SU-32/10.00	346.72	346.71	346.66	346.64	346.61	346.59	346.58	346.57	346.50	346.46	346.44	346.43
NA-SU-32/19.95	346.75	346.74	346.70	346.68	346.66	346.64	346.62	346.61	346.54	346.50	346.48	346.47
NA-SU-32/39.95	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-49-14	346.75	346.74	346.71	346.69	346.67	346.64	346.63	346.61	346.54	346.51	346.49	346.48
NA IPT 22	322.44	322.55	322.56	322.80	322.88	323.05	323.24	323.36	323.41	323.60	323.83	323.93
NA IPT 23	327.50	327.47	327.65	327.77	327.77	327.92	328.02	328.02	328.11	328.19	328.25	328.30
NA IPT 24	318.44	318.44	318.63	318.72	318.82	319.00	319.19	319.19	319.39	319.49	319.59	319.79
NA IPT 25	324.18	324.03	324.37	324.66	324.66	324.93	325.18	325.18	325.34	325.51	325.65	325.73
NA IPT 26	323.12	323.14	323.28	323.34	323.41	323.55	323.61	323.68	323.81	323.88	323.94	324.07
NA IPT 27	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29
NA IPT 28	326.86	326.86	326.87	326.88	326.89	326.89	326.90	326.92	326.92	326.93	326.95	326.95
NA IPT 29	321.75	321.82	321.88	322.12	322.24	322.36	322.57	322.67	322.77	322.98	323.17	323.26
NA IPT 30	337.36	337.37	337.38	337.39	337.40	337.41	337.42	337.41	337.40	337.40	337.38	337.38
NA IPT 31	325.65	325.75	325.84	326.07	326.17	326.26	326.42	326.49	326.56	326.66	326.77	326.81
NA IPT 32	325.55	325.66	325.77	325.99	326.08	326.17	326.31	326.37	326.43	326.54	326.63	326.67
NA IPT 33	325.11	325.19	325.26	325.48	325.57	325.66	325.83	325.90	325.96	326.09	326.20	326.27
NA IPT 34	325.05	325.11	325.17	325.34	325.42	325.50	325.64	325.71	325.77	325.90	326.03	326.10
NA IPT 35	326.09	326.13	326.16	326.27	326.32	326.37	326.46	326.51	326.55	326.64	326.69	326.73
NA IPT 36	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
Identificação	10/jun/91	17/jun/91	24/jun/91	25/jun/91	1/jul/91	8/jul/91	10/jul/91	15/jul/91	22/jul/91	25/jul/91	29/jul/91	5/ago/91
TG-02	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-05	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-07	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-08	327.34	327.21	327.15	327.09	327.22	327.29	327.36	327.37	327.37	327.38	327.10	326.96
TG-10	327.72	327.76	327.77	327.79	327.60	327.51	327.41	327.14	327.01	326.87	326.83	326.81
TG-13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-16	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-17	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-20	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-22	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-23	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-25	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-02	340.82	340.82	340.82	340.83	340.77	340.74	340.71	340.61	340.56	340.52	340.63	340.68
PB-03	342.36	342.37	342.37	342.37	342.39	342.39	342.40	342.39	342.39	342.38	342.36	342.35
PB-12	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-16	339.67	339.66	339.65	339.64	339.64	339.64	339.63	339.66	339.68	339.69	339.65	339.63
PB-18	337.05	337.08	337.09	337.10	337.17	337.20	337.23	337.24	337.25	337.25	337.19	337.16
PB-20	332.07	332.12	332.15	332.18	332.17	332.16	332.16	332.17	332.17	332.18	332.20	332.21
PB-21	330.32	330.44	330.50	330.56	330.57	330.58	330.59	330.63	330.66	330.68	330.69	330.69
PB-23	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-24	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-29	325.93	326.07	326.14	326.21	326.47	326.59	326.72	326.48	326.36	326.24	326.20	326.18
PB-31	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-36	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-38	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-41	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-43	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-46	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-48	322.45	322.77	322.93	323.09	323.35	323.48	323.61	323.74	323.80	323.87	323.88	323.88
PB-49	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-50	327.37	327.42	327.44	327.46	327.31	327.24	327.16	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-51	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-52	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-53	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-54	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-55	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-56	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-59	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-61	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-62	328.73	328.78	328.81	328.83	328.88	328.91	328.93	328.95	328.96	328.97	328.93	328.91
PB-64	328.19	328.20	328.21	328.22	328.10	328.04	327.98	327.77	327.66	327.56	327.49	327.46
PB-66	329.14	329.12	329.11	329.09	329.08	329.08	329.07	328.95	328.89	328.83	328.75	328.71
PB-67	326.95	327.19	327.31	327.42	327.42	327.42	327.42	327.42	327.42	327.41	327.46	327.48
PB-68	344.49	344.46	344.45	344.43	344.40	344.39	344.37	344.37	344.37	344.36	344.39	344.41
PB-71	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-02	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
Identificação	10/jun/91	17/jun/91	24/jun/91	25/jun/91	1/jul/91	8/jul/91	10/jul/91	15/jul/91	22/jul/91	25/jul/91	29/jul/91	5/ago/91
CD-03	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-05	326.44	326.54	326.59	326.64	326.76	326.82	326.88	326.94	326.97	327.01	327.06	327.09
CD-09	329.97	329.95	329.93	329.92	330.04	330.10	330.16	330.16	330.15	330.15	330.20	330.22
CD-10	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-11	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-13	326.18	326.20	326.22	326.23	326.28	326.34	326.39	326.45	326.50	326.56	326.61	326.64
CD-14	324.75	324.85	324.90	324.95	325.08	325.15	325.21	325.34	325.40	325.46	325.57	325.63
CD-16	330.28	330.30	330.31	330.31	330.33	330.34	330.34	330.39	330.42	330.44	330.46	330.47
CD-17	319.67	319.86	319.96	320.06	320.36	320.52	320.67	320.82	320.90	320.98	321.20	321.32
CD-18	322.52	322.64	322.69	322.75	322.94	323.04	323.13	323.20	323.24	323.27	323.38	323.44
CD-19	333.44	333.44	333.45	333.45	333.46	333.46	333.47	333.45	333.44	333.44	333.45	333.46
CD-29	339.40	339.33	339.30	339.26	339.23	339.21	339.19	339.22	339.24	339.25	339.20	339.17
CD-33	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-34	323.59	323.83	323.94	324.06	324.26	324.35	324.45	324.53	324.57	324.61	324.71	324.76
CD-36	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-40	331.20	331.25	331.28	331.30	331.32	331.33	331.34	331.35	331.36	331.36	331.34	331.33
CD-42	341.60	341.63	341.65	341.66	341.66	341.65	341.65	341.61	341.59	341.57	341.65	341.69
CD-56	340.13	340.21	340.25	340.29	340.21	340.16	340.12	340.13	340.13	340.13	340.12	340.11
CD-60	335.36	335.35	335.34	335.33	335.29	335.27	335.25	335.27	335.27	335.28	335.25	335.23
CD-62	338.90	338.97	339.00	339.04	339.02	339.02	339.01	339.03	339.05	339.06	339.05	339.04
CD-63	338.28	338.26	338.26	338.25	338.20	338.18	338.16	338.24	338.29	338.33	338.28	338.26
CD-64	332.09	332.08	332.07	332.07	332.16	332.21	332.26	332.30	332.33	332.35	332.34	332.33
CD-65	332.17	332.22	332.24	332.27	332.26	332.25	332.25	332.29	332.31	332.33	332.34	332.34
CD-66	339.17	339.17	339.17	339.17	339.23	339.26	339.29	339.24	339.22	339.19	339.17	339.16
SU-02	338.39	338.43	338.45	338.47	338.46	338.45	338.44	338.17	338.04	337.90	338.14	338.25
SU-21	333.68	333.87	333.96	334.06	333.99	333.92	333.97	333.90	333.89	333.89	333.74	333.66
SU-23	336.21	336.39	336.48	336.57	336.56	336.55	336.54	336.45	336.41	336.36	336.18	336.09
SU-24	340.47	340.50	340.52	340.54	340.49	340.47	340.45	340.43	340.42	340.41	340.38	340.37
SU-28	342.30	342.60	342.75	342.91	342.94	342.95	342.97	342.81	342.73	342.66	342.59	342.56
SU-32	346.23	346.21	346.19	346.18	346.17	346.16	346.15	346.13	346.11	346.10	346.08	346.06
SU-33	348.99	348.95	348.93	348.91	348.76	348.68	348.61	348.64	348.66	348.68	348.72	348.74
SU-36	345.24	345.21	345.19	345.18	345.21	345.22	345.24	345.25	345.25	345.26	345.23	345.22
SU-41	337.08	337.47	337.66	337.85	338.20	338.37	338.54	338.33	338.22	338.11	338.17	338.20
SU-42	364.46	364.47	364.48	364.48	364.47	364.46	364.45	364.40	364.37	364.34	364.31	364.29
SU-43	346.42	346.47	346.50	346.52	346.60	346.64	346.67	346.83	346.91	346.98	346.94	346.92
SU-48	342.97	342.93	342.91	342.90	342.80	342.75	342.70	342.88	342.97	343.07	342.78	342.63
SU-49	344.89	345.14	345.27	345.39	345.35	345.33	345.31	345.17	345.10	345.03	344.37	344.03
SU-50	345.82	345.79	345.77	345.76	345.80	345.82	345.84	345.57	345.44	345.31	345.27	345.25
SU-80	339.72	339.74	339.75	339.76	339.43	339.26	339.09	339.14	339.16	339.18	339.10	339.06
SU-83	341.15	341.15	341.15	341.15	341.16	341.17	341.18	341.17	341.16	341.16	341.07	341.02
SU-90	346.74	346.78	346.80	346.82	346.81	346.81	346.81	346.82	346.82	346.83	346.75	346.71
SU-91	347.12	347.21	347.25	347.30	347.27	347.26	347.25	347.25	347.25	347.25	347.22	347.21
SU-92	348.54	348.49	348.46	348.44	348.41	348.40	348.39	348.43	348.46	348.48	348.42	348.39
SU-95	345.91	345.86	345.83	345.81	345.78	345.77	345.76	345.75	345.75	345.75	345.74	345.73
SU-97	334.44	334.50	334.53	334.57	334.59	334.60	334.61	334.60	334.59	334.59	334.60	334.60
49-14	366.75	366.83	366.87	366.91	366.72	366.63	366.53	366.58	366.60	366.62	366.61	366.61
49-15	350.68	350.64	350.62	350.60	350.60	350.60	350.60	351.07	351.31	351.54	351.04	350.78
49-18	323.49	323.71	323.82	323.94	323.99	324.02	324.05	324.09	324.11	324.13	324.13	324.13
49-21	330.18	330.20	330.21	330.22	330.26	330.27	330.29	330.32	330.34	330.35	330.32	330.31

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA												
Identificação	10/jun/91	17/jun/91	24/jun/91	25/jun/91	1/jul/91	8/jul/91	10/jul/91	15/jul/91	22/jul/91	25/jul/91	29/jul/91	5/ago/91	
49-22	338.80	338.66	338.59	338.53	338.79	338.92	339.06	339.00	338.97	338.95	338.87	338.83	
NA-IPT-01	354.41	354.38	354.37	354.36	354.33	354.32	354.31	354.29	354.28	354.27	354.24	354.23	
NA-IPT-02	345.60	345.52	345.48	345.44	345.42	345.41	345.40	345.36	345.33	345.31	345.28	345.27	
NA-IPT-03	333.95	333.90	333.87	333.84	333.84	333.84	333.84	333.98	334.05	334.11	334.15	334.17	
NA-IPT-04	350.33	350.32	350.32	350.32	350.33	350.34	350.35	350.37	350.38	350.39	350.41	350.42	
NA-IPT-05	339.08	339.07	339.07	339.07	339.11	339.14	339.16	339.21	339.23	339.26	339.26	339.27	
NA-IPT-06	333.32	333.40	333.44	333.48	333.56	333.60	333.64	333.75	333.80	333.85	333.90	333.92	
NA-IPT-09	350.99	350.98	350.97	350.96	350.93	350.92	350.90	350.88	350.87	350.86	350.85	350.85	
NA-IPT-10	344.14	344.14	344.13	344.13	344.37	344.49	344.61	344.39	344.28	344.17	344.15	344.14	
NA-IPT-12	350.81	350.79	350.78	350.77	350.88	350.94	351.00	350.93	350.89	350.86	351.24	351.43	
NA-IPT-13	349.01	349.00	348.99	348.99	348.96	348.95	348.94	348.94	348.94	348.94	349.43	349.67	
NA-IPT-14	345.71	345.69	345.69	345.68	345.65	345.64	345.63	345.62	345.62	345.62	345.61	345.60	
NA-IPT-15	335.40	335.41	335.42	335.43	335.42	335.42	335.42	335.41	335.40	335.40	335.39	335.38	
NA-IPT-16	344.75	344.72	344.71	344.70	344.65	344.62	344.60	344.59	344.59	344.59	344.54	344.52	
NA-IPT-17	333.10	333.13	333.14	333.15	333.17	333.18	333.19	333.23	333.24	333.26	333.27	333.27	
NA-IPT-18	327.97	327.96	327.96	327.95	327.97	327.97	327.98	328.02	328.03	328.05	328.10	328.12	
NA-IPT-19	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	
NA-IPT-20	324.61	324.32	324.18	324.04	324.21	324.29	324.38	324.57	324.66	324.76	324.89	324.96	
NA-IPT-21	325.38	325.39	325.40	325.41	325.44	325.46	325.48	325.53	325.56	325.59	325.64	325.66	
PZ-CD-36	346.84	346.83	346.83	346.83	346.82	346.81	346.81	346.80	346.80	346.80	346.72	346.68	
NA-CD-36	333.32	333.30	333.29	333.27	333.29	333.30	333.30	333.31	333.32	333.32	333.28	333.26	
NA-CD-16	323.51	323.75	323.86	323.98	324.18	324.27	324.37	324.45	324.49	324.53	324.63	324.68	
NA-SU-32/3.80	330.52	330.54	330.55	330.55	330.57	330.58	330.58	330.63	330.66	330.68	330.72	330.74	
NA-SU-32/4.15	346.35	346.34	346.33	346.32	346.29	346.28	346.26	346.24	346.23	346.22	346.22	346.21	
NA-SU-32/6.98	346.41	346.39	346.38	346.37	346.35	346.34	346.33	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	
NA-SU-32/10.00	346.42	346.41	346.41	346.40	346.37	346.35	346.33	346.32	346.31	346.30	346.29	346.29	
NA-SU-32/19.95	346.46	346.45	346.44	346.43	346.40	346.39	346.37	346.35	346.34	346.33	346.32	346.32	
NA-SU-32/39.95	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	
NA-IPT-49-14	346.47	346.47	346.47	346.47	346.42	346.40	346.37	346.36	346.35	346.34	346.31	346.30	
NA IPT 22	324.03	324.18	324.34	324.36	324.49	324.61	324.72	324.79	324.84	324.99	325.02	325.06	
NA IPT 23	328.34	328.40	328.48	328.48	328.52	328.56	328.56	328.59	328.59	328.59	328.59	328.58	
NA IPT 24	319.99	320.16	320.33	320.50	320.59	320.67	320.67	320.82	320.98	321.13	321.20	321.28	
NA IPT 25	325.81	325.97	326.08	326.08	326.13	326.18	326.18	326.18	326.14	326.14	326.19	326.14	
NA IPT 26	324.20	324.32	324.38	324.44	324.55	324.61	324.67	324.78	324.83	324.88	324.99	325.04	
NA IPT 27	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	
NA IPT 28	326.96	326.97	326.98	326.98	326.99	326.99	327.01	327.02	327.03	327.05	327.06	327.07	
NA IPT 29	323.35	323.51	323.73	323.77	323.80	324.00	324.07	324.13	324.20	324.28	324.36	324.40	
NA IPT 30	337.37	337.33	337.30	337.26	337.24	337.22	337.19	337.18	337.16	337.13	337.12	337.10	
NA IPT 31	326.84	326.96	327.05	327.06	327.07	327.11	327.10	327.09	327.03	327.02	327.00	326.94	
NA IPT 32	326.70	326.79	326.90	326.92	326.93	326.98	326.97	326.95	326.90	326.89	326.87	326.81	
NA IPT 33	326.33	326.41	326.53	326.57	326.60	326.68	326.71	326.73	326.76	326.77	326.78	326.78	
NA IPT 34	326.16	326.25	326.38	326.41	326.44	326.55	326.61	326.66	326.69	326.74	326.78	326.81	
NA IPT 35	326.83	326.87	326.99	327.01	327.03	327.11	327.17	327.23	327.25	327.30	327.34	327.36	
NA IPT 36	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
Identificação	7/ago/91	12/ago/91	20/ago/91	21/ago/91	2/set/91	16/set/91	17/set/91	30/set/91	14/out/91	15/out/91	17/out/91	29/out/91
TG-02	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-05	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-07	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-08	326.82	327.03	327.13	327.24	327.25	327.26	327.27	327.25	327.24	327.24	327.17	327.10
TG-10	326.79	326.80	326.81	326.81	326.74	326.70	326.66	326.67	326.68	326.68	326.47	326.26
TG-13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-16	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-17	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-20	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-22	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-23	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-25	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-02	340.74	340.39	340.22	340.05	340.23	340.32	340.42	340.17	340.04	339.92	340.05	340.19
PB-03	342.34	342.32	342.30	342.29	342.28	342.27	342.26	342.23	342.21	342.19	342.16	342.12
PB-12	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-16	339.61	339.57	339.55	339.53	339.39	339.32	339.24	339.11	339.05	338.98	338.95	338.91
PB-18	337.13	337.06	337.03	337.00	336.84	336.75	336.67	336.60	336.56	336.52	336.81	337.09
PB-20	332.22	332.24	332.25	332.26	332.36	332.41	332.46	332.45	332.44	332.44	332.42	332.41
PB-21	330.69	330.70	330.71	330.71	330.72	330.72	330.73	330.74	330.75	330.76	330.75	330.74
PB-23	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-24	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-29	326.16	326.13	326.12	326.10	326.11	326.12	326.12	326.19	326.22	326.25	326.18	326.11
PB-31	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-36	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-38	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-41	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-43	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-46	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-48	323.89	323.95	323.98	324.02	324.18	324.26	324.34	324.42	324.46	324.51	324.51	324.51
PB-49	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-50	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-51	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-52	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-53	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-54	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-55	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-56	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-59	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-61	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-62	328.89	328.86	328.85	328.83	328.78	328.76	328.73	328.67	328.63	328.60	328.57	328.54
PB-64	327.43	327.40	327.39	327.38	327.29	327.24	327.20	327.24	327.26	327.28	327.08	326.89
PB-66	328.66	328.64	328.63	328.62	328.53	328.48	328.43	328.46	328.47	328.48	328.38	328.28
PB-67	327.50	327.52	327.53	327.54	327.53	327.52	327.51	327.53	327.54	327.55	327.44	327.33
PB-68	344.42	344.39	344.38	344.36	344.34	344.33	344.31	344.25	344.22	344.19	344.19	344.18
PB-71	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-02	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
Identificação	7/ago/91	12/ago/91	20/ago/91	21/ago/91	2/set/91	16/set/91	17/set/91	30/set/91	14/out/91	15/out/91	17/out/91	29/out/91
CD-03	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-05	327.12	327.15	327.16	327.18	327.20	327.21	327.22	327.27	327.29	327.32	327.30	327.28
CD-09	330.24	330.26	330.27	330.28	330.31	330.32	330.33	330.35	330.36	330.37	330.36	330.36
CD-10	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-11	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-13	326.67	326.79	326.85	326.91	326.04	325.60	325.17	325.14	325.12	325.11	- x -	- x -
CD-14	325.68	325.70	325.70	325.71	325.84	325.91	325.97	326.10	326.17	326.23	326.28	326.33
CD-16	330.48	330.50	330.51	330.51	330.51	330.51	330.50	330.51	330.51	330.51	330.53	330.55
CD-17	321.43	321.56	321.63	321.70	321.93	322.05	322.17	322.40	322.51	322.63	322.72	322.81
CD-18	323.49	323.60	323.65	323.70	323.87	323.96	324.04	324.17	324.23	324.29	324.36	324.43
CD-19	333.47	333.45	333.44	333.43	333.37	333.34	333.31	333.24	333.21	333.18	333.18	333.18
CD-29	339.14	339.11	339.09	339.07	339.06	339.06	339.05	338.87	338.77	338.68	338.68	338.69
CD-33	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-34	324.81	324.78	324.76	324.74	324.89	324.96	325.03	325.09	325.12	325.15	- x -	- x -
CD-36	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-40	331.32	331.33	331.34	331.34	331.34	331.33	331.33	331.33	331.33	331.33	331.34	331.36
CD-42	341.73	341.70	341.68	341.66	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-56	340.10	340.08	340.06	340.05	340.01	339.98	339.96	339.95	339.94	339.93	339.91	339.88
CD-60	335.21	335.13	335.09	335.05	335.00	334.97	334.94	334.90	334.87	334.85	334.83	334.81
CD-62	339.04	338.98	338.96	338.93	338.93	338.94	338.94	338.93	338.93	338.93	338.89	338.85
CD-63	338.24	338.13	338.07	338.02	338.12	338.17	338.22	338.13	338.08	338.04	338.05	338.06
CD-64	332.33	332.31	332.30	332.29	332.29	332.29	332.29	332.31	332.32	332.33	332.30	332.28
CD-65	332.35	332.33	332.32	332.31	332.30	332.29	332.29	332.23	332.20	332.17	332.19	332.21
CD-66	339.15	339.17	339.18	339.19	339.16	339.14	339.12	339.10	339.08	339.07	339.04	339.02
SU-02	338.37	338.28	338.24	338.19	337.96	337.85	337.73	337.65	337.60	337.56	337.55	337.54
SU-21	333.59	333.21	333.02	332.84	333.03	333.13	333.23	333.37	333.44	333.51	333.43	333.36
SU-23	335.99	336.00	336.01	336.01	336.20	336.29	336.38	336.23	336.15	336.07	336.14	336.21
SU-24	340.36	340.36	340.36	340.36	340.33	340.32	340.31	340.33	340.34	340.35	340.20	340.06
SU-28	342.53	342.51	342.50	342.49	342.55	342.58	342.61	342.66	342.68	342.71	342.67	342.64
SU-32	346.05	346.02	346.00	345.98	345.93	345.90	345.87	345.90	345.91	345.92	345.87	345.82
SU-33	348.77	348.74	348.72	348.71	348.65	348.62	348.59	348.60	348.60	348.61	348.52	348.43
SU-36	345.21	345.03	344.94	344.85	345.04	345.13	345.23	344.91	344.75	344.59	344.66	344.73
SU-41	338.23	338.09	338.02	337.95	338.04	338.08	338.12	338.29	338.37	338.45	338.43	338.40
SU-42	364.27	364.23	364.21	364.19	364.20	364.20	364.20	364.03	363.95	363.86	363.84	363.82
SU-43	346.90	346.66	346.54	346.42	346.35	346.31	346.27	346.10	346.01	345.92	345.86	345.80
SU-48	342.49	342.63	342.70	342.77	342.82	342.85	342.88	342.64	342.52	342.40	342.43	342.47
SU-49	343.70	343.41	343.27	343.12	343.67	343.94	344.21	344.42	344.52	344.62	344.61	344.61
SU-50	345.24	345.21	345.20	345.19	345.05	344.98	344.91	345.28	345.47	345.66	345.51	345.37
SU-80	339.02	339.37	339.55	339.72	339.61	339.55	339.49	339.43	339.40	339.36	339.20	339.04
SU-83	340.98	341.09	341.14	341.20	341.18	341.17	341.16	341.08	341.04	341.00	340.96	340.93
SU-90	346.67	346.62	346.60	346.58	346.36	346.25	346.14	346.02	345.96	345.90	345.87	345.84
SU-91	347.20	347.18	347.17	347.16	347.29	347.35	347.42	347.19	347.07	346.96	346.93	346.91
SU-92	348.36	348.45	348.49	348.54	348.30	348.18	348.06	347.95	347.90	347.85	347.89	347.93
SU-95	345.73	345.69	345.67	345.66	345.59	345.55	345.52	345.45	345.41	345.38	344.14	342.90
SU-97	334.61	334.58	334.56	334.55	334.50	334.48	334.46	334.34	334.28	334.22	334.20	334.19
49-14	366.60	366.48	366.42	366.35	366.53	366.62	366.70	366.65	366.63	366.60	366.60	366.60
49-15	350.53	350.51	350.50	350.49	350.44	350.41	350.38	350.35	350.34	350.32	350.30	350.28
49-18	324.14	324.28	324.35	324.42	324.49	324.53	324.57	324.70	324.77	324.84	324.79	324.75
49-21	330.29	330.35	330.37	330.40	330.40	330.39	330.39	330.40	330.40	330.40	330.35	330.29

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
Identificação	7/ago/91	12/ago/91	20/ago/91	21/ago/91	2/set/91	16/set/91	17/set/91	30/set/91	14/out/91	15/out/91	17/out/91	29/out/91
49-22	338.80	339.03	339.15	339.27	339.17	339.12	339.07	339.21	339.28	339.36	339.34	339.33
NA-IPT-01	354.22	354.18	354.17	354.15	354.11	354.10	354.08	354.05	354.04	354.03	353.97	353.91
NA-IPT-02	345.25	345.18	345.15	345.11	345.05	345.01	344.98	344.88	344.82	344.77	344.72	344.66
NA-IPT-03	334.19	334.21	334.22	334.23	334.32	334.36	334.40	334.43	334.45	334.46	334.44	334.41
NA-IPT-04	350.43	350.38	350.36	350.34	350.34	350.35	350.35	350.31	350.30	350.28	350.24	350.19
NA-IPT-05	339.27	339.31	339.34	339.36	339.43	339.47	339.51	339.53	339.54	339.55	339.54	339.53
NA-IPT-06	333.94	333.98	334.00	334.01	334.11	334.16	334.21	334.25	334.27	334.28	334.29	334.30
NA-IPT-09	350.84	350.76	350.72	350.68	350.65	350.64	350.62	350.54	350.50	350.46	350.42	350.39
NA-IPT-10	344.13	344.13	344.12	344.12	344.10	344.09	344.08	344.08	344.07	344.07	344.05	344.02
NA-IPT-12	351.62	351.18	350.96	350.75	350.78	350.80	350.82	350.94	351.00	351.07	350.89	350.71
NA-IPT-13	349.92	349.38	349.12	348.85	348.79	348.76	348.73	348.68	348.65	348.63	348.59	348.55
NA-IPT-14	345.60	345.57	345.56	345.55	345.49	345.46	345.43	345.38	345.35	345.33	345.30	345.28
NA-IPT-15	335.38	335.36	335.35	335.35	335.34	335.33	335.33	335.35	335.36	335.38	335.36	335.34
NA-IPT-16	344.50	344.47	344.46	344.45	344.37	344.33	344.29	344.23	344.20	344.17	344.16	344.15
NA-IPT-17	333.27	333.27	333.26	333.26	333.20	333.16	333.13	333.09	333.07	333.05	333.03	333.02
NA-IPT-18	328.14	328.13	328.13	328.12	328.14	328.14	328.15	328.19	328.20	328.22	328.24	328.26
NA-IPT-19	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-20	325.03	325.15	325.21	325.28	325.44	325.52	325.60	325.70	325.75	325.81	325.86	325.92
NA-IPT-21	325.69	325.71	325.72	325.74	325.78	325.80	325.82	325.96	326.03	326.11	326.15	326.20
PZ-CD-36	346.64	346.64	346.64	346.64	346.51	346.45	346.39	346.35	346.33	346.31	346.27	346.24
NA-CD-36	333.24	333.29	333.32	333.34	333.27	333.24	333.20	333.21	333.22	333.22	333.22	333.22
NA-CD-16	324.73	324.70	324.68	324.66	324.81	324.88	324.95	325.01	325.04	325.07	325.08	325.10
NA-SU-32/3.80	330.75	330.75	330.75	330.75	330.78	330.79	330.80	330.81	330.81	330.81	330.83	330.84
NA-SU-32/4.15	346.21	346.17	346.15	346.13	346.08	346.05	346.02	346.01	346.01	346.00	345.96	345.93
NA-SU-32/6.98	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-SU-32/10.00	346.28	346.24	346.22	346.20	346.15	346.13	346.10	346.09	346.08	346.07	346.03	346.00
NA-SU-32/19.95	346.31	346.28	346.27	346.25	346.19	346.16	346.13	346.15	346.15	346.16	346.11	346.07
NA-SU-32/39.95	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-49-14	346.28	346.24	346.22	346.20	346.15	346.12	346.09	346.08	346.08	346.07	346.03	345.98
NA IPT 22	325.21	325.20	325.26	325.36	325.47	325.57	325.66	325.72	325.78	325.85	325.77	325.81
NA IPT 23	328.58	328.58	328.57	328.40	328.59	328.59	328.59	328.60	328.68	328.65	328.64	328.62
NA IPT 24	321.28	321.44	321.59	321.75	321.90	322.13	322.25	322.36	322.43	322.50	322.57	322.64
NA IPT 25	326.14	326.15	326.17	325.97	326.22	326.20	326.20	326.23	326.31	326.38	326.30	326.22
NA IPT 26	325.09	325.41	325.56	325.72	325.77	325.82	325.87	325.89	325.92	325.96	326.01	326.06
NA IPT 27	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29
NA IPT 28	327.09	327.12	327.14	327.15	327.16	327.19	327.21	327.22	327.24	327.27	327.29	327.31
NA IPT 29	324.49	324.57	324.63	324.73	324.85	324.82	324.98	325.11	325.15	325.19	325.24	325.23
NA IPT 30	337.08	337.06	337.03	337.02	337.01	336.94	336.91	336.87	336.85	336.84	336.82	336.80
NA IPT 31	326.94	326.93	326.94	326.93	326.91	326.91	326.90	326.89	327.02	326.96	326.83	326.89
NA IPT 32	326.81	326.80	326.81	326.80	326.79	326.80	326.80	326.79	326.94	326.88	326.77	326.82
NA IPT 33	326.78	326.78	326.80	326.81	326.82	326.88	326.88	326.88	326.95	326.96	326.92	326.96
NA IPT 34	326.85	326.89	326.90	326.95	327.00	327.06	327.09	327.12	327.15	327.18	327.20	327.21
NA IPT 35	327.41	327.46	327.46	327.53	327.60	327.66	327.71	327.76	327.76	327.82	327.82	327.87
NA IPT 36	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72	326.72

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
Identificação	11/nov/91	20/nov/91	25/nov/91	9/dez/91	10/dez/91	6/jan/92	10/jan/92	20/jan/92	3/fev/92	5/fev/92	17/fev/92	6/mar/92
TG-02	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-05	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-07	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-08	327.03	326.97	326.92	326.90	326.88	326.87	326.87	326.72	326.64	326.57	325.65	325.19
TG-10	326.04	325.83	325.87	325.88	325.90	325.88	325.86	325.80	325.77	325.74	326.16	326.37
TG-13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-16	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-17	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-20	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-22	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-23	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-25	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-02	340.32	340.46	340.34	340.28	340.23	340.40	340.58	340.61	340.62	340.64	340.65	340.66
PB-03	342.09	342.05	342.22	342.30	342.38	342.23	342.07	342.04	342.02	342.00	341.98	341.96
PB-12	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-16	338.88	338.84	338.85	338.86	338.86	338.77	338.67	338.65	338.64	338.63	338.61	338.60
PB-18	337.38	337.66	337.66	337.65	337.65	337.68	337.71	337.70	337.69	337.68	337.83	337.90
PB-20	332.39	332.38	332.36	332.35	332.34	332.33	332.32	332.33	332.33	332.34	332.32	332.31
PB-21	330.74	330.73	330.77	330.80	330.82	330.69	330.57	330.70	330.76	330.83	330.83	330.83
PB-23	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-24	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-29	326.04	325.97	325.93	325.91	325.89	325.97	326.05	325.95	325.89	325.84	325.96	326.02
PB-31	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-36	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-38	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-41	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-43	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-46	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-48	324.51	324.51	324.54	324.56	324.58	324.63	324.68	324.66	324.65	324.65	324.83	324.92
PB-49	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-50	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-51	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-52	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-53	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-54	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-55	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-56	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-59	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-61	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-62	328.51	328.48	328.39	328.35	328.30	328.25	328.20	328.14	328.10	328.07	328.10	328.12
PB-64	326.70	326.51	326.53	326.54	326.55	326.54	326.53	326.47	326.44	326.42	326.68	326.81
PB-66	328.18	328.08	328.06	328.05	328.04	328.11	328.18	328.09	328.05	328.00	328.15	328.23
PB-67	327.22	327.10	327.09	327.08	327.07	327.06	327.05	327.04	327.03	327.02	327.00	326.99
PB-68	344.17	344.16	344.14	344.13	344.12	344.09	344.05	343.99	343.96	343.93	343.95	343.96
PB-71	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-02	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-03	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA												
Identificação	11/nov/91	20/nov/91	25/nov/91	9/dez/91	10/dez/91	6/jan/92	10/jan/92	20/jan/92	3/fev/92	5/fev/92	17/fev/92	6/mar/92	
CD-05	327.26	327.24	327.24	327.24	327.25	327.31	327.38	327.37	327.36	327.36	327.44	327.48	
CD-09	330.35	330.34	330.39	330.41	330.43	330.41	330.38	330.36	330.34	330.33	330.38	330.41	
CD-10	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	
CD-11	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	
CD-13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	
CD-14	326.37	326.42	326.46	326.48	326.50	326.58	326.65	326.68	326.70	326.71	326.79	326.82	
CD-16	330.57	330.59	330.57	330.56	330.54	330.58	330.62	330.60	330.59	330.58	330.61	330.63	
CD-17	322.90	322.99	323.11	323.17	323.23	323.38	323.54	323.67	323.73	323.80	323.92	323.98	
CD-18	324.50	324.57	324.60	324.61	324.62	324.73	324.83	324.87	324.88	324.90	325.00	325.05	
CD-19	333.18	333.19	333.19	333.19	333.19	333.19	333.20	333.18	333.17	333.17	333.14	333.12	
CD-29	338.69	338.69	338.64	338.61	338.58	338.56	338.53	338.59	338.61	338.64	338.48	338.39	
CD-33	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	
CD-34	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	
CD-36	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	
CD-40	331.37	331.38	331.36	331.35	331.34	331.45	331.55	331.50	331.47	331.44	331.48	331.50	
CD-42	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	
CD-56	339.86	339.83	339.81	339.80	339.79	339.76	339.73	339.69	339.66	339.64	339.64	339.63	
CD-60	334.78	334.76	334.77	334.78	334.78	334.86	334.93	334.87	334.83	334.80	334.79	334.78	
CD-62	338.82	338.78	338.75	338.73	338.72	338.76	338.80	338.73	338.69	338.66	338.58	338.54	
CD-63	338.07	338.08	338.04	338.03	338.01	338.00	338.00	337.94	337.91	337.88	338.22	338.39	
CD-64	332.25	332.23	332.23	332.23	332.23	332.25	332.27	332.22	332.20	332.18	332.25	332.28	
CD-65	332.23	332.25	332.24	332.24	332.24	332.25	332.27	332.27	332.27	332.27	332.29	332.30	
CD-66	338.99	338.96	338.93	338.91	338.89	338.87	338.84	338.76	338.72	338.68	338.62	338.59	
SU-02	337.52	337.51	337.48	337.47	337.45	337.53	337.60	337.52	337.48	337.44	337.60	337.68	
SU-21	333.28	333.21	333.11	333.06	333.01	333.23	333.46	333.48	333.49	333.51	333.50	333.49	
SU-23	336.28	336.35	336.22	336.16	336.09	336.20	336.30	336.08	335.97	335.85	336.11	336.24	
SU-24	339.92	339.78	340.04	340.17	340.31	340.37	340.44	340.36	340.32	340.29	340.27	340.26	
SU-28	342.61	342.58	342.35	342.24	342.13	342.31	342.50	342.10	341.90	341.70	342.01	342.16	
SU-32	345.77	345.72	345.79	345.82	345.85	345.84	345.82	345.77	345.75	345.72	- x -	- x -	
SU-33	348.34	348.26	348.31	348.33	348.36	348.41	348.46	348.36	348.31	348.27	348.24	348.23	
SU-36	344.80	344.87	344.62	344.50	344.38	344.53	344.69	344.80	344.85	344.91	345.22	345.37	
SU-41	338.38	338.35	338.41	338.43	338.46	338.45	338.43	338.39	338.36	338.34	338.37	338.39	
SU-42	363.80	363.78	363.83	363.86	363.88	363.81	363.73	363.73	363.73	363.73	363.68	363.66	
SU-43	345.74	345.67	346.16	346.41	346.65	346.63	346.60	346.09	345.84	345.58	345.58	345.58	
SU-48	342.51	342.55	342.61	342.64	342.67	342.55	342.44	342.48	342.50	342.52	342.42	342.37	
SU-49	344.60	344.59	344.23	344.05	343.87	344.02	344.16	344.26	344.31	344.36	344.25	344.19	
SU-50	345.23	345.09	345.12	345.14	345.16	344.91	344.67	345.01	345.18	345.36	345.20	345.12	
SU-80	338.88	338.72	338.85	338.92	338.98	339.26	339.53	339.53	339.53	339.52	339.65	339.71	
SU-83	340.89	340.86	340.86	340.86	340.86	340.88	340.90	340.80	340.76	340.71	340.71	340.72	
SU-90	345.81	345.79	345.84	345.86	345.89	345.93	345.98	345.95	345.93	345.92	345.97	346.00	
SU-91	346.88	346.86	346.79	346.76	346.73	346.65	346.58	346.58	346.58	346.59	346.53	346.50	
SU-92	347.97	348.01	348.03	348.05	348.06	348.06	348.06	348.00	347.97	347.94	347.81	347.74	
SU-95	341.66	340.43	342.83	344.03	345.23	345.23	345.23	345.15	345.11	345.08	345.04	345.02	
SU-97	334.18	334.17	334.04	333.97	333.91	333.95	334.00	333.93	333.90	333.87	333.82	333.80	
49-14	366.60	366.60	366.56	366.54	366.51	366.50	366.48	366.59	366.64	366.69	366.50	366.41	
49-15	350.25	350.23	350.21	350.20	350.19	350.23	350.26	350.21	350.19	350.16	350.13	350.11	
49-18	324.70	324.66	324.72	324.75	324.79	324.76	324.74	324.80	324.83	324.86	325.06	325.16	
49-21	330.24	330.18	330.28	330.32	330.37	330.46	330.55	330.49	330.46	330.43	330.51	330.55	

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
Identificação	11/nov/91	20/nov/91	25/nov/91	9/dez/91	10/dez/91	6/jan/92	10/jan/92	20/jan/92	3/fev/92	5/fev/92	17/fev/92	6/mar/92
49-22	339.32	339.31	339.35	339.37	339.40	339.36	339.32	339.21	339.16	339.11	339.21	339.26
NA-IPT-01	353.86	353.80	353.76	353.75	353.73	353.50	353.27	353.41	353.49	353.56	353.50	353.48
NA-IPT-02	344.61	344.55	344.55	344.55	344.55	344.54	344.52	344.49	344.48	344.46	344.38	344.33
NA-IPT-03	334.38	334.35	334.36	334.37	334.37	334.38	334.39	334.38	334.38	334.37	334.49	334.55
NA-IPT-04	350.15	350.11	350.13	350.15	350.16	350.13	350.11	350.07	350.06	350.04	349.95	349.91
NA-IPT-05	339.52	339.51	339.55	339.57	339.59	339.59	339.59	339.57	339.57	339.56	339.55	339.54
NA-IPT-06	334.31	334.31	334.36	334.39	334.41	334.44	334.47	334.47	334.47	334.47	334.49	334.50
NA-IPT-09	350.35	350.31	350.27	350.25	350.23	350.16	350.08	350.06	350.04	350.03	349.99	349.96
NA-IPT-10	344.00	343.97	343.95	343.93	343.92	343.94	343.96	344.00	344.01	344.03	343.91	343.85
NA-IPT-12	350.53	350.35	350.33	350.32	350.31	350.26	350.22	350.20	350.19	350.19	350.12	350.09
NA-IPT-13	348.52	348.48	348.43	348.41	348.39	348.35	348.31	348.27	348.26	348.24	348.17	348.13
NA-IPT-14	345.25	345.23	345.24	345.24	345.25	345.21	345.17	345.14	345.12	345.11	345.07	345.05
NA-IPT-15	335.32	335.30	335.31	335.32	335.33	335.37	335.42	335.42	335.42	335.42	335.39	335.37
NA-IPT-16	344.14	344.13	344.04	343.99	343.95	343.96	343.97	343.93	343.91	343.90	343.87	343.85
NA-IPT-17	333.00	332.98	332.95	332.93	332.91	332.92	332.93	332.85	332.81	332.77	332.79	332.79
NA-IPT-18	328.27	328.29	328.31	328.32	328.33	328.36	328.38	328.42	328.44	328.46	328.51	328.53
NA-IPT-19	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-20	325.98	326.04	326.09	326.11	326.14	326.19	326.25	326.32	326.36	326.40	326.42	326.43
NA-IPT-21	326.25	326.30	326.33	326.34	326.36	326.41	326.46	326.55	326.60	326.65	326.68	326.69
PZ-CD-36	346.20	346.17	346.16	346.16	346.16	346.14	346.12	346.09	346.07	346.06	346.05	346.04
NA-CD-36	333.22	333.22	333.16	333.13	333.10	333.15	333.20	333.20	333.20	333.19	333.23	333.25
NA-CD-16	325.11	325.12	324.10	323.58	323.07	324.11	325.15	325.16	325.16	325.16	325.23	325.27
NA-SU-32/3.80	330.86	330.87	330.86	330.86	330.85	330.87	330.89	330.86	330.85	330.83	330.89	330.92
NA-SU-32/4.15	345.89	345.85	345.86	345.87	345.87	345.92	345.97	345.93	345.91	345.89	345.86	345.84
NA-SU-32/6.98	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-SU-32/10.00	345.96	345.92	345.93	345.93	345.93	345.99	346.04	346.00	345.97	345.95	345.90	345.88
NA-SU-32/19.95	346.02	345.97	345.96	345.96	345.95	346.01	346.06	346.09	346.10	346.11	346.01	345.95
NA-SU-32/39.95	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-49-14	345.94	345.89	346.19	346.34	346.49	346.40	346.30	346.10	346.00	345.90	345.86	345.83
NA IPT 22	325.82	325.86	325.88	325.89	325.91	325.95	325.97	325.92	325.95	326.02	325.96	326.08
NA IPT 23	328.53	328.45	328.45	328.51	328.53	328.63	328.63	328.56	328.54	328.55	328.51	328.57
NA IPT 24	322.84	323.04	323.04	323.14	323.24	323.43	323.43	323.52	323.64	323.76	323.74	323.92
NA IPT 25	326.06	325.99	325.99	325.98	325.98	325.97	325.97	325.90	325.89	325.89	325.94	326.10
NA IPT 26	326.09	326.11	326.14	326.15	326.16	326.22	326.28	326.36	326.40	326.44	326.51	326.54
NA IPT 27	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29
NA IPT 28	327.10	326.89	327.35	327.13	326.91	327.42	326.96	327.39	327.26	327.13	327.47	327.33
NA IPT 29	325.29	324.88	325.38	325.40	324.90	325.50	325.00	325.50	325.55	325.09	325.55	325.68
NA IPT 30	336.52	336.24	336.72	336.52	336.32	336.60	336.12	336.57	336.35	336.13	336.54	336.32
NA IPT 31	326.71	326.07	326.59	326.59	326.06	326.74	326.22	326.70	326.61	326.09	326.69	326.80
NA IPT 32	326.65	326.06	326.54	326.57	326.11	326.78	326.30	326.66	326.65	326.22	326.69	326.78
NA IPT 33	326.88	326.32	326.80	326.81	326.31	326.96	326.48	326.91	326.90	326.45	326.95	327.00
NA IPT 34	327.21	326.74	327.23	327.22	326.74	327.31	326.82	327.29	327.35	326.88	327.36	327.42
NA IPT 35	327.82	327.49	327.94	327.93	327.52	328.03	327.58	328.02	328.08	327.68	328.09	328.18
NA IPT 36	326.73	326.74	326.72	326.73	326.74	326.72	326.82	326.72	326.80	326.88	326.72	326.85

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
Identificação	10/mar/92	16/mar/92	30/mar/92	10/abr/92	13/abr/92	28/abr/92	27/mai/92	25/jun/92	6/jul/92	3/ago/92	25/ago/92	21/set/92
TG-02	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-05	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-07	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-08	324.73	326.02	326.67	327.32	327.47	327.62	327.77	327.92	327.82	327.77	327.72	326.92
TG-10	326.58	327.07	327.31	327.55	327.50	327.46	327.41	327.36	327.21	327.14	327.06	327.29
TG-13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-16	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-17	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-20	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-22	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-23	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-25	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-02	340.67	340.33	340.16	340.00	340.17	340.34	340.51	340.69	340.73	340.75	340.77	340.54
PB-03	341.95	341.94	341.93	341.92	341.95	341.97	342.00	342.02	342.07	342.09	342.11	341.85
PB-12	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-16	338.59	338.54	338.51	338.48	338.46	338.44	338.42	338.40	338.34	338.31	338.27	338.22
PB-18	337.97	337.99	338.00	338.01	337.99	337.98	337.96	337.94	337.97	337.99	338.00	337.97
PB-20	332.31	332.20	332.14	332.09	332.17	332.26	332.34	332.43	332.45	332.46	332.47	332.42
PB-21	330.83	330.88	330.91	330.94	330.94	330.95	330.95	330.96	330.90	330.87	330.84	330.95
PB-23	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-24	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-29	326.08	326.33	326.46	326.58	326.79	326.99	327.20	327.40	327.03	326.85	326.66	326.95
PB-31	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-36	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-38	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-41	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-43	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-46	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-48	325.02	325.33	325.49	325.65	325.94	326.23	326.52	326.81	326.73	326.69	326.65	326.77
PB-49	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-50	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-51	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-52	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-53	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-54	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-55	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-56	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-59	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-61	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-62	328.13	328.18	328.20	328.22	328.39	328.55	328.72	328.88	328.84	328.82	328.80	328.80
PB-64	326.94	327.31	327.49	327.68	327.76	327.84	327.92	328.01	327.68	327.52	327.36	327.54
PB-66	328.30	328.45	328.53	328.60	328.69	328.78	328.87	328.95	328.73	328.62	328.50	328.56
PB-67	326.97	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-68	343.96	343.85	343.80	343.74	343.73	343.72	343.71	343.70	343.57	343.51	343.44	343.43
PB-71	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-02	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-03	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
Identificação	10/mar/92	16/mar/92	30/mar/92	10/abr/92	13/abr/92	28/abr/92	27/mai/92	25/jun/92	6/jul/92	3/ago/92	25/ago/92	21/set/92
CD-05	327.52	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-09	330.43	330.41	330.39	330.38	330.41	330.44	330.47	330.50	330.51	330.51	330.51	330.53
CD-10	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-11	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-14	326.86	326.91	326.93	326.95	327.07	327.18	327.30	327.41	327.49	327.53	327.57	327.65
CD-16	330.64	330.79	330.87	330.94	330.83	330.72	330.61	330.50	330.55	330.58	330.60	330.70
CD-17	324.04	324.18	324.26	324.33	324.56	324.79	325.03	325.26	325.20	325.18	325.15	325.62
CD-18	325.10	325.20	325.25	325.30	325.49	325.68	325.87	326.06	326.10	326.11	326.13	326.33
CD-19	333.11	333.00	332.95	332.90	332.95	333.01	333.06	333.12	332.99	332.93	332.87	332.90
CD-29	338.31	338.41	338.46	338.51	338.50	338.48	338.47	338.45	338.84	339.03	339.22	338.66
CD-33	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-34	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-36	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-40	331.52	331.53	331.54	331.54	331.55	331.56	331.57	331.58	331.56	331.55	331.54	331.60
CD-42	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-56	339.63	339.54	339.50	339.45	339.47	339.50	339.52	339.54	339.49	339.46	339.43	339.37
CD-60	334.77	334.77	334.77	334.77	334.76	334.75	334.73	334.72	334.58	334.50	334.43	334.27
CD-62	338.50	338.50	338.50	338.50	338.44	338.39	338.33	338.28	338.16	338.10	338.04	338.03
CD-63	338.56	338.16	337.96	337.76	337.70	337.64	337.59	337.53	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-64	332.32	332.25	332.21	332.18	332.20	332.23	332.25	332.28	332.23	332.20	332.18	332.24
CD-65	332.31	332.28	332.27	332.26	332.21	332.16	332.11	332.06	332.11	332.14	332.17	332.20
CD-66	338.56	338.58	338.58	338.59	338.52	338.46	338.39	338.32	338.34	338.35	338.36	338.23
SU-02	337.76	337.56	337.46	337.36	337.33	337.30	337.27	337.24	337.20	337.17	337.15	337.25
SU-21	333.49	333.22	333.09	332.96	332.99	333.03	333.07	333.11	333.13	333.14	333.16	333.38
SU-23	336.36	336.34	336.33	336.31	336.32	336.33	336.34	336.35	336.39	336.41	336.43	336.14
SU-24	340.25	340.14	340.09	340.04	340.10	340.17	340.24	340.31	340.21	340.16	340.11	340.18
SU-28	342.32	342.36	342.38	342.40	342.41	342.42	342.43	342.45	342.39	342.36	342.33	342.34
SU-32	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-33	348.22	348.23	348.23	348.24	348.06	347.88	347.70	347.52	347.80	347.94	348.09	347.86
SU-36	345.53	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-41	338.40	338.32	338.27	338.23	338.26	338.30	338.33	338.36	338.36	338.36	338.36	338.48
SU-42	363.63	363.55	363.51	363.47	363.43	363.39	363.35	363.31	363.31	363.31	363.31	363.11
SU-43	345.58	345.59	345.59	345.60	345.60	345.61	345.62	345.62	345.62	345.62	345.62	345.58
SU-48	342.33	342.34	342.34	342.35	342.37	342.40	342.42	342.45	342.45	342.45	342.45	342.28
SU-49	344.13	344.01	343.95	343.89	343.91	343.94	343.96	343.98	343.98	343.98	343.98	342.75
SU-50	345.04	344.98	344.95	344.93	344.87	344.81	344.75	344.70	344.70	344.70	344.70	344.75
SU-80	339.77	339.60	339.51	339.42	339.46	339.50	339.54	339.58	339.58	339.58	339.58	339.20
SU-83	340.72	340.65	340.61	340.58	340.60	340.62	340.65	340.67	340.67	340.67	340.67	340.49
SU-90	346.03	345.87	345.79	345.71	345.65	345.59	345.53	345.47	345.47	345.47	345.47	345.15
SU-91	346.48	346.39	346.35	346.31	346.28	346.25	346.22	346.20	346.20	346.20	346.20	345.97
SU-92	347.68	347.67	347.66	347.66	347.56	347.46	347.36	347.26	347.26	347.26	347.26	346.18
SU-95	345.00	344.94	344.91	344.88	344.86	344.84	344.82	344.81	344.81	344.81	344.81	344.66
SU-97	333.78	333.71	333.65	333.58	333.55	333.52	333.45	333.39	333.32	333.29	333.26	333.26
49-14	366.31	366.29	366.28	366.27	365.54	364.80	364.06	363.32	363.32	363.32	363.32	364.64
49-15	350.09	350.35	350.47	350.60	350.46	350.32	350.18	350.04	350.04	350.04	350.04	349.85
49-18	325.26	325.48	325.59	325.71	325.87	326.04	326.20	326.37	326.37	326.37	326.37	326.47
49-21	330.59	330.57	330.56	330.55	330.59	330.63	330.67	330.71	330.71	330.71	330.71	330.71

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
Identificação	10/mar/92	16/mar/92	30/mar/92	10/abr/92	13/abr/92	28/abr/92	27/mai/92	25/jun/92	6/jul/92	3/ago/92	25/ago/92	21/set/92
49-22	339.31	339.28	339.26	339.25	339.17	339.10	339.02	338.95	338.95	338.95	338.95	338.90
NA-IPT-01	353.45	353.45	353.46	353.46	353.48	353.50	353.53	353.55	353.55	353.55	353.55	353.34
NA-IPT-02	344.29	344.28	344.27	344.26	344.25	344.24	344.23	344.22	344.22	344.22	344.22	344.07
NA-IPT-03	334.61	334.59	334.58	334.56	334.60	334.64	334.68	334.72	334.72	334.72	334.72	334.76
NA-IPT-04	349.87	349.81	349.79	349.76	349.72	349.68	349.65	349.61	349.61	349.61	349.61	349.49
NA-IPT-05	339.53	339.52	339.51	339.51	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-06	334.50	334.49	334.48	334.47	334.52	334.56	334.61	334.65	334.65	334.65	334.65	334.73
NA-IPT-09	349.94	349.86	349.82	349.78	349.76	349.73	349.71	349.68	349.68	349.68	349.68	349.49
NA-IPT-10	343.79	343.79	343.79	343.79	343.78	343.77	343.75	343.74	343.74	343.74	343.74	343.66
NA-IPT-12	350.06	349.97	349.92	349.88	349.85	349.82	349.79	349.77	349.77	349.77	349.77	349.60
NA-IPT-13	348.10	348.02	347.99	347.95	347.90	347.84	347.79	347.74	347.74	347.74	347.74	347.59
NA-IPT-14	345.03	344.97	344.94	344.91	344.89	344.87	344.85	344.83	344.83	344.83	344.83	344.70
NA-IPT-15	335.36	335.38	335.39	335.40	335.38	335.37	335.35	335.34	335.34	335.34	335.34	335.39
NA-IPT-16	343.84	343.79	343.77	343.75	343.73	343.72	343.70	343.69	343.69	343.69	343.69	343.52
NA-IPT-17	332.80	332.74	332.70	332.67	332.74	332.80	332.87	332.93	332.93	332.93	332.93	332.75
NA-IPT-18	328.55	328.57	328.58	328.59	328.63	328.67	328.70	328.74	328.74	328.74	328.74	328.84
NA-IPT-19	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-20	326.45	326.45	326.45	326.45	326.62	326.79	326.96	327.14	327.14	327.14	327.14	327.26
NA-IPT-21	326.71	326.83	326.89	326.95	327.08	327.21	327.34	327.48	327.48	327.48	327.48	327.58
PZ-CD-36	346.04	345.97	345.94	345.91	345.85	345.80	345.75	345.70	345.70	345.70	345.70	345.53
NA-CD-36	333.26	333.23	333.22	333.20	333.21	333.22	333.23	333.24	333.24	333.24	333.24	333.16
NA-CD-16	325.30	325.42	325.47	325.53	325.79	326.04	326.30	326.55	326.55	326.55	326.55	326.65
NA-SU-32/3.80	330.95	330.92	330.90	330.88	330.90	330.92	330.94	330.95	330.95	330.95	330.95	330.99
NA-SU-32/4.15	345.82	345.87	345.90	345.92	345.96	346.00	346.04	346.06	346.08	346.11	346.13	346.15
NA-SU-32/6.98	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	345.99	345.99	345.99	345.99	- x -
NA-SU-32/10.00	345.85	346.10	346.22	346.34	346.27	346.20	346.13	346.06	346.06	346.06	346.06	346.06
NA-SU-32/19.95	345.90	346.08	346.16	346.25	346.20	346.15	346.10	346.08	346.05	346.00	345.95	345.90
NA-SU-32/39.95	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-49-14	345.81	345.96	346.03	346.10	346.09	346.08	346.07	346.06	346.06	346.06	346.06	345.92
NA IPT 22	326.08	326.14	326.22	326.36	326.40	326.53	326.88	327.10	327.11	327.20	327.10	327.17
NA IPT 23	328.72	328.64	328.70	328.76	328.81	328.94	329.12	329.13	329.10	329.08	328.98	329.08
NA IPT 24	324.09	324.04	324.28	324.52	324.75	324.87	324.99	325.22	325.37	325.62	325.72	325.84
NA IPT 25	326.25	326.27	326.50	326.81	326.80	327.02	327.35	327.39	327.36	326.96	327.16	327.21
NA IPT 26	326.57	326.62	326.64	326.66	326.83	327.00	327.16	327.33	327.41	327.44	327.48	327.55
NA IPT 27	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29
NA IPT 28	327.19	327.55	327.39	327.23	327.57	327.73	327.90	327.41	328.00	328.09	327.41	328.13
NA IPT 29	325.30	325.75	325.80	325.41	325.98	326.10	326.53	326.18	326.76	326.87	326.18	326.87
NA IPT 30	336.10	336.33	336.18	336.03	336.36	336.53	336.69	336.16	336.59	336.58	336.16	336.19
NA IPT 31	326.41	326.96	327.13	326.81	327.43	327.65	327.92	327.40	327.87	327.80	327.40	327.37
NA IPT 32	326.41	326.93	327.08	326.81	327.37	327.62	327.89	327.38	327.82	327.75	327.38	327.83
NA IPT 33	326.58	327.07	327.15	326.81	327.35	327.54	327.84	327.46	327.95	327.95	327.46	327.94
NA IPT 34	326.97	327.46	327.48	327.05	327.61	327.67	327.96	327.61	328.16	328.23	327.61	328.20
NA IPT 35	327.77	328.21	328.20	327.78	328.32	328.34	328.53	328.17	328.70	328.81	328.17	328.82
NA IPT 36	326.97	326.72	326.89	327.05	326.89	326.80	326.72	327.61	326.72	326.72	327.61	326.72

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
Identificação	10/out/92	26/out/92	18/nov/92	26/nov/92	15/dez/92	4/jan/93	13/jan/93	1/fev/93	1/fev/93	2/mar/93	10/mar/93	29/mar/93
TG-02	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-05	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-07	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-08	326.13	326.94	327.76	327.51	327.27	327.08	326.90	327.06	327.22	327.38	327.54	327.99
TG-10	327.51	327.08	326.65	326.42	326.19	326.13	326.06	326.17	326.29	326.40	326.51	327.24
TG-13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-16	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-17	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-20	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-22	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-23	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-25	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-02	340.31	340.42	340.54	340.45	340.36	340.31	340.26	340.33	340.41	340.49	340.57	340.88
PB-03	341.59	341.62	341.64	341.58	341.52	341.50	341.47	341.51	341.55	341.58	341.62	342.05
PB-12	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-16	338.16	338.18	338.19	338.20	338.21	338.15	338.09	338.20	338.31	338.42	338.53	338.95
PB-18	337.94	338.00	338.05	337.98	337.90	337.83	337.75	337.80	337.84	337.89	337.93	338.41
PB-20	332.37	332.37	332.38	332.40	332.43	332.41	332.39	332.41	332.44	332.47	332.50	333.12
PB-21	331.07	331.04	331.02	331.05	331.08	331.16	331.25	331.28	331.31	331.35	331.38	331.84
PB-23	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-24	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-29	327.23	327.28	327.33	327.37	327.41	327.06	326.70	326.87	327.04	327.20	327.37	327.71
PB-31	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-36	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-38	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-41	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-43	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-46	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-48	326.89	326.92	326.96	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-49	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-50	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-51	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-52	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-53	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-54	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-55	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-56	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-59	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-61	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-62	328.79	328.62	328.45	328.47	328.48	328.52	328.56	328.73	328.91	329.08	329.25	329.84
PB-64	327.73	327.48	327.24	326.98	326.73	326.72	326.72	326.86	327.01	327.15	327.30	327.93
PB-66	328.61	328.71	328.80	328.56	328.31	328.23	328.15	328.40	328.64	328.88	329.12	329.54
PB-67	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-68	343.42	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-71	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-02	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-03	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
	10/out/92	26/out/92	18/nov/92	26/nov/92	15/dez/92	4/jan/93	13/jan/93	1/fev/93	1/fev/93	2/mar/93	10/mar/93	29/mar/93
CD-05	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-09	330.54	330.54	330.54	330.60	330.66	330.67	330.68	330.79	330.89	331.00	331.10	331.38
CD-10	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-11	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-14	327.73	327.85	327.97	328.02	328.07	327.98	327.89	328.03	328.16	328.30	328.43	328.57
CD-16	330.79	330.88	330.96	330.99	331.02	330.97	330.92	331.00	331.07	331.15	331.22	331.39
CD-17	326.10	326.32	326.54	326.51	326.49	326.48	326.47	326.54	326.62	326.69	326.77	327.02
CD-18	326.52	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-19	332.94	332.94	332.94	333.00	333.06	333.07	333.08	333.21	333.35	333.48	333.62	333.80
CD-29	338.09	338.20	338.30	338.27	338.23	338.29	338.34	338.58	338.82	339.05	339.29	339.64
CD-33	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-34	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-36	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-40	331.67	331.73	331.79	331.74	331.68	331.70	331.71	331.82	331.93	332.03	332.14	- x -
CD-42	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-56	339.30	339.34	339.37	339.37	339.37	339.36	339.34	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-60	334.11	334.54	334.96	334.94	334.91	334.76	334.61	334.91	335.20	335.50	335.79	336.11
CD-62	338.02	337.98	337.95	338.03	338.11	337.98	337.86	337.93	338.00	338.07	338.14	338.27
CD-63	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-64	332.30	332.31	332.32	332.33	332.35	332.37	332.39	332.41	332.44	332.46	332.49	332.61
CD-65	332.23	332.31	332.39	332.39	332.40	332.34	332.28	332.37	332.46	332.55	332.65	332.79
CD-66	338.09	338.16	338.22	338.24	338.25	338.22	338.19	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-02	337.34	337.43	337.51	337.45	337.39	337.41	337.42	337.61	337.79	337.98	338.16	338.77
SU-21	333.61	333.69	333.77	333.84	333.91	333.66	333.42	333.61	333.81	334.01	334.21	334.36
SU-23	335.84	335.99	336.13	336.16	336.19	336.28	336.37	336.50	336.63	336.76	336.89	337.06
SU-24	340.26	340.37	340.48	340.24	340.01	340.33	340.65	340.70	340.75	340.80	340.85	340.91
SU-28	342.35	342.52	342.70	342.53	342.36	342.30	342.24	342.45	342.66	342.87	343.08	343.22
SU-32	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-33	347.64	348.06	348.48	348.40	348.32	348.35	348.38	348.77	349.17	349.56	349.96	350.04
SU-36	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-41	338.59	338.56	338.52	338.54	338.56	338.50	338.43	338.25	338.07	337.88	337.70	337.91
SU-42	362.91	362.88	362.84	362.79	362.74	362.74	362.73	362.68	362.63	362.58	362.53	362.86
SU-43	345.54	345.66	345.78	345.63	345.48	345.46	345.44	345.33	345.22	345.11	344.99	345.44
SU-48	342.12	342.09	342.07	342.02	341.97	342.01	342.05	342.30	342.56	342.81	343.07	343.85
SU-49	341.51	342.57	343.63	343.43	343.23	342.88	342.53	342.85	343.16	343.48	343.79	344.51
SU-50	344.80	344.67	344.54	344.32	344.11	344.00	343.89	344.26	344.64	345.01	345.39	345.81
SU-80	338.81	338.80	338.78	338.50	338.21	338.67	339.12	339.33	339.53	339.74	339.94	340.66
SU-83	340.31	340.32	340.33	340.27	340.22	340.18	340.14	340.22	340.29	340.37	340.45	340.74
SU-90	344.83	345.03	345.23	345.18	345.13	345.18	345.23	345.38	345.53	345.68	345.83	345.90
SU-91	345.75	345.82	345.90	345.82	345.75	345.89	346.04	346.14	346.24	346.34	346.45	346.99
SU-92	345.10	345.08	345.06	345.82	346.59	346.89	347.19	347.36	347.52	347.69	347.86	347.82
SU-95	344.51	344.55	344.57	344.60	344.64	344.69	344.74	344.76	344.78	344.83	344.88	345.43
SU-97	333.27	333.27	333.27	333.21	333.16	333.05	332.94	333.06	333.18	333.30	333.43	333.77
49-14	365.95	366.05	366.15	366.14	366.12	366.13	366.13	366.50	366.86	367.23	367.59	367.39
49-15	349.65	349.92	350.19	350.13	350.06	349.93	349.79	350.13	350.48	350.82	351.16	351.34
49-18	326.57	326.54	326.51	326.25	326.00	326.11	326.23	326.34	326.45	326.56	326.67	327.13
49-21	330.71	330.78	330.85	330.78	330.70	330.75	330.79	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA											
Identificação	10/out/92	26/out/92	18/nov/92	26/nov/92	15/dez/92	4/jan/93	13/jan/93	1/fev/93	1/fev/93	2/mar/93	10/mar/93	29/mar/93
49-22	338.86	338.73	338.61	338.88	339.16	339.13	339.11	339.13	339.16	339.18	339.21	339.31
NA-IPT-01	353.13	353.13	353.14	353.09	353.04	353.06	353.09	353.36	353.64	353.91	354.19	354.54
NA-IPT-02	343.91	343.97	344.02	344.03	344.03	343.99	343.95	344.17	344.39	344.60	344.82	345.29
NA-IPT-03	334.80	334.75	334.70	334.69	334.67	334.61	334.54	334.58	334.62	334.66	334.70	335.02
NA-IPT-04	349.37	349.74	350.11	349.69	349.27	349.25	349.23	349.21	349.19	349.17	349.15	- x -
NA-IPT-05	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-06	334.80	334.82	334.83	334.82	334.80	334.74	334.67	334.65	334.63	334.61	334.59	334.71
NA-IPT-09	349.30	349.45	349.59	349.58	349.57	349.58	349.59	349.79	349.89	349.99	350.19	350.39
NA-IPT-10	343.58	343.86	344.13	343.96	343.79	343.75	343.71	344.09	344.46	344.84	345.21	345.60
NA-IPT-12	349.44	349.50	349.57	349.48	349.51	349.53	349.55	349.58	349.58	349.60	349.63	- x -
NA-IPT-13	347.45	347.35	347.26	347.22	347.19	347.16	347.13	347.25	347.38	347.50	347.63	348.18
NA-IPT-14	344.58	344.55	344.52	344.51	344.50	344.55	344.60	344.85	345.10	345.35	345.60	346.10
NA-IPT-15	335.45	335.49	335.53	335.44	335.35	335.39	335.43	335.49	335.56	335.63	335.70	335.75
NA-IPT-16	343.35	343.40	343.45	343.45	343.46	343.48	343.50	343.73	343.97	344.21	344.45	344.86
NA-IPT-17	332.56	332.91	333.25	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-18	328.93	328.97	329.00	329.13	329.25	329.27	329.29	329.32	329.35	329.38	329.41	329.66
NA-IPT-19	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-20	327.39	327.55	327.72	327.68	327.64	327.57	327.51	327.66	327.82	327.97	328.13	328.37
NA-IPT-21	327.64	327.69	327.80	327.85	327.91	327.88	327.86	327.90	327.95	327.99	328.04	328.34
PZ-CD-36	345.36	345.38	345.40	345.34	345.29	345.30	345.32	345.47	345.62	345.77	345.93	346.47
NA-CD-36	333.08	333.17	333.26	333.25	333.23	333.21	333.19	333.26	333.33	333.40	333.46	333.68
NA-CD-16	326.74	326.82	326.90	326.81	326.72	326.65	326.58	326.68	326.78	326.87	326.97	327.22
NA-SU-32/3.80	331.02	331.11	331.19	331.22	331.25	331.21	331.16	331.23	331.30	331.37	331.44	331.63
NA-SU-32/4.15	346.19	346.21	346.23	346.14	346.04	346.03	346.02	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-SU-32/6.98	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-SU-32/10.00	346.06	346.06	346.06	345.98	345.90	345.88	345.86	346.13	346.39	346.66	346.92	347.02
NA-SU-32/19.95	345.85	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-SU-32/39.95	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-49-14	345.78	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 22	327.17	327.36	325.46	327.30	327.24	327.99	327.17	327.87	327.28	327.34	327.39	327.47
NA IPT 23	329.11	329.15	329.03	329.00	328.88	328.76	328.78	328.99	329.05	329.10	329.08	329.20
NA IPT 24	325.99	326.14	326.38	326.29	326.39	326.40	326.42	326.53	326.58	326.63	326.71	326.97
NA IPT 25	327.36	327.45	327.31	327.07	326.86	326.60	326.83	326.80	326.87	326.94	326.94	327.02
NA IPT 26	327.62	327.76	327.90	327.89	327.87	327.87	327.86	327.95	328.04	328.12	328.21	328.40
NA IPT 27	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29
NA IPT 28	327.20	328.23	327.97	328.31	328.05	328.48	328.16	328.44	328.58	328.72	328.35	328.84
NA IPT 29	326.47	327.10	326.72	327.09	326.54	326.99	326.46	327.26	327.29	327.32	326.86	327.47
NA IPT 30	335.76	336.40	336.04	336.38	336.09	336.41	335.99	336.49	336.74	336.99	336.76	337.35
NA IPT 31	326.47	328.02	327.37	327.63	326.95	327.22	327.01	327.58	327.68	327.78	327.23	328.22
NA IPT 32	326.45	328.01	327.47	327.69	327.05	327.29	327.27	328.20	328.00	327.79	327.31	327.47
NA IPT 33	327.56	328.16	327.72	328.04	327.45	327.76	327.55	328.11	328.19	328.26	327.78	328.30
NA IPT 34	327.77	328.36	328.01	328.43	327.93	328.33	327.91	328.56	328.62	328.68	328.35	328.87
NA IPT 35	328.39	328.99	328.62	328.98	328.59	329.04	328.68	329.23	329.30	329.36	329.08	329.61
NA IPT 36	327.77	326.72	328.01	326.72	327.93	326.72	327.91	327.32	327.02	326.72	326.35	326.86

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA										
Identificação	11/mai/93	20/mai/93	2/jun/93	28/jun/93	10/jul/93	27/jul/93	1/set/93	15/set/93	25/out/93	15/nov/93	1/dez/93
TG/02	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-05	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-07	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-08	328.22	328.45	328.49	328.51	328.54	328.35	328.25	328.16	327.99	327.82	327.88
TG-10	327.60	327.96	327.91	327.89	327.86	327.69	327.61	327.52	327.24	326.96	326.88
TG-13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-16	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-17	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-20	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-22	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-23	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-25	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-02	341.04	341.20	341.36	341.44	341.53	341.41	341.35	341.30	341.14	340.98	341.02
PB-03	342.27	342.48	342.64	342.71	342.79	342.75	342.72	342.70	342.62	342.54	342.50
PB-12	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-16	339.16	339.36	339.54	339.63	339.72	339.70	339.69	339.68	339.55	339.42	339.36
PB-18	338.64	338.88	338.94	338.97	339.00	338.97	338.96	338.94	338.91	338.87	338.86
PB-20	333.43	333.75	334.03	334.17	334.31	334.21	334.16	334.12	333.97	333.83	333.65
PB-21	332.08	332.31	332.28	332.26	332.25	332.31	332.35	332.38	332.24	332.11	332.09
PB-23	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-24	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-29	327.87	328.04	328.05	328.05	328.05	327.89	327.80	327.72	327.65	327.58	327.53
PB-31	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-36	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-38	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-41	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-43	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-46	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-48	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-49	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-50	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-51	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-52	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-53	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-54	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-55	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-56	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-59	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-61	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-62	330.14	330.43	330.39	330.36	330.34	330.20	330.13	330.06	329.95	329.84	329.85
PB-64	328.24	328.56	328.46	328.41	328.37	328.13	328.01	327.90	327.67	327.44	327.42
PB-66	329.75	329.96	329.76	329.66	329.56	329.39	329.30	329.21	329.15	329.08	329.05
PB-67	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-68	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-71	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-02	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-03	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -

Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA										
Identificação	11/mai/93	20/mai/93	2/jun/93	28/jun/93	10/jul/93	27/jul/93	1/set/93	15/set/93	25/out/93	15/nov/93	1/dez/93
CD-05	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-09	331.52	331.66	331.79	331.86	331.92	332.02	332.07	332.12	332.09	332.05	332.06
CD-10	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-11	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-14	328.64	328.71	328.77	328.80	328.83	328.86	328.87	328.88	328.88	328.87	328.90
CD-16	331.48	331.56	331.69	331.76	331.82	331.97	332.05	332.12	332.13	332.14	332.15
CD-17	327.15	327.28	327.47	327.57	327.67	327.74	327.78	327.82	327.79	327.77	327.72
CD-18	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-19	333.89	333.99	334.07	334.11	334.16	334.19	334.20	334.22	- x -	- x -	- x -
CD-29	339.82	339.99	340.01	340.01	340.02	339.96	339.93	339.90	339.77	339.63	339.75
CD-33	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-34	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-36	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-40	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-42	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-56	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-60	336.27	336.43	336.47	336.48	336.50	336.26	336.14	336.02	335.90	335.77	335.88
CD-62	338.33	338.40	338.47	338.50	338.54	338.65	338.70	338.76	338.73	338.70	338.66
CD-63	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-64	332.67	332.73	332.83	332.89	332.94	333.12	333.21	333.30	333.25	333.21	333.23
CD-65	332.86	332.94	332.96	332.97	332.98	333.02	333.04	333.06	333.04	333.02	333.03
CD-66	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-02	339.08	339.38	339.34	339.31	339.29	339.42	339.48	339.54	339.38	339.21	339.19
SU-21	334.43	334.51	334.41	334.36	334.31	334.24	334.21	334.18	334.11	334.05	- x -
SU-23	337.15	337.23	337.25	337.26	337.27	337.14	337.08	337.01	336.93	336.85	336.91
SU-24	340.94	340.97	340.94	340.92	340.91	340.82	340.78	340.74	340.69	340.64	340.62
SU-28	343.29	343.36	343.39	343.41	343.43	343.48	343.50	343.53	343.50	343.48	343.44
SU-32	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-33	350.08	350.13	349.96	349.87	349.79	349.53	349.40	349.28	349.15	349.02	349.18
SU-36	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-41	338.02	338.12	338.43	338.58	338.73	339.07	339.23	339.40	339.45	339.50	339.46
SU-42	363.02	363.18	363.77	364.06	364.35	364.55	364.64	364.74	364.56	364.38	364.35
SU-43	345.66	345.88	345.83	345.80	345.77	346.34	346.62	346.90	346.32	345.74	345.71
SU-48	344.24	344.63	344.75	344.81	344.88	344.78	344.73	344.69	344.49	344.29	344.32
SU-49	344.87	345.23	345.32	345.37	345.41	345.54	345.60	345.66	345.33	345.00	345.02
SU-50	346.02	346.23	346.69	346.92	347.16	346.92	346.80	346.69	346.80	346.92	346.92
SU-80	341.02	341.37	341.28	341.24	341.19	341.12	341.09	341.05	340.81	340.56	340.65
SU-83	340.88	341.03	341.74	342.10	342.46	342.34	342.29	342.23	341.68	341.13	341.15
SU-90	345.93	345.97	346.63	346.96	347.29	346.66	346.34	346.03	346.43	346.83	346.85
SU-91	347.26	347.54	347.65	347.70	347.76	347.72	347.70	347.69	347.54	347.39	- x -
SU-92	347.80	347.78	348.06	348.20	348.34	348.58	348.71	348.83	348.87	348.91	348.27
SU-95	345.71	345.99	346.14	346.22	346.30	346.24	346.21	346.19	346.00	345.82	345.79
SU-97	333.94	334.11	334.41	334.56	334.71	334.78	334.81	334.85	334.77	334.69	334.59
49-14	367.29	367.18	367.24	367.27	367.30	367.41	367.47	367.52	367.00	366.47	366.53
49-15	351.43	351.52	351.53	351.53	351.53	351.33	351.22	351.12	351.02	350.92	351.04
49-18	327.36	327.59	327.65	327.68	327.72	327.68	327.66	327.64	327.40	327.17	327.15
49-21	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA										
Identificação	11/mai/93	20/mai/93	2/jun/93	28/jun/93	10/jul/93	27/jul/93	1/set/93	15/set/93	25/out/93	15/nov/93	1/dez/93
49-22	339.36	339.41	339.57	339.65	339.74	340.04	340.19	340.35	340.44	340.53	340.54
NA-IPT-01	354.71	354.89	354.82	354.79	354.76	354.61	354.53	354.46	354.37	354.29	354.39
NA-IPT-02	345.53	345.76	345.76	345.75	345.75	345.57	345.47	345.38	345.23	345.08	345.12
NA-IPT-03	335.18	335.34	335.47	335.53	335.59	335.74	335.81	335.88	335.93	335.97	335.96
NA-IPT-04	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-05	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-06	334.77	334.83	334.90	334.94	334.97	335.14	335.23	335.31	335.43	335.55	335.56
NA-IPT-09	350.59	350.79	350.99	351.19	351.39	351.58	351.68	351.78	351.88	351.98	352.18
NA-IPT-10	345.79	345.98	345.98	345.98	345.98	345.84	345.76	345.69	345.52	345.35	345.30
NA-IPT-12	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-13	348.45	348.73	348.92	349.02	349.12	349.16	349.19	349.21	349.15	349.09	349.02
NA-IPT-14	346.35	346.60	346.62	346.64	346.65	346.46	346.37	346.28	346.11	345.95	345.96
NA-IPT-15	335.77	335.80	335.77	335.76	335.75	335.71	335.69	335.68	335.63	335.59	335.64
NA-IPT-16	345.06	345.27	345.38	345.44	345.50	345.31	345.22	345.13	345.00	344.88	344.93
NA-IPT-17	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-18	329.79	329.91	330.06	330.14	330.21	330.38	330.46	330.54	330.57	330.59	330.65
NA-IPT-19	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-20	328.49	328.61	328.64	328.65	328.67	328.61	328.58	328.55	328.47	328.40	328.39
NA-IPT-21	328.49	328.64	328.78	328.85	328.93	329.05	329.11	329.18	329.26	329.34	329.37
PZ-CD-36	346.74	347.02	347.18	347.26	347.35	347.25	347.20	347.16	347.03	346.90	346.91
NA-CD-36	333.79	333.89	333.87	333.86	333.84	333.82	333.81	333.80	333.79	333.77	333.83
NA-CD-16	327.34	327.46	327.54	327.58	327.62	327.62	327.61	327.61	327.56	327.50	327.49
NA-SU-32/3.80	331.72	331.81	331.94	332.00	332.06	332.20	332.27	332.34	332.31	332.28	332.32
NA-SU-32/4.15	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-SU-32/6.98	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-SU-32/10.00	347.06	347.11	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-SU-32/19.95	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-SU-32/39.95	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-49-14	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 22	327.89	327.96	327.95	328.08	328.13	328.17	328.11	328.16	328.09	327.96	327.83
NA IPT 23	329.60	329.59	329.60	329.63	329.59	329.57	329.48	328.96	329.38	328.79	329.16
NA IPT 24	327.23	327.28	327.40	327.52	327.57	327.64	327.71	327.31	327.82	327.19	327.43
NA IPT 25	327.80	327.85	327.83	327.00	327.96	328.00	327.84	328.96	327.67	328.79	327.95
NA IPT 26	328.50	328.59	328.64	328.66	328.68	328.50	328.41	328.32	328.31	328.29	328.33
NA IPT 27	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29
NA IPT 28	329.32	328.87	329.23	329.58	329.13	329.46	329.79	329.43	329.96	329.51	329.81
NA IPT 29	327.82	327.36	327.84	327.87	327.52	328.02	328.00	327.54	328.06	327.44	327.86
NA IPT 30	337.93	337.53	337.84	338.15	337.68	337.81	337.94	337.37	337.73	337.15	337.28
NA IPT 31	328.45	327.94	328.42	328.49	327.94	328.45	328.33	327.87	328.23	327.56	327.94
NA IPT 32	328.42	327.95	328.41	328.47	327.95	328.41	328.34	327.83	328.23	327.64	327.99
NA IPT 33	328.71	328.24	328.72	328.79	328.29	328.76	328.71	328.19	328.65	328.07	328.46
NA IPT 34	329.18	328.71	329.21	329.28	328.77	329.28	329.24	328.74	329.21	328.65	329.08
NA IPT 35	329.91	329.48	329.93	330.01	329.55	330.02	330.03	329.58	330.03	329.53	329.96
NA IPT 36	327.36	326.95	327.31	327.66	327.25	327.57	327.88	327.49	327.92	327.48	327.62

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA										
Identificacao	18/jan/94	5/mar/94	11/abr/94	20/jul/94	17/out/94	15/dez/94	5/jan/95	26/jan/95	14/ago/95	16/mar/99	17/mar/99
TG-02	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-05	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-07	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-08	328.00	328.07	327.87	327.78	327.68	327.49	327.30	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-10	326.72	326.64	326.50	326.42	326.35	326.21	326.06	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-16	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-17	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-20	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-22	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-23	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
TG-25	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-02	341.11	341.16	340.94	340.84	340.73	340.52	340.31	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-03	342.41	342.36	342.26	342.20	342.15	342.05	341.94	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-12	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-16	339.24	339.18	339.05	338.99	338.92	338.79	338.65	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-18	338.84	338.83	338.86	338.88	338.89	338.92	338.95	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-20	333.30	333.13	333.07	333.04	333.01	332.95	332.89	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-21	332.04	332.02	331.54	331.30	331.06	330.58	330.10	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-23	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-24	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-29	327.43	327.38	327.23	327.16	327.08	326.93	326.78	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-31	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-36	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-38	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-41	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-43	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-46	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-48	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-49	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-50	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-51	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-52	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-53	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-54	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-55	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-56	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-59	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-61	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-62	329.86	329.86	329.61	329.48	329.36	329.10	328.85	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-64	327.39	327.38	327.14	327.03	326.91	326.68	326.45	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-66	328.99	328.96	328.77	328.67	328.57	328.37	328.17	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-67	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-68	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
PB-71	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-02	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-03	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA										
Identificação	18/jan/94	5/mar/94	11/abr/94	20/jul/94	17/out/94	15/dez/94	5/jan/95	26/jan/95	14/ago/95	16/mar/99	17/mar/99
CD-05	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-09	332.09	332.10	332.06	332.04	332.02	331.98	331.94	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-10	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-11	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-14	328.97	329.00	328.90	328.84	328.79	328.69	328.58	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-16	332.17	332.18	332.20	332.21	332.21	332.23	332.24	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-17	327.61	327.56	327.47	327.43	327.38	327.30	327.21	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-18	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-19	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-29	339.99	340.11	339.87	339.75	339.63	339.38	339.14	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-33	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-34	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-36	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-40	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-42	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-56	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-60	336.09	336.20	335.95	335.82	335.69	335.44	335.18	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-62	338.59	338.56	338.49	338.46	338.43	338.36	338.30	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-63	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-64	333.27	333.29	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-65	333.06	333.08	333.05	333.04	333.03	333.01	332.99	- x -	- x -	- x -	- x -
CD-66	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-02	339.16	339.14	338.92	338.80	338.69	338.47	338.24	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-21	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-23	337.01	337.06	336.95	336.89	336.84	336.73	336.61	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-24	340.58	340.57	340.53	340.51	340.49	340.46	340.42	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-28	343.38	343.35	343.24	343.19	343.14	343.03	342.93	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-32	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-33	349.50	349.66	349.26	349.06	348.86	348.46	348.07	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-36	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-41	339.37	339.33	338.88	338.66	338.43	337.98	337.53	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-42	364.30	364.27	364.25	364.24	364.24	364.22	364.20	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-43	345.64	345.60	345.76	345.84	345.92	346.08	346.24	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-48	344.38	344.42	344.15	344.02	343.89	343.63	343.37	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-49	345.05	345.07	344.66	344.46	344.26	343.85	343.44	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-50	346.93	346.94	346.62	346.47	346.31	346.00	345.69	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-80	340.82	340.90	340.68	340.57	340.46	340.24	340.02	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-83	341.20	341.23	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-90	346.90	346.93	346.69	346.57	346.45	346.21	345.97	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-91	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-92	346.99	346.35	346.80	347.02	347.24	347.69	348.14	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-95	345.75	345.73	345.61	345.55	345.50	345.38	345.27	- x -	- x -	- x -	- x -
SU-97	334.39	334.29	334.35	334.39	334.42	334.49	334.56	- x -	- x -	- x -	- x -
49-14	366.65	366.70	366.40	366.25	366.10	365.80	365.49	- x -	- x -	- x -	- x -
49-15	351.28	351.40	351.19	351.09	350.98	350.77	350.56	- x -	- x -	- x -	- x -
49-18	327.13	327.12	326.92	326.82	326.72	326.52	326.32	- x -	- x -	- x -	- x -
49-21	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).

Continua ...

... Continuação

Poço	Datas das campanhas de leitura do NA										
Identificação	18/jan/94	5/mar/94	11/abr/94	20/jul/94	17/out/94	15/dez/94	5/jan/95	26/jan/95	14/ago/95	16/mar/99	17/mar/99
49-22	340.57	340.59	340.56	340.55	340.53	340.50	340.48	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-01	354.59	354.69	354.45	354.33	354.21	353.98	353.74	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-02	345.19	345.23	345.05	344.96	344.88	344.70	344.52	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-03	335.92	335.90	335.85	335.83	335.80	335.75	335.70	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-04	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-05	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-06	335.57	335.57	335.59	335.60	335.61	335.63	335.65	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-09	352.58	352.78	352.46	352.30	352.14	351.82	351.50	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-10	345.19	345.14	345.14	345.14	345.14	345.13	345.13	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-12	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-13	348.88	348.81	348.68	348.61	348.55	348.42	348.29	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-14	345.97	345.98	345.75	345.63	345.52	345.29	345.06	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-15	335.75	335.81	335.75	335.73	335.70	335.65	335.60	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-16	345.04	345.10	344.86	344.75	344.63	344.40	344.17	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-17	- x -	334.13	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-18	330.78	330.84	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-19	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-20	328.39	328.39	328.23	328.15	328.07	327.91	327.76	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-21	329.45	329.49	329.54	329.57	329.60	329.66	329.72	- x -	- x -	- x -	- x -
PZ-CD-36	346.95	346.97	346.74	346.63	346.51	346.28	346.06	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-CD-36	333.93	333.98	333.90	333.86	333.81	333.73	333.64	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-CD-16	327.46	327.44	327.35	327.31	327.26	327.17	327.08	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-SU-32/3.80	332.39	332.42	332.44	332.45	332.46	332.48	332.49	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-SU-32/4.15	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-SU-32/6.98	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-SU-32/10.00	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-SU-32/19.95	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-SU-32/39.95	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA-IPT-49-14	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 22	327.74	327.89	328.02	328.21	327.82	327.63	327.44	327.36	328.23	328.96	328.95
NA IPT 23	329.16	328.72	329.39	329.41	328.95	328.59	328.22	328.83	329.23	- x -	- x -
NA IPT 24	327.65	327.68	327.71	327.81	327.68	327.29	326.89	327.32	327.85	328.48	328.48
NA IPT 25	327.19	328.72	327.70	327.82	326.96	327.59	328.22	326.60	327.82	327.03	328.18
NA IPT 26	328.40	328.44	328.34	328.36	328.35	328.31	328.17	- x -	- x -	- x -	- x -
NA IPT 27	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	334.29	- x -	- x -
NA IPT 28	330.12	329.96	330.27	330.39	330.54	330.28	330.01	330.47	330.73	330.46	330.38
NA IPT 29	327.87	327.51	328.10	328.23	327.96	327.54	327.12	327.60	328.25	329.04	329.03
NA IPT 30	337.40	337.37	337.98	337.69	337.29	336.91	336.53	336.93	337.08	338.34	339.60
NA IPT 31	327.98	327.49	328.38	328.37	327.71	327.28	326.84	327.43	328.36	329.14	329.15
NA IPT 32	328.07	327.57	328.39	328.34	327.75	327.37	326.99	327.55	328.33	328.74	329.15
NA IPT 33	328.48	328.15	328.76	328.72	328.32	327.95	327.57	328.10	328.75	328.74	328.74
NA IPT 34	329.04	328.85	329.36	329.35	329.10	328.72	328.34	328.82	329.38	330.66	330.67
NA IPT 35	329.94	329.77	330.26	330.30	330.16	329.81	329.45	329.90	330.32	331.71	331.73
NA IPT 36	327.72	327.26	327.68	327.82	327.76	327.39	327.01	327.35	327.82	328.55	328.57

(1) Sem informações (poço ainda não cadastrado, poço aterrado, poço alagado).