

ÍNDICE

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1 Objetivos.....	2
1.2 Área de Estudos.....	3

CAPÍTULO 2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Levantamento de dados.....	5
2.1.1 Levantamento bibliográfico.....	5
2.1.2 Levantamento de poços tubulares profundos.....	6
2.1.3 Preparação de mapas temáticos.....	7
2.1.4 Mapeamento geológico.....	8
2.1.5 Coleta de dados estruturais.....	9
2.2 Tratamento dos dados.....	9
2.2.1 Geologia estrutural da área.....	9
2.2.1.1 Análise do fraturamento do maciço rochoso.....	10
2.2.1.2 Compartimentação morfoestrutural.....	10
2.2.1.3 Análise morfotectônica.....	11
2.2.2 Hidrogeologia da área.....	12
2.2.2.1 Estatística descritiva.....	12
2.2.2.2 Superfícies de tendência e mapas de resíduos.....	12
2.2.2.3 Geometria do Sistema Aquífero Tubarão.....	13
2.2.2.4 Mapas potenciométricos.....	14
2.3 Integração de dados.....	15

CAPÍTULO 3 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

3.1 Aspectos Climáticos.....	16
3.2 Vegetação, Uso e Ocupação do Solo.....	19
3.3 Contexto Geológico.....	22
3.3.1 Embasamento Cristalino.....	22
3.3.1.1 Complexo Amparo.....	23
3.3.1.2 Domínio São Roque.....	25
3.3.1.2.1 Grupo Serra do Itaberaba.....	25
3.3.1.2.2 Grupo São Roque.....	26
3.3.1.3 Intrusivas Granitóides.....	26
3.3.2 Rochas Sedimentares Paleozóicas.....	27
3.3.3 Depósitos Sedimentares Cenozóicos.....	29
3.3.3.1 Depósitos Terciários.....	29
3.3.3.2 Depósitos Quaternários.....	30
3.3.3.2.1 Depósitos Coluviais e/ou Eluviais.....	30
3.3.3.2.2 Depósitos de Terraços.....	32
3.3.3.2.3 Depósitos Aluviais.....	33
3.4 Contexto Tectônico e Estrutural.....	33
3.4.1 Paleotectônica e Estruturas Regionais.....	33
3.4.2 Neotectônica.....	37
3.5 Contexto Geomorfológico.....	39
3.6 Contexto Hidrogeológico.....	42
3.6.1 Sistema Aquífero Cristalino.....	44
3.6.2 Sistema Aquífero Tubarão.....	46
3.6.3 Sistema Aquífero Cenozóico.....	46

CAPÍTULO 4 - GEOLOGIA ESTRUTURAL DA ÁREA

4.1 Análise Macroscópica.....	47
4.1.1 Topografia e Hipsometria.....	47
4.1.2 Rede de Drenagem.....	50
4.1.3 Lineamentos.....	51
4.1.3.1 Escala 1:250.000.....	51
4.1.3.2 Escala 1:60.000.....	55
4.1.3.3 Lineamentos de Drenagem.....	55
4.1.4 Estruturas Regionais.....	56
4.2 Análise Mesoscópica.....	57
4.2.1 Foliação.....	58
4.2.2 Juntas.....	59
4.2.3 Falhas.....	62
4.2.4 Contatos Litológicos.....	64
4.3 Domínios Estruturais.....	66
4.3.1 Domínio Japi-Central.....	67
4.3.2 Domínio Cristais.....	70
4.3.3 Domínio Jardim.....	71
4.3.4 Domínio Itu.....	73
4.3.5 Domínio Bacia do Paraná.....	74
4.4 Compartimentação Morfoestrutural.....	75
4.4.1 Compartimento Japi.....	76
4.4.2 Compartimento Cristais.....	77
4.4.3 Compartimento Jardim.....	77
4.4.4 Compartimento Central.....	77
4.4.5 Compartimento Itu.....	78
4.4.6 Compartimento Bacia do Paraná.....	78
4.5 Evolução Geológica.....	78

CAPÍTULO 5 – HIDROGEOLOGIA DE ROCHAS CRISTALINAS

5.1 Importância dos Aquíferos em Rochas Cristalinas.....	85
5.2 Formas de Ocorrência.....	87
5.2.1 Manto de Intemperismo.....	87
5.2.2 Rocha Fraturada.....	91
5.3 Características Hidráulicas.....	94
5.4 Produtividade dos Poços em Rochas Cristalinas.....	95
5.4.1 Medida da Produtividade.....	96
5.5 Fatores Controladores.....	98
5.5.1 Clima.....	98
5.5.2 Litotipo.....	98
5.5.3 Topografia.....	99
5.5.4 Formas de Relevo.....	100
5.5.5 Descontinuidades.....	101
5.5.6 Intemperismo.....	104
5.5.7 Tensão.....	105
5.5.8 Características Construtivas do Poço.....	107
5.6 Métodos de Investigação.....	107
5.6.1 Análise Estrutural.....	108
5.6.2 Sensoriamento Remoto.....	108

5.6.3 Sistemas de Informações Geográficas.....	110
5.6.4 Métodos Geofísicos.....	110
5.7 Qualidade da Água.....	111

CAPÍTULO 6 - HIDROGEOLOGIA DA ÁREA

6.1 Banco de Dados de Poços Tubulares Profundos.....	112
6.2 Evolução do Número de Poços e Uso da Água Subterrânea.....	114
6.3 Caracterização dos Sistemas Aquíferos com Base nos Dados de Poços Tubulares Profundos.....	117
6.3.1 Sistema Aquífero Cristalino.....	117
6.3.1.1 Potenciometria do Sistema Aquífero Cristalino.....	121
6.3.1.2 Variação da produtividade com a profundidade no Sistema Aquífero Cristalino.....	123
6.3.1.3 Variação da produtividade com o litotipo no Sistema Aquífero Cristalino.....	123
6.3.1.4 Variação da produtividade com a presença de coberturas sedimentares e do manto de alteração no Sistema Aquífero Cristalino.....	124
6.3.2 Sistema Aquífero Tubarão.....	127
6.3.2.1 Potenciometria do Sistema Aquífero Tubarão.....	130
6.3.2.2 Geometria do Sistema Aquífero Tubarão.....	130
6.3.2.3 Variação da produtividade com a profundidade no Sistema Aquífero Tubarão.....	131
6.3.2.4 Variação da produtividade com o litotipo no Sistema Aquífero Tubarão.....	132
6.3.3 Poços Mistos.....	133
6.3.3.1 Variação da produtividade com a profundidade nos Poços Mistos.....	136
6.3.3.2 Variação da produtividade com o litotipo nos Poços Mistos.....	137
6.3.4 Sistema Aquífero Cenozóico.....	137
6.4 Variação do Nível Estático, Nível Dinâmico e da Produtividade dos Aquíferos ao Longo do Tempo.....	139
6.4.1 Variação do Nível Estático.....	139
6.4.2 Variação do Nível Dinâmico.....	140
6.4.3 Variação da Vazão.....	141
6.4.4 Variação da Capacidade Específica.....	142

CAPÍTULO 7 – INTEGRAÇÃO DE DADOS GEOLÓGICO-ESTRUTURAIS E HIDROGEOLÓGICOS

7.1 Variação Espacial da Produtividade dos Poços em Escala Regional.....	143
7.1.1 Variação Espacial da Produtividade dos Poços no Sistema Aquífero Cristalino	143
7.1.1.1 Relação entre a Distribuição da Produtividade dos Poços no Sistema Aquífero Cristalino e os Lineamentos.....	144
7.1.1.2 Relação entre a Distribuição da Produtividade dos Poços no Sistema Aquífero Cristalino e as Estruturas Regionais	148
7.1.1.3 Relação entre a Distribuição da Produtividade dos Poços no Sistema Aquífero Cristalino e a Compartimentação Morfoestrutural.....	149
7.1.2 Variação Espacial da Produtividade dos Poços no Sistema Aquífero Tubarão..	150
7.1.2.1 Relação entre a Distribuição da Produtividade dos Poços no Sistema Aquífero Tubarão e os Lineamentos	151
7.1.2.2 Relação entre a Distribuição da Produtividade dos Poços no Sistema Aquífero Tubarão e as Estruturas Regionais.....	152

7.1.3 Variação Espacial da Produtividade dos Poços Mistos.....	153
7.1.3.1 Relação entre a Distribuição da Produtividade dos Poços Mistos e os Lineamentos	154
7.1.3.2 Relação entre a Distribuição da Produtividade dos Poços Mistos e as Estruturas Regionais.....	155
7.2 Variação Espacial da Produtividade dos Poços em Áreas Seleccionadas.....	155
7.2.1 Caso “A”: Influência de Estruturas NW-SE e E-W.....	157
7.2.1.1 Caso “A1”: Cabreúva.....	157
7.2.1.2 Caso “A2”: Bairro Jacaré.....	160
7.2.1.3 Caso “A3”: Louveira.....	162
7.2.1.4 Caso “A4”: Jordanésia-Franco da Rocha.....	164
7.2.1.5 Caso “A5”: Indaiatuba.....	165
7.2.2 Caso “B”: Influência do <i>landform</i>	168
7.2.3 Caso “C”: Interferência entre Poços.....	169
 CAPÍTULO 8 – DISCUSSÃO E CONCLUSÕES	
8.1 Discussão.....	172
8.1.1 Em relação ao banco de dados de poços tubulares profundos.....	172
8.1.2 Em relação ao uso da água subterrânea.....	173
8.1.3 Em relação à qualidade da água subterrânea.....	174
8.1.4 Em relação à variação da profundidade dos níveis d’água e da produtividade dos poços ao longo do tempo.....	175
8.1.5 Em relação às características gerais da bacia e sua influência na disponibili- dade hídrica.....	175
8.1.6 Em relação aos fatores que controlam ou interferem na produtividade dos poços.....	176
8.1.6.1 Profundidade.....	177
8.1.6.2 Litotipos.....	178
8.1.6.3 Manto de intemperismo e coberturas sedimentares.....	178
8.1.6.4 Compartimentação morfoestrutural.....	180
8.1.6.5 Estruturas geológicas.....	181
8.1.6.6 Tectônica.....	183
8.1.7 Em relação aos métodos de estudo.....	184
8.2 Conclusões.....	185
 REFERÊNCIAS.....	 187

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1.1: Mapa de localização da área de estudos.....	3
Figura 1.2: Modelo digital do terreno da bacia do rio Jundiaí e áreas adjacentes.....	4

CAPÍTULO 2

Figura 2.1: Feições utilizadas por Neves et al. (2003) no estudo morfotectônico da região de Jundiaí. (a) Evolução das escarpas de falha para escarpas de falha residuais (Stewart e Hancock, 1990); (b) Formação de facetas triangulares e leques aluviais (Burbank e Anderson, 2001 modificado); (c) Bacia assimétrica indicando basculamento tectônico (Keller e Pinter, 1996 modificado) e (d) Alinhamento de confluências em zona de falha com abatimento de bloco tectônico.....	11
Figura 2.2: Comportamento espacial de variáveis dependentes condicionadas por (a) uma variável independente (linhas), (b) duas variáveis independentes (superfícies) e (c) três variáveis independentes (hipersuperfícies) (Landim, 1998).....	13

CAPÍTULO 3

Figura 3.1: Classificação climática da área de estudos pelo Sistema Köppen (Setzer, 1966 modificado)...	17
Figura 3.2: Classificação climática da área de estudos de acordo com a efetividade da precipitação (Setzer, 1966 modificado).....	17
Figura 3.3: Pluviograma acumulado médio mensal da bacia do rio Jundiaí - período considerado: 1936 a 2000 (compilação de dados do Banco de Dados Pluviométricos do Estado de São Paulo, http://www.sigrh.sp.gov.br).....	18
Figura 3.4: Pluviogramas médios acumulados de algumas estações pluviométricas da área de estudos.....	18
Figura 3.5: Variação da precipitação média mensal na bacia do rio Jundiaí (SP) no século XX.....	19
Figura 3.6: Uso e ocupação do solo na bacia do rio Jundiaí (fonte: São Paulo, 2000c).....	19
Figura 3.7: Áreas de proteção ambiental da bacia do rio Jundiaí e áreas adjacentes (baseado em São Paulo, 2000b).....	21
Figura 3.8: Zoneamento das APAs de Jundiaí e Cabreúva (baseado em São Paulo, 1998).....	21
Figura 3.9: Localização da área de estudos no contexto geológico regional (adaptado de Hasui et al., 1981).....	23
Figura 3.10: Esquema de evolução da frente de intemperismo no Malawi, África (McFarlane e Pollard, 1989 apud Thomas 1994).....	32
Figura 3.11: Zonas de cisalhamento e zonas de falha regionais (adaptado de Hasui et al., 1981).....	36
Figura 3.12: (a) Situação da área na compartimentação geomorfológica do estado de São Paulo (Almeida, 1964) e (b) no mapa geomorfológico de Pires Neto (1996, modificado).....	40
Figura 3.13: Compartimentação morfotectônica da região de Jundiaí (Neves et al., 2003).....	42
Figura 3.14: Sistemas aquíferos do Estado de São Paulo (DAEE, 1984 modificado).....	43
Figura 3.15: Distribuição dos aquíferos na bacia do rio Jundiaí e áreas adjacentes.....	43

CAPÍTULO 4

Figura 4.1: Mapa topográfico da área (curvas de nível com equidistância de 20 metros).....	48
Figura 4.2: Mapa hipsométrico da área de estudos.....	49
Figura 4.3: Mapa da rede de drenagem mostrando áreas com densidade de drenagem baixa, média e alta e padrões de drenagem dendrítico tendendo a retangular e paralelo.....	50
Figura 4.4: Lineamentos traçados a partir da imagem de radar em escala 1:250.000.....	51
Figura 4.5: (a) Sistemas do quadrante NE-SW, (b) sistemas do quadrante NW-SE e (c) sistema N-S (em azul, o limite da bacia do rio Jundiá).....	52
Figura 4.6: Ocorrência dos subsistemas (a) NE-SW e (b) NNE-SSW.....	53
Figura 4.7: Ocorrência dos subsistemas (a) NNW-SSE e (b) NW-SE a WNW-ESE.....	54
Figura 4.8: Lineamentos traçados a partir de fotografias aéreas em escala 1:60.000.....	55
Figura 4.9: Lineamentos de drenagem.....	56
Figura 4.10: Zonas de cisalhamento, zonas de falhas e principais feixes de lineamentos de abrangência regional presentes na bacia do rio Jundiá e áreas adjacentes.....	57
Figura 4.11: Foliação de baixo a médio ângulo (a) e foliação de alto ângulo, geralmente milonítica (b) presentes nas rochas do Embasamento Cristalino.....	59
Figura 4.12: Estereogramas das juntas (a) do Embasamento Cristalino, (b) do Grupo Itararé, (c) dos Depósitos Terciários e (d) dos Depósitos Colúvio-Eluviais.....	60
Figura 4.13: Estereogramas das falhas que afetam rochas do Embasamento Cristalino na área de estudos..	62
Figura 4.14: Estereogramas das falhas medidas no Grupo Itararé.....	63
Figura 4.15: Estereogramas das falhas que afetam os Depósitos Cenozóicos, incluindo (a) os Depósitos Terciários e (b) os Depósitos Colúvio-Eluviais.....	64
Figura 4.16: Localização dos domínios estruturais.....	67
Figura 4.17: Estereogramas da foliação, juntas e falhas das unidades litológicas nos domínios estruturais.....	68
Figura 4.18: Foliação presente nas rochas do Embasamento Cristalino no Domínio Japi-Central.....	69
Figura 4.19: Estereogramas das juntas presentes (a) no Embasamento Cristalino, (b) nos Depósitos Terciários e (c) nos Depósitos Colúvio-Eluviais que ocorrem no Domínio Japi-Central.....	69
Figura 4.20: Estereogramas das falhas medidas no Domínio Japi-Central. Nas rochas do Embasamento Cristalino ocorrem (a) falhas normais, (b) falhas transcorrentes dextrais, (c) falhas inversas e (d) falhas transcorrentes sinistrais. Falhas normais também ocorrem (e) nos Depósitos Terciários e (f) nos Depósitos Colúvio-Eluviais.....	70
Figura 4.21: Estereogramas (a) da foliação, (b) das juntas e (c) das falhas transcorrentes dextrais medidas nas rochas do Embasamento Cristalino do Domínio Cristais.....	71
Figura 4.22: Foliação presente nas rochas do Embasamento Cristalino pertencentes ao Domínio Jardim....	72

Figura 4.23: Juntas medidas (a) nas rochas do Embasamento Cristalino , (b) no Grupo Itararé, (c) nos Depósitos Terciários e (d) nos Depósitos Colúvio-Eluviais do Domínio Jardim.....	72
Figura 4.24: Falhas presentes no Domínio Jardim. No Embasamento Cristalino ocorrem (a) falhas normais e (b) transcorrentes dextrais , assim como no Grupo Itararé (c e d).....	73
Figura 4.25: Estereogramas (a) da foliação, (b) das juntas, das falhas (c) normais, (d) inversas, (e) transcorrentes dextrais e (f) transcorrentes sinistrais, todas elas medidas nas rochas cristalinas do Domínio Itu.....	74
Figura 4.26: Estereogramas das estruturas medidas no Domínio Bacia do Paraná. No Grupo Itararé foram registradas (a) juntas e falhas (b) normais e (c) transcorrentes dextrais. Nos Depósitos Colúvio-Eluviais apenas juntas foram encontradas (d).....	75
Figura 4.27: Compartimentação morfoestrutural da bacia do rio Jundiá e áreas adjacentes.....	76
Figura 4.28: (a) Direção do movimento tectônico regional durante o regime distensivo com as principais estruturas formadas, (b) elipsóides de tensões e (c) de deformação.....	81
Figura 4.29: (a) Direção do movimento tectônico regional durante o regime transcorrente com as principais estruturas formadas, (b) elipsóides de tensões e (c) de deformação.....	82
Figura 4.30: Exemplo de “embaciamento” controlado por estruturas NW-SE e E-W associadas, promovendo a acumulação de depósitos aluviais.....	83
 CAPÍTULO 5	
Figura 5.1: Principais maciços cristalinos do mundo (Singhal e Gupta, 1999).....	85
Figura 5.2: Modelo do perfil de alteração e seu controle sobre os aquíferos em rochas cristalinas (Lachassagne et al., 2001).....	88
Figura 5.3: Seção generalizada do sistema de fluxo da água subterrânea no aquífero do embasamento cristalino alterado no Malawi (Chilton e Foster, 1995).....	89
Figura 5.4: Modelo hidrogeológico conceitual do aquífero no embasamento cristalino alterado na África (Chilton e Smith-Carington, 1984 e Foster, 1984 modificado por Chilton e Foster, 1995).....	90
Figura 5.5: Volume Elementar Representativo (VER) ou <i>Representative Elementary Volume (REV)</i> em diferentes condições: (a) rocha porosa homogênea, (b) rocha fraturada homogênea e (c) rocha fraturada com grandes descontinuidades onde o VER é muito grande ou não existe (Singhal e Gupta, 1999).....	91
Figura 5.6: Variação da condutividade hidráulica em função da abertura da fratura (b) e do espaçamento ou frequência (Hoek e Bray, 1981 in Domenico e Schwarz, 1990).....	92
Figura 5.7: Superfície potenciométrica virtual de um aquífero em rocha fraturada (Custodio e Llamas, 1996).....	93
Figura 5.8: Distribuição dos valores de porosidade e capacidade específica em rochas metamórficas estimados em testes de laboratório (Stewart, 1962 in Davis, 1980).....	94
Figura 5.9: Diagrama de frequência acumulada da distribuição de produtividade de poços que exploram gnaisses, metassedimentos e granitos na Noruega (Morland, 1997 in Banks e Robins, 2002).....	96
Figura 5.10: Correlação entre a transmissividade e a capacidade específica de poços na região de Jundiá (Bertachini, 1987).....	97
Figura 5.11: Perfil esquemático de <i>landforms</i> em um terreno de rocha cristalina (Singhal e Gupta, 1999)..	100
Figura 5.12: Desenvolvimento de uma zona de fraturas de cisalhamento (Banks e Robins, 2002).....	103

Figura 5.13: Diagrama das feições estruturais do modelo hidrotectônico de Larsson (1972).....	105
Figura 5.14: (a) Elipsóide de tensões e (b) elipsóide de deformação (Hasui, 1992 modificado).....	106
Figura 5.15: Bloco esquemático mostrando a expressão em superfície de uma zona de fraturas do embasamento cristalino. Ocorre alinhamento topográfico, de drenagem e de vegetação e o manto de alteração é mais profundo (Singhal e Gupta, 1999).....	108
Figura 5.16: Integração de dados em SIG para aplicação em recursos hídricos (Singhal e Gupta, 1999).....	110
CAPÍTULO 6	
Figura 6.1: (a) Gráfico de erros do banco de dados do DAEE (SIDAS), (b) da CPRM (SIAGAS) e (c) do cadastro de poços fornecido pela empresa de perfuração.....	114
Figura 6.2: Número de poços perfurados por ano na bacia do rio Jundiaí e áreas adjacentes de acordo com o banco de dados compilado neste trabalho.....	115
Figura 6.3: Gráfico de evolução do número de poços construídos por ano na região entre Salto de Pirapora e Itu (Oda, 1998).....	115
Figura 6.4: Situação dos poços na bacia do rio Jundiaí e áreas adjacentes a partir de 1996, de acordo com o banco de dados SIAGAS.....	116
Figura 6.5: Porcentagem de poços abandonados por ano de construção na bacia do rio Jundiaí e áreas adjacentes de acordo com o banco de dados compilado.....	116
Figura 6.6: Uso da água subterrânea na bacia do rio Jundiaí e áreas adjacentes.....	117
Figura 6.7: Perfis geológico-constructivos típicos dos poços tubulares profundos que exploram (a) apenas a rocha sã, (b) tanto a rocha sã quanto o manto de intemperismo e (c) apenas o manto de intemperismo do Sistema Aquífero Cristalino na bacia do rio Jundiaí e áreas adjacentes (sem escalas).....	118
Figura 6.8: Diagramas de frequência e frequência acumulada da profundidade dos poços que exploram o Sistema Aquífero Cristalino.....	119
Figura 6.9: Diagramas de frequência e frequência acumulada da vazão dos poços que exploram o Sistema Aquífero Cristalino.....	119
Figura 6.10: Diagramas de frequência e frequência acumulada da capacidade específica dos poços que exploram o Sistema Aquífero Cristalino.....	120
Figura 6.11: Diagramas de frequência e frequência acumulada da profundidade do nível estático (NE) dos poços que exploram o Sistema Aquífero Cristalino.....	120
Figura 6.12: Diagramas de frequência e frequência acumulada da profundidade do nível dinâmico (ND) dos poços que exploram o Sistema Aquífero Cristalino.....	121
Figura 6.13: Mapa potenciométrico do Sistema Aquífero Cristalino na bacia do rio Jundiaí e áreas adjacentes.....	122
Figura 6.14: Gráficos de correlação da capacidade específica (Q/s) com a profundidade e com o nível dinâmico dos poços que exploram o Sistema Aquífero Cristalino na área de estudos.....	123
Figura 6.15: Gráfico de frequência acumulada da capacidade específica de poços que exploram os litotipos pertencentes ao Embasamento Pré-Cambriano.....	124

Figura 6.16: Diagrama de frequência acumulada da capacidade específica dos poços que exploram o Sistema Aquífero Cristalino com diferentes tipos de cobertura e sem cobertura sedimentar.....	125
Figura 6.17: Gráfico de correlação entre a produtividade dos poços e a profundidade do topo da rocha alterada dos poços que exploram o Sistema Aquífero Cristalino.....	125
Figura 6.18: Gráficos de correlação da capacidade específica (Q/s) com a profundidade do topo da rocha sã e do revestimento nos poços que exploram o Sistema Aquífero Cristalino.....	126
Figura 6.19: Diagrama de frequência acumulada da capacidade específica dos poços que exploram apenas o manto de intemperismo, o manto e a rocha sã e apenas a rocha sã no Sistema Aquífero Cristalino.....	126
Figura 6.20: Perfis geológico-construtivos típicos dos poços tubulares profundos que exploram o Sistema Aquífero Tubarão na bacia do rio Jundiá e áreas adjacentes (sem escalas).....	127
Figura 6.21: Diagramas de frequência e frequência acumulada da profundidade dos poços que exploram o Sistema Aquífero Tubarão na bacia do rio Jundiá e áreas adjacentes.....	128
Figura 6.22: Diagramas de frequência e frequência acumulada da vazão dos poços que exploram o Sistema Aquífero Tubarão.....	128
Figura 6.23: Diagramas de frequência e frequência acumulada da capacidade específica dos poços que exploram o Sistema Aquífero Tubarão.....	129
Figura 6.24: Diagramas de frequência e frequência acumulada da profundidade do nível estático (NE) dos poços que exploram o Sistema Aquífero Tubarão.....	129
Figura 6.25: Diagramas de frequência e frequência acumulada da profundidade do nível dinâmico (ND) dos poços que exploram o Sistema Aquífero Tubarão.....	129
Figura 6.26: Mapa potenciométrico do Sistema Aquífero Tubarão na bacia do rio Jundiá e áreas adjacentes.....	130
Figura 6.27: Geometria do Sistema Aquífero Tubarão na bacia do rio Jundiá e áreas adjacentes: (a) cota do topo do Embasamento Cristalino e (b) isoessura do Grupo Tubarão.....	131
Figura 6.28: Gráficos de correlação da capacidade específica (Q/s) com a profundidade e com o nível dinâmico dos poços que exploram o Sistema Aquífero Tubarão na área de estudos.....	132
Figura 6.29: Gráfico de correlação entre a capacidade específica e a porcentagem de cobertura, argilito, siltito e arenito na seção geológica dos poços que exploram o Sistema Aquífero Tubarão na bacia do rio Jundiá e áreas adjacentes.....	132
Figura 6.30: Perfis geológico-construtivos típicos dos poços tubulares profundos que exploram os Sistemas Aquíferos Tubarão e Cristalino (poços mistos) na bacia do rio Jundiá e áreas adjacentes.....	134
Figura 6.31: Diagramas de frequência e frequência acumulada da profundidade dos poços mistos na bacia do rio Jundiá e áreas adjacentes.....	135
Figura 6.32: Diagramas de frequência e frequência acumulada da vazão dos poços mistos na bacia do rio Jundiá e áreas adjacentes.....	135
Figura 6.33: Diagramas de frequência e frequência acumulada da capacidade específica dos poços mistos	135
Figura 6.34: Diagramas de frequência e frequência acumulada da profundidade do nível estático (NE) dos poços mistos.....	136

Figura 6.35: Diagramas de frequência e frequência acumulada da profundidade do nível dinâmico (ND) dos poços mistos.....	136
Figura 6.36: Gráficos de correlação da capacidade específica (Q/s) com a profundidade e com o nível dinâmico dos poços mistos situados na bacia do rio Jundiá e áreas adjacentes.....	137
Figura 6.37: Gráficos de correlação entre a capacidade específica e a porcentagem de cobertura, argilito, siltito, arenito e rochas cristalinas na seção geológica dos poços mistos na bacia do rio Jundiá e áreas adjacentes.....	138
Figura 6.38: (a) Variação da profundidade mediana do NE ao longo dos intervalos de tempo e (b) diagramas de frequência acumulada.....	139
Figura 6.39: Superfícies de tendência de grau 1 da profundidade do NE para cada intervalo de tempo (azul mais intenso = profundidades maiores).....	140
Figura 6.40: (a) Variação da profundidade mediana do ND e (b) diagramas de frequência acumulada.....	141
Figura 6.41: Superfícies de tendência de grau 1 da profundidade do ND para cada intervalo de tempo (azul mais intenso = profundidades maiores).....	141
Figura 6.42: (a) Variação das vazões medianas utilizadas nos testes de bombeamento ao longo dos intervalos de tempo e (b) diagramas de frequência acumulada.....	142
Figura 6.43: (a) Variação da capacidade específica mediana nos três períodos estudados e (b) diagramas de frequência acumulada para os mesmos períodos.....	142
CAPÍTULO 7	
Figura 7.1: Variação espacial da produtividade dos poços que exploram o Sistema Aquífero Cristalino na bacia do rio Jundiá (linha de cor magenta) e em suas adjacências.....	144
Figura 7.2: Mapa de resíduos da superfície de tendência de primeiro grau da capacidade específica dos poços que exploram o Sistema Aquífero Cristalino na bacia do rio Jundiá e áreas adjacentes (em azul, o limite da bacia do rio Jundiá).....	145
Figura 7.3: Relação entre a distribuição da produtividade dos poços e (a) os lineamentos traçados a partir da imagem de radar, (b) das fotografias aéreas e (c) os lineamentos de drenagem (em azul, o limite da bacia do rio Jundiá).....	146
Figura 7.4: Distribuição da produtividade de poços e das áreas de abrangência dos principais sistemas de lineamentos (área hachurada, em verde) traçados a partir da imagem de radar em escala 1:250.000. (a) Sistema NE-SW, (b) Sistema NNE-SSW, (c) Sistema NW-SE e (d) Sistema NNW-SSE (em azul, o limite da bacia do rio Jundiá).....	147
Figura 7.5: Mapa de distribuição da produtividade dos poços que exploram o Sistema Aquífero Cristalino na área de estudos e sua relação com as zonas de falha e zonas de cisalhamento regionais.....	148
Figura 7.6: Mapa de distribuição da produtividade dos poços que exploram o Sistema Aquífero Cristalino com a compartimentação morfoestrutural da área.....	149
Figura 7.7: (a) Localização dos poços que exploram o Sistema Aquífero Tubarão e (b) mapa de resíduos da superfície de tendência de primeiro grau da capacidade específica destes poços. A área em cor salmão corresponde à ocorrência das rochas cristalinas.....	150
Figura 7.8: Superposição entre os mapas de lineamentos e o mapa de resíduos da superfície de primeiro grau da capacidade específica dos poços que exploram o Sistema Aquífero Tubarão na bacia do rio Jundiá e áreas adjacentes. Os lineamentos foram traçados a partir (a) da imagem de radar em escala 1:250.000, (b) de fotografias aéreas em escala 1:60.000 e (c) da rede de drenagem.....	151

Figura 7.9: Mapa de resíduos da superfície de tendência de primeiro grau da capacidade específica dos poços que exploram o Sistema Aquífero Tubarão na área de estudos, com as falhas e zonas de cisalhamento regionais.....	152
Figura 7.10: (a) Distribuição dos poços mistos na área de estudos e (b) mapa de resíduos da superfície de primeiro grau da capacidade específica destes poços. A área hachurada em cor salmão indica a ocorrência do Sistema Aquífero Cristalino.....	153
Figura 7.11: Superposição entre os mapas de lineamentos e o mapa de resíduos da superfície de primeiro grau da capacidade específica dos poços mistos situados na bacia do rio Jundiá e áreas adjacentes. Os lineamentos foram traçados a partir (a) da imagem de radar em escala 1:250.000, (b) de fotografias aéreas em escala 1:60.000 e (c) da rede de drenagem. A área hachurada em cor salmão indica a ocorrência do Sistema Aquífero Cristalino.....	154
Figura 7.12: Mapa de resíduos da superfície de tendência de primeiro grau da capacidade específica dos poços mistos com as falhas e zonas de cisalhamento regionais.....	155
Figura 7.13: Localização das áreas selecionadas para estudo de casos.....	157
Figura 7.14: Litotipos e estruturas presentes na área selecionada para estudo do caso “A1”.....	158
Figura 7.15: Caso “A1”, no município de Cabreúva, onde há controle de estruturas NW-SE e E-W na produtividade dos poços tubulares profundos.....	159
Figura 7.16: Litotipos e estruturas presentes na área do caso “A2”, no Bairro Jacaré, em Cabreúva.....	160
Figura 7.17: Caso “A2”, nas proximidades do Bairro Jacaré, onde há um poço com produtividade alta, associado a lineamentos NW-SE e E-W.....	161
Figura 7.18: Litotipos e estruturas presentes na área selecionada para o estudo do caso “A3”, no município de Louveira.....	162
Figura 7.19: Caso “A3”, nas proximidades de Louveira, onde poços de produtividade Alta aparecem associados a feixes estruturais de direção NW-SE e E-W.....	163
Figura 7.20: Área selecionada no caso “A4”, entre Jordanésia e Franco da Rocha.....	164
Figura 7.21: Caso “A4”, na região de Jordanésia e Franco da Rocha.....	165
Figura 7.22: Caso “A5”, na região de Indaiatuba, onde há poços que exploram o Sistema Aquífero Tubarão e poços mistos associados à presença de estruturas NW-SE e E-W.....	166
Figura 7.23: Ocorrência de poços que exploram o Sistema Aquífero Tubarão com produtividade Média e Alta em área sob influência de estruturas NW-SE e E-W, nas proximidades de Indaiatuba.....	166
Figura 7.24: Ocorrência de poços mistos com produtividade Média e Alta em área sob influência de estruturas NW-SE e E-W, nas proximidades de Indaiatuba.....	167
Figura 7.25: Litotipos presentes na área correspondente ao caso “B”, no alto da Serra do Japi.....	168
Figura 7.26: Área do caso “B”, na Serra do Japi, desfavorável para a locação de poços.....	169
Figura 7.27: Área relativa ao caso “C”, na zona urbana de Jundiá.....	170
Figura 7.28: Caso “C”, na cidade de Jundiá, onde há grandes possibilidades de ocorrer problemas de interferência entre poços.....	171

CAPÍTULO 8

Figura 8.1: Esquema do fluxo da água subterrânea na interface entre as coberturas e a rocha sã e ao longo de descontinuidades abertas e interconectadas formadas em uma zona de fraturas (s/ escalas)..... 180

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 5.1: Classificação hidrogeológica das rochas (Singhal e Gupta, 1999).....	84
Quadro 6.1: Parâmetros estatísticos dos poços que exploram o Sistema Aquífero Cenozóico na bacia do rio Jundiá.....	138
Quadro 7.1: Alguns dados dos poços selecionados no estudo do caso “A1”.....	158
Quadro 7.2: Alguns dados dos poços selecionados para o estudo do caso “A2”.....	160
Quadro 7.3: Alguns dados dos poços selecionados para o estudo do caso “A3”.....	162
Quadro 7.4: Alguns dados dos poços selecionados para o estudo do caso “A4”.....	164
Quadro 7.5: Dados dos poços que exploram o Sistema Aquífero Tubarão na região de Indaiatuba (caso “A5”).....	167
Quadro 7.6: Dados dos poços mistos na região de Indaiatuba (caso “A5”).....	167
Quadro 7.7: Alguns dados dos poços selecionados para o estudo do caso “B”.....	169
Quadro 7.8: Alguns dados dos poços selecionados para o estudo do caso “C”.....	171

ÍNDICE DE FOTOS

Fotos 4.1: Exemplos de juntas encontradas na área de estudos. (a) Juntas em quartzitos do Complexo Amparo, Serra do Japi; (b) Junta preenchida com quartzo remobilizado no Granito Itu; (c) Junta em Depósitos Terciários na Rodovia dos Bandeirantes, saída para Anhangüera; (d) Junta em Depósitos Colúvio-Eluviais na Rodovia Santos Dumont, próximo a Indaiatuba.....	61
Fotos 4.2: Algumas falhas encontradas na área de estudos. (a) Falha inversa em gnaiss do Complexo Amparo, na Z.C. Valinhos, próximo a Itupeva; (b) falha normal em granito do Complexo Amparo, na Rod. Marechal Rondon, próximo ao Bairro Jacaré; (c) falha normal com componente dextral em quartzito da Serra do Japi, próximo ao Mirante do topo da serra; (d) falha no contato entre gnaiss do Embasamento e folhelho do Grupo Itararé, afetado por dobra de arrasto; (e) falhas normais interceptando lente de argilito intercalada em arenitos dos Depósitos Terciários na Rodovia Anhangüera, próximo ao trevo de acesso a Jundiá.....	65
Fotos 4.3: Superfície do Japi ou Superfície Sul-Americana no Compartimento Japi. Vista para sul (a) a partir da Rodovia dos Bandeirantes, no Compartimento Central e (b) a partir da Estrada Jundiá-Itatiba, no Compartimento Jardim.....	76
Fotos 6.1: Afloramento na Rodovia Santos Dumont, próximo ao Aeroporto Internacional de Viracopos. Existem (a) nascentes em juntas que afetam camada de arenito do Grupo Itararé e (b) nascentes no contato entre a camada de arenito e diamictito com matriz argilosa (encobertas por vegetação).....	133

RESUMO

O uso intenso e a poluição dos recursos hídricos superficiais na bacia do rio Jundiáí têm levado à busca acelerada por recursos hídricos subterrâneos. A maior parte da bacia se situa sobre o Embasamento Cristalino, onde o fluxo subterrâneo é condicionado pela presença de descontinuidades. Para investigar o comportamento da água subterrânea neste contexto é necessária, além da caracterização hidrogeológica, a definição das características geológico-estruturais e tectônicas da área. Além do Sistema Aquífero Cristalino, a bacia envolve também o Sistema Aquífero Tubarão, situado no lado oeste da área, e o Sistema Aquífero Cenozóico, distribuído ao longo das drenagens principais. Identifica-se um importante controle estrutural sobre a produtividade dos poços, não só daqueles que exploram as rochas cristalinas, mas também dos que captam água das rochas sedimentares. A integração de dados geológico-estruturais e hidrogeológicos indica que o controle estrutural ocorre principalmente em zonas de abertura, onde esforços transtrativos induzem a formação e/ou reativação de estruturas rúpteis de direção NW-SE e E-W, comumente associadas à presença de depósitos aluviais. Outros fatores de interferência também foram identificados, como a localização dos poços em relação à compartimentação morfoestrutural da área e a superexploração dos aquíferos, que, ao contrário daquelas estruturas, tende a diminuir a produtividade dos poços.

Palavras-Chave: Geologia Estrutural Aplicada, Hidrogeologia Aplicada, Morfotectônica, Rochas Cristalinas, Jundiáí.

ABSTRACT

The intensive use and pollution of superficial water resources in the Jundiaí River Catchment lead to an increasing groundwater exploitation. The major part of Jundiaí Catchment is located on the Crystalline Basement, where water flow is dependent on discontinuities. In order to investigate the behavior of groundwater in such a context, it is necessary, besides the hydrogeologic characterization, the definition of geologic, structural and tectonic characteristics. The Tubarão Aquifer System occurs on the west side of the area and the Cenozoic Aquifer System is distributed along the main channels. It is possible to identify an important structural control over well productivity, not only on those located in crystalline rocks, but also on those located in sedimentary rocks. The integration of geologic, structural and hydrogeologic data shows that structural control happens mainly in distensive areas, where transtractive tension leads to formation and/or reactivation of brittle NW-SE and E-W structures, commonly associated with the occurrences of alluvial deposits. Other factors that affect well productivity were identified, for example, the location of wells with respect to some morphostructural compartments and the overexploitation of groundwater, which, despite favorable geologic structures, tend to decrease well productivity.

Key-words: Applied Structural Geology, Applied Hydrogeology, Morphotectonics, Crystalline Rocks, Jundiaí.
