Cliente

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA

Relatório Síntese – RI-02

Março 2012

Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista, no Estado de São Paulo

CÓDIGO DO DOCUMENTO	REVISÃO	DATA DA EMISSÃO
5067 – RI-02	2	23/03/2012

RESPONSÁVEL PELA VERIFICAÇÃO E APROVAÇÃO

Carlos Alberto A. O. Pereira

DATA: 07/03/2012

ÍNDICE

1. MACROMETRÓPOLE DE SÃO PAULO: PERÍMETRO E PROJEÇÕES POPULACIONAIS 11

2. CONSOLIDAÇÃO DOS ESTUDOS DE DEMANDAS 15

3. CENÁRIOS ALTERNATIVOS DE PLANEJAMENTO DAS DEMANDAS..... 19

3.1. Cenário com Intensificação do Crescimento Brasileiro 20

3.2. Cenário com ações de gestão e controle operacional das demandas 23

3.2.3. Gestão de Demanda: Uso da Água para Irrigação 26

3.2.4. A gestão do uso da água para a indústria. 27

3.2.5 Síntese do cenário com Ações de Gestão e Controle Operacional das Demandas28

4. BALANÇO HÍDRICO E MAPEAMENTO DAS CRITICIDADES..... 35

5. IDENTIFICAÇÃO DOS ESQUEMAS HIDRÁULICOS PARA O USO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS 44

5.1. Principais elementos norteadores do estudos dos aproveitamentos 44

5.2.1. Vertente Marítima da Serra do Mar e Bacia Hidrográfica do Alto Tietê 48

5.2.1.1 Esquema Itatinga – Itapanhaú 48

5.2.1.2. Esquema Capivari-Monos 48

5.2.1.3. Esquema Braço do Rio Pequeno-Billings 49

5.2.1.4. Esquema Baixada Santista..... 50

5.2.2. Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul 51

5.2.2.1. Esquema Paraibuna-Ponte-Nova 51

5.2.2.2. Esquema Jaguari – Atibainha 51

5.2.2.3. Esquema Jaguari-Atibainha (Variante) 52

5.2.2.4. Esquema Guararema-Biritiba 52

5.2.2.5. Esquema Guararema-Biritiba (Variante)..... 52

5.2.2.6. Estudo para Identificação de Novos Reservatórios na Margem Esquerda do rio Paraíba do Sul 52

5.2.3. Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira do Iguape 54

5.2.3.1. Esquema Cascata de Reservatórios do Rio Juquiá 54

5.2.3.2. Esquema Alto Juquiá (França – ETA Cotia) 55

5.2.3.3. Esquema São Lourenço (França-ETA Cotia)..... 55

5.2.3.4. Esquema Baixo Juquiá – ETA Alto Cotia 56

5.2.3.5. Esquema São Lourencinho - ETA Embu-Guaçu..... 56

5.2.4. Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba/Capivari/Jundiaí – PCJ 58

5.2.4.1. Esquema Barragem Piraí 58

5.2.4.2. Esquema Barragem Jundiuvira..... 58

5.2.4.3. Esquema Barragem Campo Limpo 59

5.2.4.4. Esquema Barragens Pedreira e Duas Pontes..... 59

5.2.4.5. Esquema Aquífero Guarani 60

5.2.5. Bacias Hidrográfias do Médio Tietê (Barra Bonita/Sorocaba/Sarapuí) e Alto Paranapanema..... 62

5.2.5.1. Esquema Barra Bonita..... 62

5.2.5.2. Esquema Jurumirim – ETA Cotia..... 62

5.2.5.3. Esquema Sarapuí - Sorocaba - Salto - Reservatório Piraí - Indaiatuba 62

6. AVALIAÇÃO DOS ESQUEMAS HIDRÁULICOS ESTUDADOS 64

6.1. Avaliação Técnica 64

6.2. Avaliação Ambiental 68

6.2.1. Introdução..... 68

6.2.2. Metodologia Empregada 68

6.2.3. Restrições Legais..... 71

6.2.3. Interferência Ambientais 75

6.3. Avaliação institucional..... 84

6.4. Quadro Síntese da Avaliação dos esquemas hidráulicos 96

7. ARRANJOS ALTERNATIVOS PARA O ABASTECIMENTO DA MACROMETRÓPOLE 97

7.1. Arranjos estudados 99

7.2. Estimativa de Custos dos arranjos de Obras 113

8. AVALIAÇÃO DOS ARRANJOS 115

8.1. Avaliação dos Impactos na Qualidade da Água 115

8.1.1. Prognóstico da qualidade da água 123

8.1.1.1. Prognóstico com utilização dos resultados do Acquanet 123

8.1.1.2. Prognóstico com utilização de modelo matemático 127

8.1.2. Abordagem e Resultados da modelagem matemática 128

8.1.2.1. Região Metropolitana de São Paulo 128

8.1.2.2. Médio Tietê 129

8.1.2.3. Bacia dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 130

8.2. Verificação na influência das trasposições do rio Paraíba do Sul 132

8.3. Avaliação no setor elétrico 136

TABELAS

Tabela 1: Municípios Pertencentes à Macrometrópole Paulista Divididos por UGRHI (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos).....13

Tabela 2: Projeções de População, por UGRHI (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos) 14

Tabela 3: Total geral de demanda e total de demanda por tipo de uso da água.....15

Tabela 4: Resultado do Estudo de Demandas de Abastecimento Público por UGRHI .16

Tabela 5: Resultado do Estudo de Demandas para Uso Industrial por UGRHI 17

Tabela 6: Resultado do Estudo de Demandas para Irrigação por UGRHI 18

Tabela 7: Resultado do Total de Demanda Hídrica por UGRHI 18

Tabela 8: Resultado das demandas para o Cenário com Intensificação do Crescimento Brasileiro e somatória da demanda da Macrometrópole para os horizontes de projeto 22

Tabela 9: Resultados de Redução do Consumo no Abastecimento Urbano em Função da Redução do Índice de Perdas Totais - IPD.....24

Tabela 10: Abastecimento Público: Resultado da Demanda Hídrica Total para o Cenário Alternativo Adotado 25

Tabela 11: Coeficientes de economia no consumo residencial urbano dos mananciais superficiais aplicados ao Cenário com Ações de Gestão e Controle Operacional das Demandas.....26

Tabela 12: Porcentagens de redução de demandas por incremento tecnológico aplicados à demanda de irrigação no Cenário com Ações de Gestão e Controle Operacional das Demandas.....27

Tabela 13: Resultado das demandas para o Cenário com Ações de Gestão e Controle Operacional das Demandas.....29

Tabela 14: Ordem de prioridade das demandas da rede da Macrometrópole 37

Tabela 15: Vazões Mínimas a Serem Garantidas nas Seções da Rede da Macrometrópole 37

Tabela 16: Vazões de Jusante de Reservatórios 38

Tabela 17: Limites de Vazão Impostos aos L*inks* de Atendimento de Demandas de Abastecimento Urbano 38

Tabela 18: Inventário dos Esquemas Hidráulicos.....46

Tabela 19: Locais de Barramento Estudados em Afluentes do Rio Paraíba do Sul 53

Tabela 20: Vazões Regularizadas e Volumes Médios de Armazenamento 54

Tabela 21: Volumes Característicos dos Reservatórios.....57

Tabela 22: Reservatórios na Bacia do Rio Piracicaba.....60

Tabela 23: Subsídios à Avaliação Técnica de Alternativas de Novos Mananciais.....65

Tabela 24: Pontuação da Avaliação Técnica das Alternativas de Novos Mananciais...67

Tabela 25: Critérios de avaliação das restrições legais para os 18 esquemas e variantes 74

Tabela 26: Padrões de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal nas Áreas Diretamente Afetadas pelos esquemas 76

Tabela 27: Interferências dos esquemas de obras em áreas indicadas para incremento da conectividade florestal 77

Tabela 28: Indicadores de Interferências Ambientais.....78

Tabela 29: Cotejo dos esquemas 79

Tabela 30: Critério de pontuação para avaliação ambiental 79

Tabela 31: ARENAS para o estabelecimento das decisões sobre os esquemas estudados 88

Tabela 32: Caracterização de Aspectos e Interesses Específicos dos ATORES envolvidos 90

Tabela 33: Os OBJETIVOS relativos às políticas públicas estudadas 93

Tabela 34: Avaliação institucional dos esquemas considerados.....95

Tabela 35: Síntese do Processo de Avaliação de Alternativas de Aproveitamentos Hídricos.....96

Tabela 36: Demandas médias a serem supridas por cada arranjo estudado 100

Tabela 37: Arranjos 1, 1A e 6 – Principais Características.....101

Tabela 38: Arranjos 2, 3, 4, 5 e 7 – Principais Características 106

Tabela 39: Arranjos 3, 4, 5, e 7 – Características dos Esquemas 22 ou 22A, Vazões de Dimensionamento 107

Tabela 40: Estimativa Parcial (*) de Custos dos Oito Arranjos Estudados (R$).....114

Tabela 41: Evolução do IQA e do IAP no período de 2005 a 2009 116

Tabela 42: Áreas com qualidade da água afetada pelos arranjos selecionados.....121

Tabela 43: Captações de água dos arranjos de alternativas e a qualidade da água...123

Tabela 44: Simulações e arranjos de alternativas para o Médio Tietê.....130

Tabela 45: Simulações e arranjos de alternativas para a Bacia do PCJ.....131

Tabela 46: Transposição de Vazões da Bacia do Rio Paraíba do Sul.....132

Tabela 47: Vazões Mínimas na Bacia do Rio Paraíba do Sul 134

Tabela 48: Vazões Mínimas na Bacia do Rio Paraíba do Sul 135

Tabela 49: Ganhos e Perdas de Energia Firme das Usinas, nos Diferentes Arranjos de Obras (MWmédios).....140

Tabela 50: Variação dos Ganhos e Perdas de Energia Firme 142

FIGURAS

Figura 1: Comparação da Distribuição das Demandas de Água Por Tipo de Uso em 2008 e 2035 15

Figura 2: Comparação da Distribuição das Demandas de Abastecimento Público em 2008 e 2035 por UGRHI 16

Figura 3: Comparação da Distribuição das Demandas Industriais em 2008 e 2035 por UGRHI 17

Figura 4: Comparação da Distribuição das Demandas de Irrigação em 2008 e 2035 por UGRHI..... 18

Figura 5: Variação acumulada do PIB do Estado de São Paulo,a preços de mercado, projetados para o cenário de manutenção do crescimento entre 1995 e 2007 e intensificado 21

Figura 6: Índice de Perdas Médios em Países Europeus (*)..... 25

Figura 7: Curvas de projeção da demanda total nos cenários Tendencial, com Ações de Gestão e Controle Operacional das Demandas e com Intensificação do Crescimento Brasileiro. 30

Figura 8: Esquema Geral dos Barramentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul 53

Figura 9: Esquema geral do Sistema São Lourencinho-Mambu..... 57

Figura 10: Falhas no Abastecimento no cenário tendêncial de 2035 98

Figura 11: Arranjo 1 - Ribeira de Iguape (Alto Juquiá); PCJ; Alto Tietê 103

Figura 12: Arranjo 1A - Ribeira de Iguape (Alto Juquiá); PCJ; Alto Tietê..... 104

Figura 13: Arranjo 6 - Paraíba do Sul; Ribeira de Iguape; PCJ 105

Figura 14: Arranjo 2 - Médio Tietê/ Alto Paranapanema; PCJ; Ribeira de Iguape; Alto Tietê..... 108

Figura 15: Arranjo 3 - Médio Tietê/ Alto Paranapanema; PCJ; Vertente Marítima 109

Figura 16: Arranjo 4 - Paraíba do Sul; Ribeira de Iguape; Vertente Marítima; Médio Tietê; Alto Tietê 110

Figura 17: Arranjo 5 - Paraíba do Sul; Vertente Marítima; Médio Tietê/ Alto Paranapanema..... 111

Figura 18: Arranjo 7 - Paraíba do Sul; Médio Tietê/ Alto Paranapanema 112

Figura 19 – Locais de Captação com a qualidade da água afetada pelos arranjos selecionados 122

Figura 20:Valores médios de monitoramento da DBO nos locais de captação..... 125

Figura 21: Localização de seções de interesse no rio Paraíba do Sul 133

MAPAS

Mapa 1: Perímetro Geral, Municípios e Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIs 12

Mapa 2: Potencial para Reúso da Água para Fins Industriais 32

Mapa 3: Vetores de Potencial Ordenamento Territorial..... 34

Mapa 4: Balanço Hídrico: Zonas de Demanda 36

Mapa 5: Balanço Hídrico (Ano: 2008) Setor de Abastecimento Urbano (Cenário Tendencial) 41

Mapa 6: Balanço Hídrico (Ano: 2018) Setor de Abastecimento Urbano (Cenário Tendencial) 42

Mapa 7: Balanço Hídrico (Ano: 2035) Setor de Abastecimento Urbano (Cenário Tendencial) 43

Mapa 8: Alternativas que Integram o Plano de Aproveitamento de Recursos Hídricos47

Mapa 9: Uso e Ocupação do Solo e Cobertura Vegetal na Área de Estudo 80

Mapa 10: Localização das Áreas Indicadas para o Incremento da Conectividade (Projeto Biota/Fapesp) na Área de Estudo 81

Mapa 11: Evolução de IQA..... 119

Mapa 12: Evolução de IAP 120

INTRODUÇÃO

A finalidade do Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista é propor alternativas para o atendimento das demandas futuras da Macrometrópole por recursos hídricos - abastecimento urbano, usos industriais e de irrigação considerando-se como horizonte do estudo o ano de 2035. No conjunto de trabalhos técnicos que compõem o Plano Diretor, este Relatório-Síntese correspondendo à síntese do Relatório Intermediário RI-2, cuja versão final foi concluída em dezembro de 2011.

Assim, o Capítulo 1, sem modificações em relação ao relatório Intermediário RI-1, contém o perímetro Macrometropolitano e traz dados populacionais agregados - população atual e projeções para os anos de 2018 e 2035.

O Capítulo 2 apresenta a consolidação dos estudos de demandas, conforme consta no relatório intermediário 2 – RI-2, com os estudos elaborados para o estabelecimento das demandas atuais e futuras dos 180 municípios que compõe a Macrometrópole, sendo que, em particular, foram revistas as demandas de irrigação que incorporaram os dados 10º Censo Agropecuário do IBGE, publicado em 2009. As demandas projetadas são tendenciais, isto é, as demandas quantitativas hídricas para os usos urbano, industrial e de irrigação que deverão ser observadas em função do crescimento demográfico e econômico. Inicialmente, não são considerados os efeitos possivelmente resultantes de políticas ativas de gestão de demanda, como a redução das perdas físicas nos sistemas de abastecimento urbano, o reúso da água, a disseminação de tecnologias mais avançadas nos sistemas de irrigação ou de aparelhos economizadores de água. Não obstante, no Capítulo 3, correspondente à discussão de cenários alternativos de demandas propõe-se a meta de um percentual médio de redução de perdas para toda a Macrometrópole, o qual implica, na maioria dos casos, investimentos e melhorias significativos nos sistemas existentes e em operação.

O Capítulo 4 efetua o Balanço Hídrico para a Macrometrópole, nos anos 2018 e 2035, utilizando-se de sistema de suporte a decisão – SSD desenvolvido em parceria com o LabSid da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, tendo o Aquacnet como software de base. Já o Capítulo 5 identifica e avalia tecnicamente os esquemas hidráulicos possíveis de serem aproveitados como fontes de suprimento hídrico do território macrometropolitano, recorrendo a estudos pré-existentes, e elaborando novos estudos. Seguem-se, no Capítulo 6, as avaliações técnica, ambiental e institucional de cada um dos esquemas hidráulicos estudados.

O Capítulo 7, apresenta, a partir de combinações dos esquemas hidráulicos estudados, os diversos arranjos de aproveitamentos .

Por fim, o Capítulo 8 avalia, em particular, para cada arranjo estudado três questões de significativa relevância para o processo decisório acerca da estruturação do sistema de mananciais para o suprimento da Macrometrópole: (i) qualidade da água; (ii) a possibilidade e os impactos de transposições de recursos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul; (iii) o impacto na capacidade de geração hidrelétrica, decorrente da implantação da nova configuração de utilização de recursos hídricos.

1. MACROMETRÓPOLE DE SÃO PAULO: PERÍMETRO E PROJEÇÕES POPULACIONAIS

No mapa 1, é apresentada a delimitação do *território macrometropolitano*, objeto do Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista. Na tabela 1, são indicados os 180 municípios que formam *o território macrometropolitano*, agregados por Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (UGRHIs). As UGRHIs 02 - Paraíba do Sul, 03 - Litoral Norte, 09 - Mogi Guaçu e 11 - Ribeira de Iguape e Litoral Sul não são tomadas em sua totalidade; todavia, estão indicados os municípios a elas pertencentes, mas não incorporados ao território em análise. Os municípios que podem ser qualificados como integrantes de mais de uma UGRHI foram considerados naquelas onde se encontra a maior parcela da sua área urbana. As UGRHIs são unidades de gestão definidas no âmbito da Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH); entretanto, os quatro municípios mineiros foram situados na UGRHI 05 – Piracicaba/ Capivari/ Jundiaí.

Para as projeções demográficas, indispensáveis às estimativas das demandas hídricas futuras, o fato mais recente é a divulgação por parte do IBGE dos resultados da Contagem Populacional de 2007[1]. Os dados revelam o declínio mais acentuado da fecundidade e nova desaceleração do crescimento demográfico brasileiro (também no Estado de São Paulo e na Macrometrópole), além da redução de intensidade do processo de periferização que vinha ocorrendo na Região Metropolitana de São Paulo – conforme Censo 2000. Pôde-se verificar que um município que vinha sofrendo redução de população, como São Caetano do Sul, passou a apresentar taxa positiva; a capital, que apresentava forte desaceleração de crescimento, passou a crescer mais do que o esperado. Em contrapartida, municípios dos anéis periféricos metropolitanos, como Embu-Guaçú, Vargem Grande Paulista e Itapecerica da Serra, tiveram um crescimento bem menor do que foi estimado a partir das tendências observadas em 2000. Todos os estudos e planos anteriores à Contagem Populacional incorporavam nas projeções essa tendência de intenso movimento da população para a periferia da metrópole.

A mudança pode ser atribuída ao impacto do crescimento econômico e do emprego no período 2005 a 2008. Nas áreas que registram “expulsão” de população, é um fenômeno conhecido que é a migração decresça nos períodos de aceleração da economia e se amplie nas épocas de recessão ou de crise. De toda forma, trata-se de evento recente, a merecer acompanhamento nos próximos anos, em particular a partir dos dados revelados pelo censo de 2010.

[1] A Contagem Populacional foi efetuada em municípios que possuíam, pelo Censo de 2000, até 170 mil habitantes. Houve exceções – casos dos municípios de Maceió e Arapiraca, que permitiram fechar a contagem para todo o Estado de Alagoas. Para os municípios com população maior, o IBGE procedeu a cálculos estimativos. No presente trabalho, para estes municípios maiores, usaram-se projeções da Fundação SEADE.

Mapa 1: Perímetro Geral, Municípios e Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIs

Tabela 1: Municípios Pertencentes à Macrometrópole Paulista Divididos por UGRHI (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos)

UGRHI	Municípios pertencentes ao Território Socioeconômico	Municípios não pertencentes ao Território Socioeconômico
02 - Paraíba do Sul	Aparecida; Areias; Cachoeira Paulista; Canas; Caçapava; Cruzeiro; Guararema; Guaratinguetá; Igaratá; Jacareí; Jambeiro; Lagoinha; Lavrinhas; Lorena; Monteiro Lobato; Natividade da Serra; Paraibuna; Pindamonhangaba; Piquete; Potim; Queluz; Redenção da Serra; Roseira; Santa Branca; Santa Isabel; São José dos Campos; São Luís do Paraitinga; Silveiras; Taubaté; Tremembé.	Arapeí; Bananal; Cunha; São José do Barreiro.
03 - Litoral Norte	Caraguatatuba; São Sebastião; Ubatuba.	Ilhabela.
05 - Piracicaba / Capivari / Jundiaí	Águas de São Pedro; Americana; Amparo; Analândia; Artur Nogueira; Atibaia; Bom Jesus dos Perdões; Bragança Paulista; Campinas; Campo Limpo Paulista; Capivari; Charqueada; Cordeirópolis; Corumbataí; Cosmópolis; Elias Fausto; Holambra; Hortolândia; Indaiatuba; Ipeúna; Iracemápolis; Itatiba; Itupeva; Jaguariúna; Jarinu; Joanópolis; Jundiaí; Limeira; Louveira; Mombuca; Monte Alegre do Sul; Monte Mor; Morungaba; Nazaré Paulista; Nova Odessa; Paulínia; Pedra Bela; Pedreira; Pinhalzinho; Piracaia; Piracicaba; Rafard; Rio Claro; Rio das Pedras; Saltinho; Salto; Santa Bárbara d'Oeste; Santa Gertrudes; Santa Maria da Serra; Santo Antônio de Posse; São Pedro; Sumaré; Tuiuti; Valinhos; Vargem; Várzea Paulista; Vinhedo, Camanducaia; Extrema; Itapeva; Toledo.	-
06 - Alto Tietê	Arujá; Barueri; Biritiba-Mirim; Caieiras; Cajamar; Carapicuíba; Cotia; Diadema; Embu; Embu-Guaçu; Ferraz de Vasconcelos; Francisco Morato; Franco da Rocha; Guarulhos; Itapecerica da Serra; Itapevi; Itaquaquecetuba; Jandira; Mairiporã; Mauá; Mogi das Cruzes; Osasco; Pirapora do Bom Jesus; Poá; Ribeirão Pires; Rio Grande da Serra; Salesópolis; Santana de Parnaíba; Santo André; São Bernardo do Campo; São Caetano do Sul; São Paulo; Suzano; Taboão da Serra.	-
07 - Baixada Santista	Bertioga; Cubatão; Guarujá; Itanhaém; Mongaguá; Peruíbe; Praia Grande; Santos; São Vicente.	-
09 - Mogi Guaçu	Araras; Conchal; Engenheiro Coelho; Leme; Mogi Guaçu; Mogi Mirim; Serra Negra; Socorro.	Aguaí; Águas da Prata; Águas de Lindóia; Américo Brasiliense; Barrinha; Descalvado; Dumont; Espírito Santo do Pinhal; Guariba; Guatapará; Itapira; Jaboticabal; Lindóia; Luís Antônio; Motuca; Pirassununga; Pitangueiras; Pontal; Porto Ferreira; Pradópolis; Rincão; Santa Cruz da Conceição; Santa Cruz das Palmeiras; Santa Lucia; Santa Rita do Passa Quatro; Santo Antonio do Jardim; São João da Boa Vista; Sertãozinho; Taquaral, Estiva Gerbi.
10 - Tietê / Sorocaba	Alumínio; Anhembi; Araçariguama; Araçoiaba da Serra; Alambari; Bofete; Botucatu; Boituva; Cabreúva; Capela do Alto; Cerquilho; Cesário Lange; Conchas; Iperó; Ibiúna; Itu; Jumirim; Laranjal Paulista; Mairinque; Pereiras; Piedade; Porangaba Porto Feliz; Quadra; Salto de Pirapora; São Roque; Sarapuí; Sorocaba; Tatuí; Tietê; Torre de Pedra; Vargem Grande Paulista; Votorantim.	-
11 - Ribeira de Iguape e Litoral Sul	Juquitiba; São Lourenço da Serra.	Apiaí; Barra do Chapéu; Barra do Turvo; Cajati; Cananéia; Eldorado; Iguape; Ilha Comprida; Iporanga; Itaóca; Itapirapuã Paulista; Itariri; Jacupiranga; Juquiá; Miracatu; Pariquera- Açu; Pedro de Toledo; Registro; Ribeira; Sete Barras; Tapiraí.

Projeção da População

Adotaram-se, no estudo, as projeções totais das populações dos municípios efetuadas pela Fundação SEADE para o Estado de São Paulo. São projeções anteriores ao censo de 2010 mas que já incorporavam os dados da Contagem Populacional de 2007, abrangendo todo o Estado com uma mesma metodologia (fator importante quando se consideram as trocas populacionais intra-regionais) e, fato prático, os órgãos e as empresas públicas estaduais utilizam as informações da Fundação Seade como referência. A tabela 2 traz as projeções populacionais para a Macrometrópole, desagregadas por UGRHI, para os anos de 2008, 2018 e 2035.

Tabela 2: Projeções de População, por UGRHI (Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos)

UGRHI	2008	2018	2025	2035
02 - Paraíba do Sul	1.948.520	2.176.529	2.298.477	2.405.612
03 - Litoral Norte	242.331	282.644	306.005	330.282
05 - Piracicaba / Capivari / Jundiaí	5.022.874	5.673.617	5.984.388	6.217.851
06 - Alto Tietê	19.533.758	21.310.657	22.206.211	22.938.472
07 - Baixada Santista	1.664.929	1.857.493	1.960.432	2.048.752
09 - Mogi Guaçu	535.798	594.596	621.814	641.581
10 - Tietê / Sorocaba	1.828.429	2.109.243	2.253.517	2.375.576
11 - Ribeira de Iguape e Litoral Sul	45.617	53.308	58.271	63.557
Total	30.822.256	34.058.087	35.689.115	37.021.683

Os dados permitem observar que a região macrometropolitana passará dos 30,8 milhões de habitantes em 2008 para 34 milhões em 2018, e chegará a 37 milhões em 2035. A densidade demográfica passará de 579hab/km² em 2008 para 640hab/km² em 2018, e 695hab/km² em 2035. As bacias que mais deverão contribuir para o aumento da população até 2035 são a UGRHI 06 - Alto Tietê, com 3,4 milhões de pessoas, e a UGRHI 05 - Piracicaba / Capivari / Jundiaí, com cerca de 1,2 milhão de pessoas. Juntas, representarão cerca de 75% do acréscimo populacional previsto[2].

[2] A população agregada dos municípios mineiros de Camanducaia, Extrema, Itapeva e Toledo somava 52.339 habitantes em 2000 e 58.036 hab. em 2007.

2. CONSOLIDAÇÃO DOS ESTUDOS DE DEMANDAS

O cálculo das demandas atuais e futuras de água, para o abastecimento urbano, os usos industriais e de irrigação, dos 180 municípios que compõem a Macrometrópole produziram os resultados tendenciais[3] apresentados na tabela 3 e na figura 1 a seguir.

Tabela 3: Total geral de demanda e total de demanda por tipo de uso da água

Setor	2008		2018		2025		2035	
	m³/s	%	m³/s	%	m³/s	%	m³/s	%
Abastecimento	109,14	48,95%	123,37	48,13%	129,31	48,21%	134,41	47,48%
Industrial	69,82	31,32%	78,80	30,75%	81,92	30,54%	86,86	30,68%
Irrigação	43,99	19,73%	54,12	21,12%	56,98	21,24%	61,80	21,83%
Total	**222,96**	**100,0%**	**256,30**	**100,0%**	**268,22**	**100,0%**	**283,07**	**100,0%**

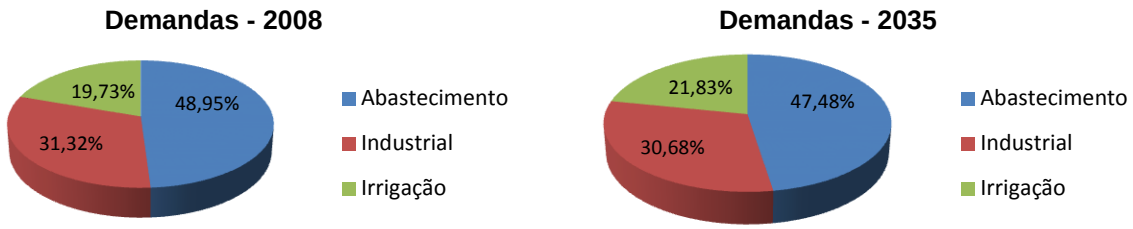


Figura 1: Comparação da Distribuição das Demandas de Água Por Tipo de Uso em 2008 e 2035

As projeções mostram um incremento total de 60,11 m³/s até o ano de 2035, ou um crescimento de 26,96% em relação ao consumo de 2008. O crescimento da demanda - do ponto de vista relativo, não da demanda absoluta - deverá ser mais intenso na irrigação e na indústria que no abastecimento urbano. As taxas de crescimento, respectivamente, serão de 40,5%, 24,4% e 23,2%. Com isso, a participação do abastecimento urbano na demanda total de água passará dos quase 49% atuais para 47,5%.

A demanda por abastecimento urbano deverá chegar, tendencialmente, em 2035 a um volume adicional de 25,3m³/s (Tabela 4). As projeções trazem um incremento de 13,6m³/s para a UGRHI-6 – Alto Tietê; para a UGRHI-5 – Piracicaba/Capivari/Jundiaí (PCJ), nota-se um crescimento de 5,0m³/s. O crescimento também será significativo na UGRHI-7 – Baixada Santista e na UGRHI-10 Tietê-Sorocaba, e algo menos intenso na UGRHI-2 – Paraíba do Sul. A figura 2 e a Tabela 4 indicam as alterações percentuais esperadas na distribuição da demanda entre as várias UGRHIs.

[3] Os resultados apresentados neste Capítulo são tendenciais porque, na sua apuração, não foram consideradas medidas estratégicas de gestão da demanda, como a redução de perdas nos sistemas de abastecimento, reúso de água, etc. Estas medidas são objeto do Capítulo 4 seguinte; especialmente, há uma estimativa importante para a possibilidade de redução de perdas no território estudado.

Tabela 4: Resultado do Estudo de Demandas de Abastecimento Público por UGRHI

UGRHI	2008		2018		2025		2035	
	m³/s	%	m³/s	%	m³/s	%	m³/s	%
2 – Paraíba do Sul*	6,37	5,8	7,13	5,8	7,51	5,8	7,85	5,8
3 – Litoral Norte*	0,98	0,9	1,15	0,9	1,24	1,0	1,34	1,0
5 – Piracicaba/ Capivari/ Jundiaí	17,36	15,9	20,24	16,4	21,43	16,6	22,36	16,6
6 – Alto Tietê	69,22	63,4	76,93	62,4	80,09	61,9	82,84	61,6
7 – Baixada Santista	7,03	6,4	8,38	6,8	8,86	6,	9,29	6,9
9 – Mogi Guaçu*	2,01	1,8	2,25	1,8	2,36	1,8	2,44	1,8
10 – Tietê/ Sorocaba	6,09	5,6	7,15	5,8	7,65	5,9	8,10	6,0
11 – Ribeira de Iguape/ Litoral Sul*	0,07	0,1	0,15	0,1	0,17	0,1	0,18	0,1
Total	**109,14**	**100,0**	**123,376**	**100,0**	**129,31**	**100,0**	**134,41**	**100,0**

* UGRHIs parcialmente inseridas na Macrometrópole

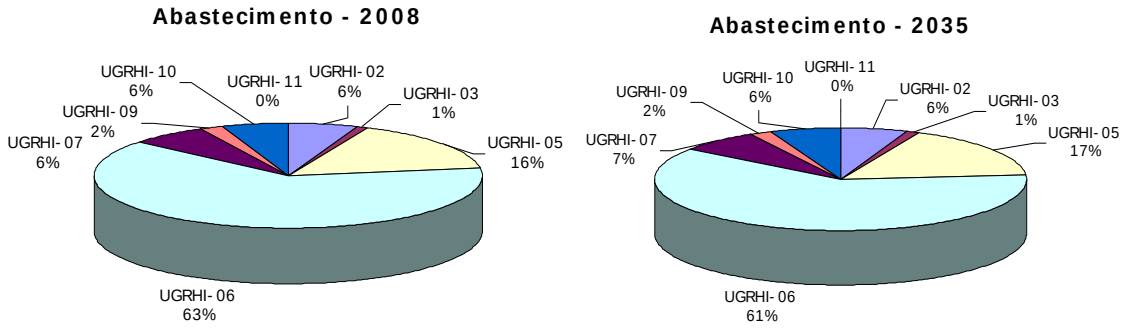


Figura 2: Comparação da Distribuição das Demandas de Abastecimento Público em 2008 e 2035 por UGRHI

O estudo mostra, conforme a Tabela 5, que o uso industrial[4] apresentará um incremento tendencial de demanda de 17,0m³/s para 2035 – um crescimento substantivo de 24,4% sobre o consumo atual de 69,8m³/s. Essa demanda ampliada se originará principalmente das UGRHIs- 5, 10 e 7, (PCJ, Tietê/Sorocaba e Baixada Santista), que responderão por acréscimos de 6,59m³/s, 3,05 m³/s e 2,22m³/s, respectivamente. A Bacia do Alto Tietê deverá apresentar uma demanda incremental menor (2,17m³/s), em especial se comparada à evolução projetada para o abastecimento urbano. As projeções, no caso, mostram alterações mais relevantes na distribuição das demandas pelas várias UGRHIs, encontradas na Tabela 5 e na Figura 3.

[4] A demanda industrial a que se refere o texto é estritamente aquela demanda isolada dos sistemas de abastecimento público. A demanda industrial que utiliza água do sistema de abastecimento público está considerada dentro do abastecimento público.

Tabela 5: Resultado do Estudo de Demandas para Uso Industrial por UGRHI

UGRHI	2008		2018		2025		2035	
	m³/s	%	m³/s	%	m³/s	%	m³/s	%
2 – Paraíba do Sul*	5,45	7,81	6,19	7,86	6,49	7,92	6,96	8,01
3 – Litoral Norte*	0,39	0,56	0,46	0,59	0,51	0,62	0,58	0,67
5 – Piracicaba/ Capivari/ Jundiaí	10,54	15,10	13,91	17,65	15,14	18,48	17,13	19,72
6 – Alto Tietê**	37,39	53,56	38,63	49,02	39,00	47,60	39,56	45,55
7 – Baixada Santista	7,89	11,30	9,13	11,59	9,52	11,63	10,11	11,65
9 – Mogi Guaçu*	3,59	5,1	4,31	5,48	4,55	5,55	4,91	5,66
10 – Tietê/ Sorocaba	4,54	6,51	6,16	7,82	6,70	8,19	7,59	8,74
11 – Ribeira de Iguape/ Litoral Sul*	0,001	0,00	0,001	0,00	0,001	0,00	0,001	0,00
Total	**69,82**	**100,00**	**78,80**	**100,00**	**81,92**	**100,00**	**86,86**	**100,00**

* UGRHIs parcialmente inseridas na Macrometrópole

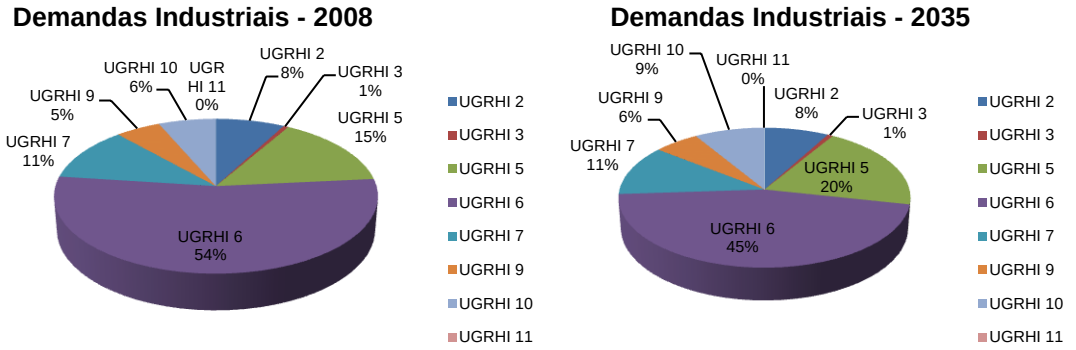


Figura 3: Comparação da Distribuição das Demandas Industriais em 2008 e 2035 por UGRHI

Finalmente, a demanda de água para a irrigação apresentará um incremento tendencial de 17,81m³/s (Tabela 6), com um crescimento de 40,5% sobre o consumo aferido em 2008. A dinâmica de crescimento, porém, será bastante variada. Somadas, as demandas das UGRHIs 10 – Tietê/Sorocaba, 9 – Mogi-Guaçu e 5 – Piracicaba/Capivari/Jundiaí representarão 97,5%, ou 17,36m³/s, de incremento nas águas para usos de irrigação. A IGRHI-6 - Alto Tietê deverá apresentar um crescimento nulo durante o período de projeção. Note-se, todavia, que há um razoável grau de incerteza quanto às demandas futuras para a irrigação; esta incerteza tem base no atual cadastro de outorgas, que abrange um consumo em torno de 20,5m³/s, ou 46,5% do volume atual total estimado, e na sua discrepância com os dados provenientes do último censo agropecuário do IBGE, de 2006 (que apontam para um volume maior).

Tabela 6: Resultado do Estudo de Demandas para Irrigação por UGRHI

UGRHI	2008		2018		2025		2035	
	m³/s	%	m³/s	%	m³/s	%	m³/s	%
2 – Paraíba do Sul*	6,19	14,08%	6,44	11,92%	6,53	11,46%	6,64	10,75%
3 – Litoral Norte*	0,10	0,24%	0,10	0,19%	0,10	0,18%	0,10	0,17%
5 – Piracicaba/ Capivari/ Jundiaí	12,37	28,13%	15,09	27,89%	16,63	29,19%	19,23	31,12%
6 – Alto Tietê	4,54	10,32%	4,54	8,39%	4,54	7,97%	4,54	7,35%
7 – Baixada Santista	0,02	0,06%	0,02	0,05%	0,02	0,05%	0,02	0,04%
9 – Mogi Guaçu*	6,28	14,29%	9,75	18,01%	10,12	17,77%	10,76	17,42%
10 – Tietê/ Sorocaba	14,45	32,86%	18,15	33,54%	19,01	33,37%	20,47	33,13%
11 – Ribeira de Iguape/ Litoral Sul*	0,003	0,01%	0,004	0,01%	0,005	0,01%	0,006	0,01%
Total	**43,99**	**100,00%**	**54,12**	**100,00%**	**56,98**	**100,00%**	**61,80**	**100,00%**

* UGRHIs parcialmente inseridas na Macrometrópole

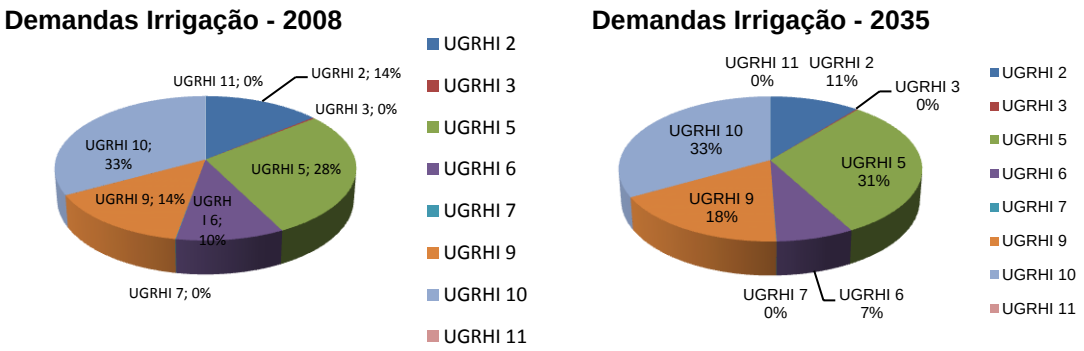


Figura 4: Comparação da Distribuição das Demandas de Irrigação em 2008 e 2035 por UGRHI

A tabela 7 apresenta os dados, agregados por UGRHI, da evolução tendencial das demandas incrementais de água para o abastecimento público e os usos industriais e de irrigação. Todas as bacias hidrográficas apresentarão crescimento da demanda, mas da vazão total de 60,11m³/s, as bacias do Alto Tietê e do Piracicaba/Capivari/Jundiaí responderão, segundo os cálculos efetuados, por 58,2% deste incremento. No caso das bacias do PCJ, a ampliação esperada (18,45m³/s) virá das demandas crescentes para todos os usos avaliados; na bacia do Alto Tietê, a vazão adicional (15,80m³/s) será devida, em sua maior parte, às demandas do abastecimento público. No entanto, serão também substantivos, em termos absolutos, os acréscimos requeridos, por exemplo, para a UGRHI-10 – Tietê-Sorocaba, uma região potencialmente escassa de recursos hídricos (11,08m³/s), para a UGRHI-9 – Mogi-Guaçu (6,23m³/s) e para a UGRHI-7 – Baixada Santista (4,48m³/s).

Tabela 7: Resultado do Total de Demanda Hídrica por UGRHI

UGRHI	2008		2018		2025		2035	
	m³/s	%	m³/s	%	m³/s	%	m³/s	%
2 – Paraíba do Sul*	18,02	8,08	19,77	7,71	20,53	7,66	21,45	7,58
3 – Litoral Norte*	1,48	0,66	1,71	0,67	1,85	0,69	2,03	0,72
5 – Piracicaba/ Capivari/ Jundiaí	40,28	18,07	49,24	19,21	53,20	19,84	58,73	20,75
6 – Alto Tietê	111,15	49,86	120,10	46,86	123,63	46,10	126,95	44,85
7 – Baixada Santista	14,95	6,71	17,53	6,84	18,41	6,86	19,43	6,87
9 – Mogi Guaçu*	11,89	5,33	16,31	6,36	17,03	6,35	18,12	6,40
10 – Tietê/ Sorocaba	25,09	11,25	31,45	12,27	33,37	12,44	36,17	12,78
11 – Ribeira de Iguape/ Litoral Sul*	0,07	0,03	0,15	0,06	0,17	0,06	0,19	0,07
Total	**222,96**	**100,00**	**256,30**	**100,00**	**268,21**	**100,00**	**283,07**	**100,00**

* UGRHIs parcialmente inseridas na Macrometrópole

3. CENÁRIOS ALTERNATIVOS DE PLANEJAMENTO DAS DEMANDAS

Com base na avaliação tendencial das demandas, objeto do Capítulo 2 anterior, buscou-se a construção inicial de cenário alternativo quanto às necessidades futuras de água. Usualmente, as variáveis utilizadas para a composição deste tipo de cenário são: (i) a gestão de demanda; (ii) o crescimento diferenciado das diferentes regiões da Macrometrópole, em função do dinamismo econômico ou de ações voltadas ao ordenamento do território.

Neste Plano Diretor, para a gestão da demanda, foram efetuados cálculos relacionados à redução do Índice de Perdas na Distribuição total – IPD (isto é, nos sistemas públicos de abastecimento) e, em conseqüência, elaborou-se um cenário onde se observará uma redução das vazões necessárias futuras. Foram também elaborados cálculos relacionados e às melhorias das técnicas de irrigação. Estes resultados foram incorporados ao cenário alternativo de vazões porque a sua contribuição é expressiva quanto ao agregado de vazões demandadas no futuro, apesar do grau de incerteza quanto ao consumo real da agricultura irrigada. Outras medidas de gestão de demanda, como o uso de normas, equipamentos e tecnologias voltadas à economia de água (como o Programa de Uso Racional da Água da Sabesp e similares adotados por outros municípios da região da Macrometrópole), e mudanças comportamentais determinadas por programas de comunicação social e de educação ambiental também foram objeto de cálculos. Quanto à eventualidade de alterações significativas no cenário econômico regional, o Plano Diretor procurou, a partir de alguns pressupostos e simulações, identificar os impactos sobre as demandas para abastecimento urbano e para uso industrial. Para esse cenário alternativo, utilizou-se a prejeção do PIB, no cenário econômico menos pessimista, que vem sendo adotada em outros estudos de planejamento, a seguir comentados.

De toda forma, levando-se em consideração que todo o Plano Diretor deverá ser objeto de monitoramento futuro, visando a cotejar as suas previsões com a realidade observada ao longo do tempo, elaborou-se, no decorrer deste trabalho, um *Modelo de Geração de Cenários de Demandas*. Trata-se de ferramenta de planejamento capaz de simular possibilidades variadas de impactos relevantes - sempre que houver o desenvolvimento de políticas públicas ativas e/ou a emergência de dados confiáveis relacionados ao consumo real, às ações de gestão da demanda e a fenômenos significativos de reordenamento econômico-territorial - sobre as demandas futuras de água da Macrometrópole.

3.1. Cenário com Intensificação do Crescimento Brasileiro

Neste cenário alternativo, a projeção do crescimento busca refletir os potenciais impactos que as proposições de empreendimentos em infraestrutura e energia, atualmente em discussão, poderiam ter sobre as demandas de recursos hídricos.

Vale destacar os projetos para a conclusão do Rodoanel de São Paulo, o trem bala entre Campinas, São Paulo, São José dos Campos, Resende e Rio de Janeiro, hidrelétricas dos rios Madeira e Xingu, o pólo de crescimento do entorno de Campinas, o pólo de crescimento da região de Sorocaba. Também comporta o desenvolvimento gerado pelo aproveitamento dos poços de petróleo do Pré-Sal, a partir de 2012, influenciando diretamente a região costeira do Estado de São Paulo, em especial a Baixada Santista e o Litoral Norte, e toda a atividade portuária de exportação e importação.

Os projetos mencionados impactam a demanda hídrica especialmente sobre os setores da indústria e, consequentemente, sobre a qualidade de vida da população. O cenário apresentado considera o incremento na demanda apenas para o abastecimento público e das indústrias isoladas e para um grupo de municípios que, em função da sua proximidade em relação aos grandes eixos viários e aos principais pólos de produção do Estado de São Paulo, seriam mais fortemente beneficiados no cenário de Intensificação do Crescimento Brasileiro.

Para a elaboração do cenário tendencial, o único critério econômico considerado para a projeção foi o Produto Interno Bruto Industrial do Estado de São Paulo e sua projeção realizada a partir dos dados históricos obtidos junto à FIESP.

Com isso, uma curva tendencial do PIB estadual de São Paulo foi obtida a partir da projeção do crescimento médio do período entre 1998 e 2007[5], últimos 10 anos dos dados disponíveis, e harmonizado para compor uma curva homogênea, a curva de crescimento tendencial da Figura 5 a seguir. A tendência verificada do PIB apresenta um crescimento médio do Estado de São Paulo em 2,5% ao ano. O coeficiente de crescimento do PIB obtido é bastante coerente com o apresentado para as projeções mais conservadoras de cenário econômico para o país, conforme pode ser verificado nos estudos realizados para o Plano Nacional de Habitação[6] em 2008. Neste trabalho foram consideradas as projeções de longo prazo do PIB nacional de 9 instituições, incluindo Ministério de Minas e Energia e Petrobras, e, a partir delas, dois cenários foram fixados: um considerando o crescimento pessimista de 2,5% ao ano para o país; e outro considerando um crescimento mais provável de 4% ao ano da economia brasileira.

Para a estruturação do Cenário com Intensificação do Crescimento Brasileiro utilizou-se esta projeção do PIB para o cálculo das demandas projetadas. A curva de crescimento das demandas do cenário tendencial foi corrigida por um fator resultante da relação entre o PIB

[5] Os dados de variação acumulada do Produto Interno Bruto a preço de mercado para o estado de São Paulo, entre 1995-2007, foram obtidos do website do IBGE visitado em 15/08/2010.

[6] De acordo com o Contrato de Prestação de Serviços nº 07/47-3921, Ref. BID Nr: 4000007130, BRA/00/019, Habitar Brasil/ BID, para elaboração do PLANO NACIONAL DE HABITAÇÃO (PlanHab) elaborado pelo consórcio entre as empresas Via Pública, LabHab-Fupam e Logos Engenharia, em 2008.

adotado no Plano Nacional de Habitação, 3,4% ao ano em média, e o PIB médio tendencial calculado a partir dos índices observados no período entre 1998 e 2007.

Desta forma, obteve-se um incremento de 36% sobre o coeficiente de projeção de demanda hídrica tendencial para aqueles municípios mais intensamente beneficiados por este cenário.

Na Figura 5, a curva representativa do Cenário com Intensificação do Crescimento Brasileiro apresenta, graficamente, o incremento no PIB de São Paulo considerando o crescimento utilizado como base para este cenário alternativo, em comparação com a previsão do crescimento do PIB do Estado de São Paulo adotado no cenário tendencial.

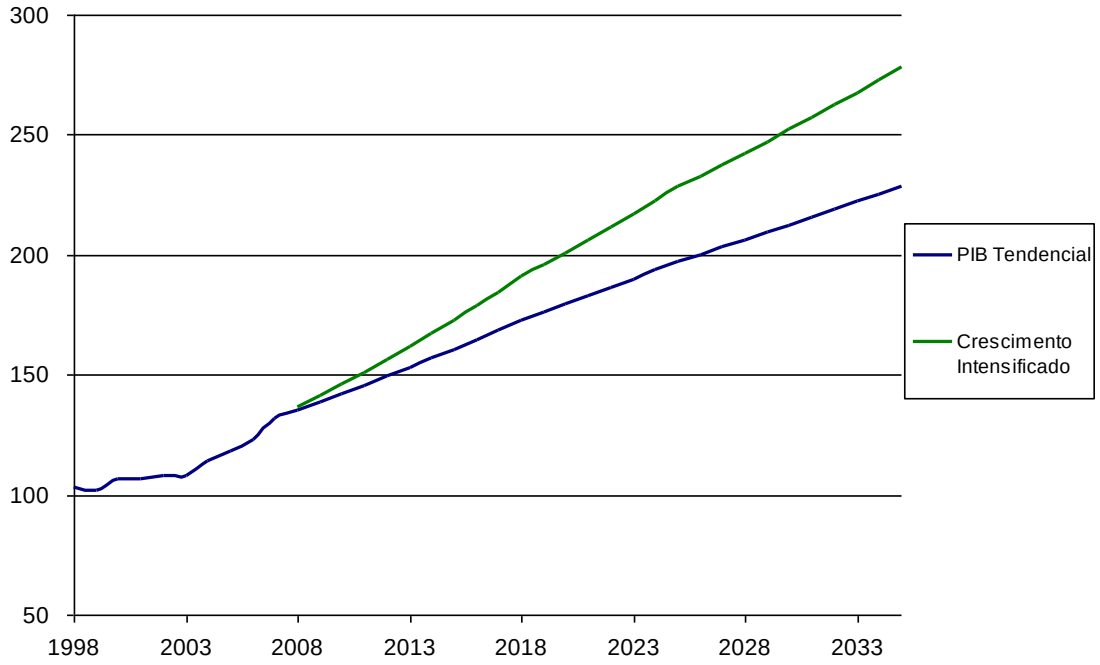


Figura 5: Variação acumulada do PIB do Estado de São Paulo,a preços de mercado, projetados para o cenário de manutenção do crescimento entre 1995 e 2007 e intensificado

Esses valores foram aplicados às demandas de abastecimento urbano e indústrias isoladas sem considerar a adoção de nenhuma medida de gestão de demandas. Desse cenário, resultaram os dados apresentados na Tabela 8. Desta forma, estes coeficientes resultaram, em 2035, num incremento 4,7%, em comparação com a demanda total do Cenário Tendencial, com uma vazão adicional de 13,4m³/s.

Tabela 8: Resultado das demandas para o Cenário com Intensificação do Crescimento Brasileiro e somatória da demanda da Macrometrópole para os horizontes de projeto

UGRHI	Demandas de água (m³/s)												Soma (m³/s)			
	Urbano				Irrigação				Industrial							
	2008	2018	2025	2035	2008	2018	2025	2035	2008	2018	2025	2035	2008	2018	2025	2035
02 - Paraíba do Sul*	6,37	7,36	7,91	8,45	6,19	6,44	6,52	6,64	5,45	6,49	7,01	7,75	18,02	20,30	21,45	22,84
03 - Litoral Norte*	0,98	1,23	1,40	1,58	0,10	0,10	0,10	0,10	0,39	0,50	0,58	0,70	1,48	1,84	2,08	2,38
05 - Piracicaba/Capivari/Jundiaí	17,36	21,30	23,22	24,98	12,37	15,09	16,63	19,23	10,54	14,55	16,25	18,88	40,28	50,95	56,12	63,10
06 - Alto Tietê**	69,22	78,46	82,71	86,72	4,54	4,54	4,54	4,54	37,39	38,93	39,50	40,31	111,15	121,94	126,76	131,57
07 - Baixada Santista	7,03	9,05	10,01	10,97	0,02	0,02	0,02	0,02	7,89	9,91	10,85	12,10	14,95	19,00	20,89	23,10
09 - Mogi Guaçu*	2,01	2,07	2,05	1,98	6,28	9,74	10,12	10,76	3,59	4,07	4,11	4,21	11,88	15,89	16,29	16,96
10 - Tietê/Sorocaba	6,08	7,31	7,91	8,46	14,45	18,15	19,01	20,47	4,54	6,11	6,60	7,39	25,09	31,57	33,53	36,33
11 - Ribeira do Iguape/Litoral Sul*	0,07	0,14	0,14	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,14	0,15	0,15
Total	**109,14**	**126,95**	**135,38**	**143,31**	**43,99**	**54,11**	**56,97**	**61,80**	**69,81**	**80,59**	**84,94**	**91,36**	**222,96**	**261,67**	**277,30**	**296,47**
Crescimento (2008-35) % a.a. equivalente	**1,01014**				**1,01266**				**1,01001**				**1,01061**			

* UGRHIs parcialmente inseridas na Macrometrópole
** A demanda industrial do município de São Paulo, pertencente à UGRHI 06 - Alto Tietê, inclui as outorgas da Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. (EMAE), cadastradas como finalidade industrial, que somam 27,8 m³/s para a geração de energia elétrica na Usina Termoelétrica de Piratininga.

Em se tratando da irrigação, a falta de dados mais consistentes sobre o comportamento dessa demanda e a forte relação deste consumo com a disponibilidade sazonal levou a não considerar um crescimento diferenciado que pudesse conflitar com o abastecimento de outras demandas num cenário de consumo mais intensificado, sendo esperado que a irrigação seja rapidamente regulada em caso de consumos superiores aos projetados.

Caso um cenário como este, de Intensificação do Crescimento Brasileiro, se torne realidade, uma série de ações de comando e controle deverão ser criadas. Dentre elas, destaca-se a adoção do reúso de águas e tecnologias de sistemas fechados de uso de água para indústrias. No item 3.3.1, Potenciais Usuários para Água de Reuso, são apresentados os estudos elaborados para identificar os principais potenciais de reúso de águas de pós-tratamento de ETEs no território da Macrometrópole.

3.2. Cenário com ações de gestão e controle operacional das demandas

Neste cenário, associado às premissas do cenário tendencial, foram introduzidos redutores decorrentes da implementação de ações de gestão e controle operacional das demandas. Nas ações relacionadas à gestão de demandas, as perdas totais nos sistemas de abastecimento de água são o fator mais relevante. Contudo, neste Plano Diretor outras formas de intervenção também foram consideradas para a formulação de cenários alternativos de demandas. Foram consideradas as seguintes formas de intervenção: (i) a redução de consumo e mudanças comportamentais; (ii) a gestão do uso da água para irrigação; (iii) a gestão do uso da água para a indústria.

3.2.1. Redução do Índice de Perdas Totais (IPD)

Estudos realizados no âmbito da Macrometrópole mostram que a perda total corresponde a 38% do volume produzido para o abastecimento urbano (ou 41,0m³/s). São identificáveis, nos municípios da Macrometrópole, IPDs entre 7% e 75%.

Nos trabalhos deste Plano Diretor, foram elaborados subsídios a um Programa Global de Controle e Redução de Perdas, com diversas ações reconhecidas como eficientes para a diminuição de perdas reais e aparentes (este trabalho técnico é encontrado no volume integral do Relatório Intermediário 2). O Programa permite aferir, inclusive em termos financeiros, dois tipos de atividades: (i) a redução de perdas; e, (ii) obtida a redução, a manutenção das perdas dentro das metas desejadas.

Considerou-se, inicialmente, a possibilidade de estabelecer o indicador IPD entre 30% e 20%. Registre-se que a velocidade de redução do IPD está associada à situação inicial das perdas do município. Para a situação de IPD acima de 40%, foi adotada a velocidade de redução de perdas de 4% ao ano. Para os municípios com perdas entre 40% e 25%, a velocidade de redução adotada foi de 3% ao ano e, nos casos de municípios com perdas entre 20% e 25%, adotou-se a redução de perdas de 2% ao ano. Assim, há uma

desaceleração da velocidade de redução de perdas, na medida em que cada município atinge melhores indicadores de desempenho[7].

O percentual entre 20% a 30% de redução das perdas nos sistemas públicos de abastecimento afeta a composição da demanda de abastecimento urbano e modifica os resultados finais da projeção para o ano de 2035, de acordo com os números referenciais da Tabela 9. Assim, para a adoção de uma meta – um número médio, no caso – para o conjunto da Macrometrópole, foram particularmente avaliadas as experiências da Sabesp e da Sanasa (operadora dos serviços municipais de Campinas)[8]. O Plano Corporativo de Perdas da Sabesp prioriza a redução de perdas nos sistemas responsáveis por 80% do volume total de perdas da concessionária e visa a atingir, em 2012, um nível de perdas da ordem de 346 litros/ligação/dia. Esse parâmetro, aplicado ao Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos da Macrometrópole, representaria um IPD de 28%, índice este adotado, em cenário alternativo, como meta para 2035.

Pela Figura 6, é possível comparar a meta adotada com os dados de países europeus e verificar a sua compatibilidade com a situação de perdas, na virada do século, na França e na Itália. A meta seria alcançada a partir de investimentos contínuos realizados desde 2010, os quais alcançariam, em valor presente total dos custos, descontado a 12% ao ano, um total de R$ 11,4 bilhões a preços de junho/2009. Este valor inclui as ações de redução de perdas e a manutenção destas perdas dentro da meta desejada.

Tabela 9: Resultados de Redução do Consumo no Abastecimento Urbano em Função da Redução do Índice de Perdas Totais - IPD

IPD(%)	2035 (m³/s)	Redução (m³/s)
Atual 38	134,4	0,00
30	120,4	14,00
28	117,6	16,87
25	114,2	20,24
22	110,4	23,74
20	108,3	25,42

[7] No estudo, não foram consideradas reduções abaixo de 20%; abaixo deste patamar entende-se que seriam necessárias tecnologias e aportes financeiros de grandes proporções, com menores benefícios para a economia de água (i.é., reduções físicas menores a um custo muito elevado).

[8] Foi especialmente consultado o Plano de Ações para a Redução de Perdas, da Unidade de Negócios Metropolitana (Sabesp, 2007). Em Campinas, investimentos significativos em quase duas décadas trouxeram as perdas do sistema público de abastecimento para 25%.

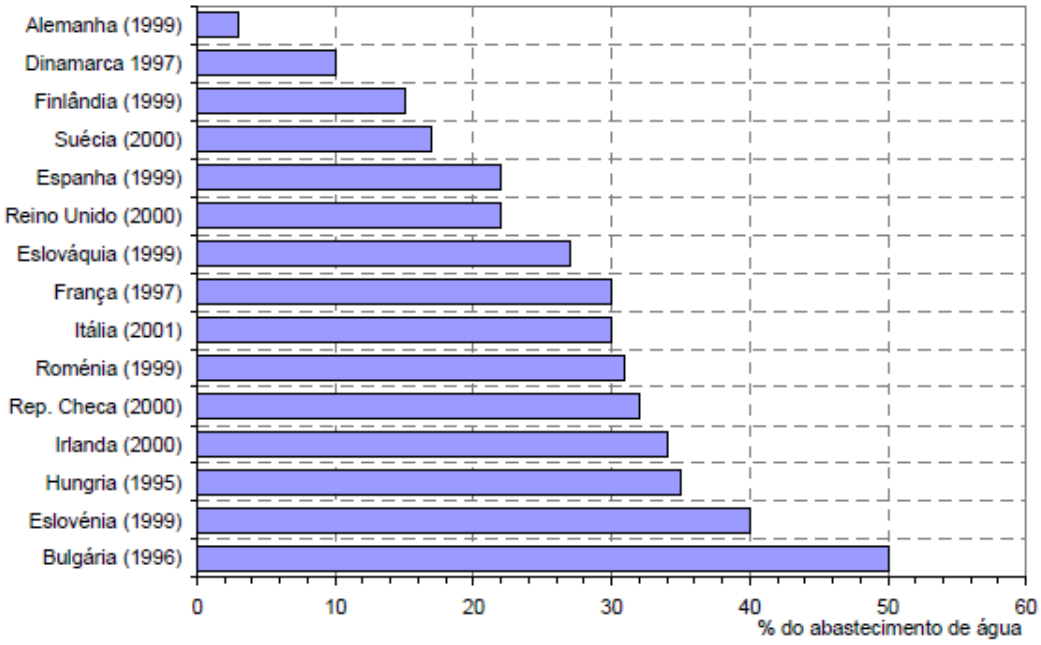


Figura 6: Índice de Perdas Médios em Países Europeus (*)

Fonte: Instituto Regulador de Águas e Resíduos, Uso Eficiente da Água no Setor Urbano, Portugal, 2004
(*) Fonte: Instituto Regulador de Águas e Resíduos, Uso Eficiente da Água no Setor Urbano, Portugal,
(*) Fonte: Instituto Regulador de Águas e Resíduos, Uso Eficiente da Água no Setor Urbano, Portugal, 2004.

A redução de 16,87m³/s na demanda por abastecimento público, por conta da redução das perdas para um percentual médio de 28%, já mencionada na Tabela 9, distribui-se pelas várias UGRHIs da Macrometropole conforme a Tabela 10.

Tabela 10: Abastecimento Público: Resultado da Demanda Hídrica Total para o Cenário Alternativo Adotado

UGRHI	2008		2018		2025		2035	
	m³/s	%	m³/s	%	m³/s	%	m³/s	%
2 – Paraíba do Sul*	6,37	5,84	6,54	5,76	6,53	5,71	6,79	5,78
3 – Litoral Norte*	0,98	0,90	1,03	0,91	1,04	0,92	1,10	0,94
5 – Piracicaba/ Capivari/ Jundiaí	17,36	15,91	18,94	16,65	19,32	16,9	19,99	17,01
6 – Alto Tietê	69,22	63,42	70,84	62,28	71,01	62,11	72,82	61,95
7 – Baixada Santista	7,03	6,44	7,61	6,70	7,56	6,62	7,63	6,49
9 – Mogi Guaçu*	2,01	1,84	2,08	1,83	2,10	1,84	2,16	1,84
10 – Tietê/ Sorocaba	6,08	5,58	6,53	5,74	6,60	5,77	6,86	5,84
11 – Ribeira de Iguape/ Litoral Sul*	0,07	0,06	0,14	0,13	0,15	0,13	0,16	0,14
Total	**109,14**	**100,00**	**113,73**	**100,00**	**114,34**	**100,00**	**117,54**	**100,00**

* UGRHIs parcialmente inseridas na Macrometrópole

3.2.2. Redução do consumo e mudanças comportamentais

A elaboração do Cenário com ações de Gestão e Controle Operacional das Demandas para o cálculo de demandas futuras adotou ações de economia por redução do consumo estritamente para o consumo residencial urbano.

Outras ações também podem ser elaboradas enfocando mudanças comportamentais do consumidor, ações de estímulo de mercado, bonificações por substituição de equipamentos

e introdução de novas tecnologias e educação, ou por imposição de normas como escalonamento de preços e limite de acesso.

Espera-se que um programa voltado à modificação comportamental no uso da água possa gerar uma redução, de caráter permanente, no consumo de água. Os coeficientes aplicados como resultado das ações de economia de consumo por mudança comportamental, ao cenário de ações de gestão e controle operacional das demandas são apresentados na tabela 11 a seguir que resulta em uma economia de água que, em 2020, atinge o seu limite de 5%, patamar este que se estende até o horizonte de 2035.

Tabela 11: Coeficientes de economia no consumo residencial urbano dos mananciais superficiais aplicados ao Cenário com Ações de Gestão e Controle Operacional das Demandas.

	2012	2014	2016	2018	2020
Coeficientes de economia de consumo (em %)	1	2	3	4	5

Em decorrência dos resultados obtidos com o Programa de Uso Racional da Água para as edificações públicas de São Paulo e também para a Universidade de São Paulo, espera-se que os resultados obtidos possam ser estendidos para todo o setor público da Macrometrópole, no Cenário com Ações de Gestão e Controle Operacional das Demandas. Por isso, foi incorporado a este cenário uma redução de 10% no consumo público entre 2010 e 2013 e de 20% a partir de 2014, mantida constante até o horizonte final de projeto.

3.2.3. Gestão de Demanda: Uso da Água para Irrigação

Foi estimado, conforme apresentado no Relatório Intermediário RI-1, um cenário de crescimento alternativo da demanda de recursos hídricos para a irrigação baseado em ações de promoção e aplicação de novas tecnologias de irrigação. Durante a elaboração do trabalho, verificou-se uma predominância da irrigação por aspersão convecional nos municípios mais representativos das UGRHIs. Observa-se, entretanto, que a aspersão convencional é uma das tecnologias de menor eficiência na utilização da água, significando uma oportunidade para a melhoria tecnológica dos métodos de irrigação aplicados aos municípios da Macrometrópole Paulista com maior área irrigada.

Foi considerado, para o período entre 2008 e 2018, um incremento tecnológico baseado em ações de curto e médio prazo, fruto de ações como a abertura de crédito e intensificação da assistência técnica voltada para o uso racional da água. O objetivo dessas ações é a substituição da tecnologia atualmente utilizada por tecnologias de maior eficiência nas áreas de maior demanda hídrica.

A continuidade destas ações, entre 2018 e 2035, corresponde à expansão da abrangência das ações implementadas para os produtores rurais de áreas menos críticas, intensificando ações de capacitação dos produtores, a cobrança pelo uso da água e a abertura da tecnologia de irrigação mais eficiente mesmo para o pequeno produtor.

A Tabela 12, a seguir, apresenta, em relação ao cenário tendencial, os índices de redução das demandas para o uso da irrigação, adotados no cenário com Ações de Gestão e Controle Operacional das Demandas para os períodos 2008-2018 e 2018-2035.

Tabela 12: Porcentagens de redução de demandas por incremento tecnológico aplicados à demanda de irrigação no Cenário com Ações de Gestão e Controle Operacional das Demandas

UGRHI	2008-2018 (%)	2018-2035 (%)
2 – Paraíba do Sul	8	5
3 – Litoral Norte	0	5
5 – Piracicaba/ Capivari/ Jundiaí	5	5
6 – Alto Tietê	8	5
7 – Baixada Santista	0	5
9 – Mogi Guaçu	5	5
10 – Tietê/ Sorocaba	8	5
11 – Ribeira de Iguape/ Litoral Sul	5	5

Outras ações são tão ou mais importantes para a gestão do uso da água na irrigação. A começar pela abordagem da produção rural como parte essencial da atividade econômica e, consequentemente, o tratamento dessa atividade de forma intensa tanto na fiscalização quanto na promoção e acompanhamento técnico.

São necessárias, também, a implementação desde campanhas promocionais elucidativas, à capacitação e treinamento até o estabelecimento de metodologias de acesso ao desenvolvimento tecnológico. Uma das principais vertentes é a melhoria da assistência técnica em geral, mas especialmente focada na redução do consumo de água.

Outras ações de gestão e controle de demandas ainda podem causar redução das demandas para a irrigação a partir de mudanças comportamentais. Ações como o registro e a outorga efetiva dos recursos hídricos aplicados à irrigação e da cobrança pelo uso da água podem causar economias superiores às previstas no cenário ora proposto.

3.2.4. A gestão do uso da água para a indústria.

Diversas ações de gestão de demandas para as águas industriais estão em pauta ou iniciando sua aplicação. A outorga e a cobrança pelo uso da água são ferramentas que atingem diretamente o volume de água consumido e o aprimoramento dessas condicionantes legais vai impor a melhoria de eficiência nos processos industriais.

Também, diversas ações em controle da qualidade dos efluentes industriais e de seu impacto sobre os corpos receptores ajudam na melhoria das condições ambientais, mas não causa diretamente a redução no consumo.

Tudo isso, porém, resulta na exigência de desenvolvimento e inovação tecnológica para as indústrias hidrointensivas ou mesmo as usuárias de menor porte. Esse desenvolvimento tecnológico já está em pauta ha alguns anos, apresentando resultados importantes principalmente no tratamento de efluentes e melhoria da qualidade. Ainda assim, existem diversas empresas buscando soluções de desenvolvimento de ciclos fechados de utilização de água e utilização de fontes alternativas de água como as águas de reúso.

Como não existem estudos disponíveis que apresentem resultados de redução do impacto no consumo de água em escala regional pela aplicação de restrições tecnológicas e poucos dados sobre o efeito da cobrança pelo uso da água, foi estabelecida, em relação ao cenário tendencial, uma meta de redução de 5% na demanda industrial até o ano de 2035. Essa redução foi aplicada tanto à indústria isolada quanto às indústrias conectadas aos serviços públicos de saneamento, numa taxa de crescimento da redução do consumo de 0,2% ao ano a partir de 2010.

3.2.5 Síntese do cenário com Ações de Gestão e Controle Operacional das Demandas

Em resumo, os coeficientes de redução das demandas, em relação ao cenário tendencial, ficaram assim configurados:

- Redução progressiva do IPD até 28%;
- Mudança comportamental atingindo-se, a partir de 2020, uma redução no consumo em 5%;
- Programa de Uso Racional de Água em edificações públicas, com redução das demandas em 10% até 2013 e de 20%, mantida constante, a partir de 2014;
- Mudanças tecnológicas e de gestão do uso da água na irrigação, resultando em redução da demanda de água conforme apresentada na Tabela 12;
- Ações de gestão das demandas para a indústria com redução de 0,2% ao ano, resultando, em 2035, em um consumo de 95%, em relação ao cenário tendencial.

Esses cinco fatores, em conjunto, resultaram em uma economia de 11,2% (31,6m³/s) em relação ao Cenário Tendencial**Erro! Fonte de referência não encontrada.**. Da vazão total conomizada, 53,4% equivalem a ações de redução no IPD. Em segundo lugar, as tecnologias e gestão dos usos na irrigação são responsáveis por 22,4% (7,1m³/s) da economia. As tecnologias limpas e a cobrança pela uso da água reduzem em 14,7% (4,6m³/s) a demanda industrial. A mudança comportamental no consumo residencial, como foi apresentada, representa 9,5% do economizado e o PURA, para o consumo público, não ultrapassa 0,1% da economia calculada.

Tabela 13: Resultado das demandas para o Cenário com Ações de Gestão e Controle Operacional das Demandas

UGRHI	Demandas de água (m³/s)												Soma (m³/s)			
	Urbano				Irrigação				Industrial							
	2008	2018	2025	2035	2008	2018	2025	2035	2008	2018	2025	2035	2008	2018	2025	2035
02 - Paraíba do Sul*	**6,37**	**6,33**	**6,23**	**6,49**	**6,19**	**5,95**	**5,89**	**5,81**	**5,45**	**6,11**	**6,33**	**6,67**	**18,024**	**18,404**	**18,474**	**18,988**
03 - Litoral Norte*	0,98	0,91	0,89	0,95	0,10	0,10	0,10	0,10	0,39	0,45	0,49	0,55	1,482	1,471	1,498	1,616
05 - Piracicaba/Capivari/Jundiaí	17,36	17,82	18,16	18,79	12,37	14,33	15,44	17,30	10,54	13,70	14,71	16,33	40,286	45,869	48,332	52,425
06 - Alto Tietê**	69,22	70,47	70,63	72,40	4,54	4,18	4,09	3,96	37,39	38,05	37,90	37,70	111,158	112,713	112,632	114,075
07 - Baixada Santista	7,03	6,80	6,56	6,69	0,02	0,02	0,02	0,02	7,89	8,98	9,23	9,61	14,953	15,812	15,830	16,334
09 - Mogi Guaçu*	2,01	1,92	1,96	2,02	6,28	9,26	9,40	9,68	3,59	4,25	4,42	4,68	11,889	15,437	15,790	16,391
10 - Tietê/Sorocaba	6,08	6,12	6,15	6,39	14,45	16,69	17,09	17,81	4,54	6,07	6,53	7,24	25,094	28,894	29,781	31,460
11 - Ribeira do Iguape/Litoral Sul*	0,07	0,14	0,15	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,074	0,147	0,155	0,169
Total	**109,14**	**110,54**	**110,77**	**113,93**	**43,99**	**50,56**	**52,07**	**54,71**	**69,81**	**77,63**	**79,64**	**82,80**	**222,960**	**238,746**	**242,492**	**251,45**
Crescimento (2008-35) % a.a. equivalente	**1,00159**				**1,00811**				**1,00634**				**1,00446**			

* UGRHIs parcialmente inseridas na Macrometrópole
** A demanda industrial do município de São Paulo, pertencente à UGRHI 06 - Alto Tietê, inclui as outorgas da Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. (EMAE), cadastradas como finalidade industrial, que somam 27,8 m³/s para a geração de energia elétrica na Usina Termoelétrica de Piratininga.

Na Figura 7 a seguir, apresenta-se as curvas dos cenários alternativos de demandas, resultantes da aplicação dos critérios anteriormente descritos, e comparadas à curva do cenário tendencial. Os resultados do Cenário com ações de Gestão e Controle Operacional das Demandas significam uma redução, em 2035, de mais de 50% no crescimento previsto para o Cenário Tendencial. A aplicação de esforços coletivos na redução do consumo de água pode gerar grande benefício na postergação de investimentos de produção de água para o consumo humano.

Por outro lado, o Cenário com Intensificação do Crescimento Brasileiro pode superar a curva de crescimento das demandas do cenário tendencial e, desse modo, exigir condições de maior restrição no controle de abastecimento e do uso da água.

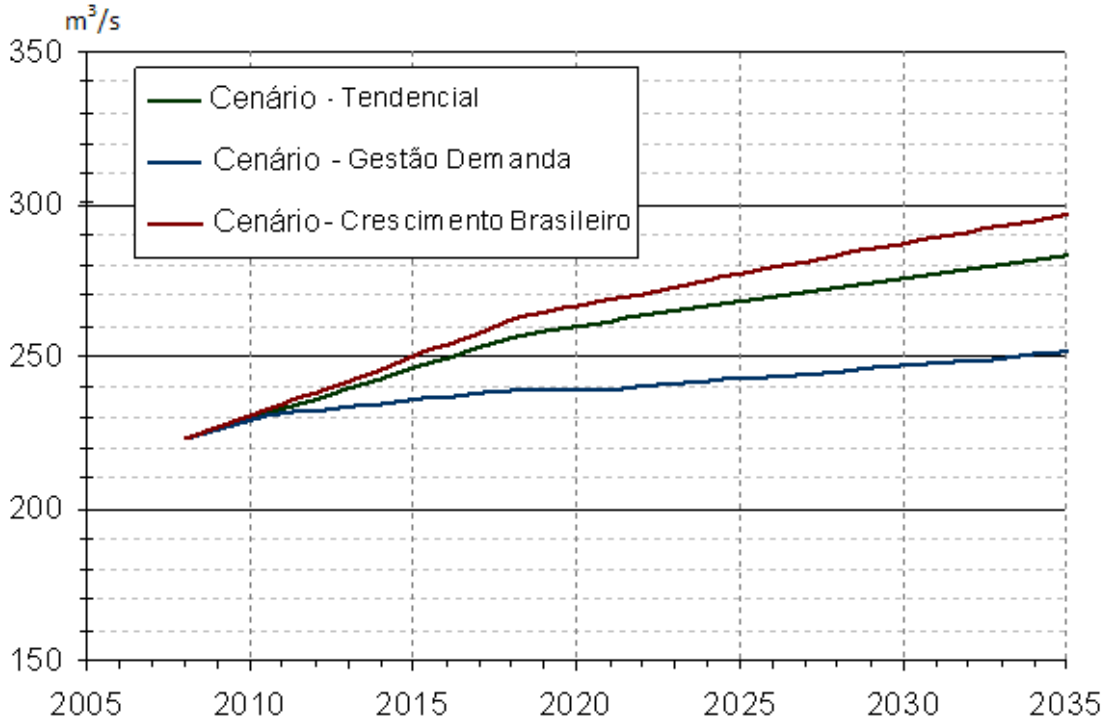


Figura 7: Curvas de projeção da demanda total nos cenários Tendencial, com Ações de Gestão e Controle Operacional das Demandas e com Intensificação do Crescimento Brasileiro.

3.3. Outras Estratégias para a Gestão das Demandas

Embora não tenham feito parte da composição dos cenários acima apresentados, outras modalidades de intervenção voltadas à gestão das demandas podem ser estudadas, no devido tempo, e implementadas. Durante a elaboração deste plano diretor dois temas foram avaliados: a utilização de água de reúso e a reorientação do desenvolvimento e do ordenamento territorial.

3.3.1. Potenciais Usuários para a Utilização de Águas de Reúso

As águas para reúso podem ser destinadas ao consumo industrial e, eventualmente, à irrigação. Na elaboração deste Plano Diretor, foram efetuadas estimativas, por município, sobre o mercado das águas de reúso para as indústrias. As estimativas basearam-se na identificação de situações onde as demandas industriais futuras encontram-se sob um maior risco de falhas no atendimento[9]. Foram descartados 103 municípios onde não houve identificação de possibilidades relevantes de falhas; também passaram por descarte os municípios onde as projeções, para o ano de 2035, indicam um consumo industrial inferior a 50 litros/segundo. Do lado da oferta de água para reúso, foi estimado o total de esgoto doméstico gerado para cada município. O cálculo levou em conta o coeficiente de retorno de 80% da demanda de água para o abastecimento urbano, desconsideradas as perdas físicas.

Os resultados da análise podem ser observados no mapa 2. Mairiporã, pertencente à bacia do Alto Tietê, é o único município de potencial *Muito Alto* para este tipo de mercado. Há 11 municípios classificados com *Alto* potencial de reúso de água para fins industriais, concentrados exclusivamente na UGRHI 5 – Piracicaba/ Capivari/ Jundiaí. Dentre eles se destacam Limeira e Paulínia, pelas suas grandes demandas.

[9] Ver Capítulo seguinte, de revisão do Balanço Hídrico, para o conceito de *falhas no atendimento*.

Mapa 2: Potencial para Reúso da Água para Fins Industriais

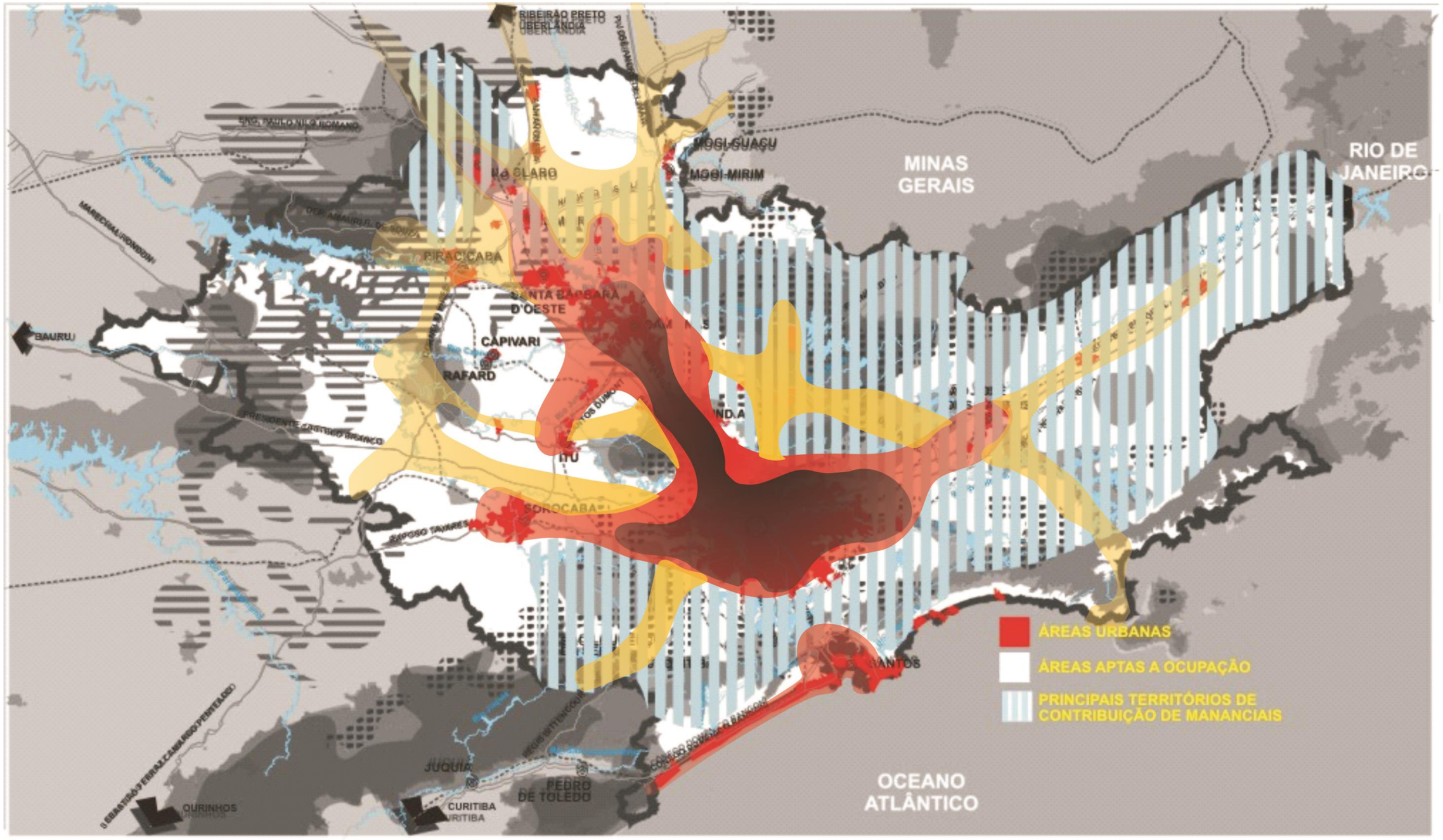
3.3.2 Reorientação do desenvolvimento e do ordenamento territorial.

O Cenário Tendencial adotado neste Plano utiliza projeções populacionais da Fundação SEADE e de históricos de empregos, consumo de energia e PIB por município. Essas projeções representam um alinhamento com a manutenção das políticas públicas de atração de empresas e de desenvolvimento do Estado e dos municípios. No entanto, é possível que novos arranjos econômicos, sociais e políticos impliquem uma alteração nas projeções e no crescimento de uma determinada região. A exploração de petróleo no pré-sal ou outros recursos, a melhoria relevante de sistemas de transporte de carga, a realização de eventos que causem incremento na demanda produtiva e de serviços, a fixação de indústrias-chave e concessões de isenção de tributos são exemplos de ações que podem modificar a dinâmica de ordenamento do território da Macrometrópole e intensificar ou reduzir as suas taxas de crescimento e de demanda de água.

O impacto de modificações territoriais desse porte – com consequências para cada um dos três tipos de demanda: urbano, industrial e irrigação – foi objeto de estudos, no decorrer da elaboração deste Plano Diretor, que levaram á pré-determinação de 6 zonas prioritárias de crescimento, identificadas no mapa 3. Essas zonas correspondem a vetores de desenvolvimento conhecidos que possuem capacidade de modificar, nos próximos 30 anos, o seu ordenamento territorial e a distribuição relativa de riquezas no interior da Macrometrópole. As zonas prioritárias são: (i) Vetor Anhanguera; (ii) Vetor São José dos Campos; (iii) Vetor Oeste; (iv) Vetor Santos e entorno; (v) Vetor São Paulo; e, (vi) Vetor Entorno de São Paulo.

Nestas regiões, ou sub-regiões, foram mais fortemente identificadas possibilidades de crescimento a taxas médias superiores àquelas que constam da elaboração do cenário tendencial para a Macrometrópole (isto é, seguidas as tendências de crescimento demográfico e econômico a partir dos dados disponíveis). São as áreas que possivelmente devem ser monitoradas com mais cuidado, pelos impactos potenciais na demanda por infraestrutura pública, em particular a demanda hídrica.

Mapa 3: Vetores de Potencial Ordenamento Territorial



4. BALANÇO HÍDRICO E MAPEAMENTO DAS CRITICIDADES

Com apoio ao Sistema de Suporte à Decisão (SSD) da Macrometrópole (ver a versão completa do Relatório Intermediário 2 RI-2), foi elaborado o balanço hídrico, abrangendo toda a área de estudo, a qual foi compartimentada em 73 Zonas de Demanda. O sistema foi alimentado por uma série de 76 anos de vazões médias mensais. O balanço hídrico tem por finalidade estabelecer uma relação entre as disponibilidades hídricas existentes na região estudada e as demandas atuais e projetadas para os horizontes do Plano Diretor: (anos: 2008, 2018 e 2035). Assim, o balanço hídrico não se refere à capacidade de sistemas de produção e de distribuição de água, mas à capacidade de suporte hídrica do território macrometropolitano e à identificação das áreas estruturalmente escassas de recursos hídricos.

O mapa 4 a seguir apresenta as Zonas de Demanda. Trata-se de agrupamentos de municípios definidos em função de: (i) valores de demanda: município com alto volume de demanda hídrica constituiu, isoladamente, uma Zona de Demanda; (ii) fontes de abastecimento: municípios atendidos com o mesmo manancial foram agrupados; (iii) proximidade geográfica: municípios geograficamente próximos foram agrupados. Tratamento específico foi concedido ao município de São Paulo, onde a complexidade e o porte da demanda levaram à sua divisão em 4 Zonas de Demanda.

A Tabela 14, a seguir, traz a ordem de prioridade para cada um dos tipos de demanda e, de maneira sucinta, a justificativa para o valor adotado (as demandas com menor valor de prioridade são atendidas preferencialmente em relação àquelas de valores maiores).

Para a alimentação do SSD, diversas providências foram efetuadas:

- Estabelecimento de vazões mínimas a serem garantidas em pontos específicos da rede hídrica da Macrometrópole (vazões definidas a partir de regulamentação existente ou, na ausência destas, o valor correspondente a Q98% da seção relativa à série de vazões médias mensais naturais - mostradas na Tabela 15).

- Fixação de valores de demanda imediatamente a jusante de cada reservatório, para a definição da vazão a ser retirada, como uma vazão regularizada ou vazão mínima defluente (novamente recorrendo a regulamentações existentes ou a valores usuais de operação – ver Tabela 16).

- Indicação de restrições impostas em pontos de atendimento das demandas (por regulamentação de outorga, interferência com outros sistemas de captação ou baixa qualidade hídrica do manancial – ver Tabela 17.

Mapa 4: Balanço Hídrico: Zonas de Demanda

Tabela 14: Ordem de prioridade das demandas da rede da Macrometrópole

Demanda (consuntiva ou de passagem)	Ordem de prioridade no atendimento	Justificativa
Demandas urbanas das ZDs 01, 02, 03, 04, 33, 41 e 45	1	Municípios nas proximidades de grandes reservatórios
Vazões a jusante de reservatórios e demandas dos municípios mineiros	2	Garantir defluência mínima (regularização) e evitar conflitos
Qmínimas	2	Garantir que não haja vazões nulas
Transposição Tietê-Biritiba (2008: 10m³/s; 2018: 11,6m³/s; 2035: 12,7m³/s)	2	Garantir vazão para o bombeamento
Demandas industriais e de irrigação das ZDs 01, 02, 03, 04, 41 e 45	3	Municípios nas proximidades de grandes reservatórios
Demanda industrial ZD 33 e de irrigação ZD 36	3	
Volume meta dos reservatórios (20)	4	Reserva estratégica e garantia para as demandas prioritárias
Demandas urbanas das ZDs 31, 58, 59, 60, 61 e 62 - atendidas exclusivamente por ETAs	5	Garantir que ZDs com mananciais próprios não sejam atendidas por ETAs em detrimento de ZDs atendidas exclusivamente por ETAs
Bombeamento Billings-Guarapiranga (4m³/s)	6	Garantir a transferência de água
Demandas urbanas	6	
Henry Borden	7	
Demandas industriais	8	
Flotação[1]	9	
Demandas de irrigação	10	
Qmínimas do rio Tietê (AT135 e MT040)	11	Não há problemas para o atendimento
Drenos	12	Apenas a água que sobra na rede vai para o dreno
[1]Considerada em 2008 com 10m³/s; para 2018 e 2035 simula-se sem flotação		

Tabela 15: Vazões Mínimas a Serem Garantidas nas Seções da Rede da Macrometrópole

Qmínimo	Localização	Valor (m³/s)
QMIN_AT070_AT080	rio Tietê (a jusante de Taiaçupeba)	4,00
QMIN_AT135	rio Tietê (a jusante da ETE Barueri)	24,7
QMIN_CP030	rio Capivari – PCJ (encontro com o Tietê)	2,57
QMIN_JD035	rio Jundiaí – PCJ (encontro com o Tietê)	3,66
QMIN_MON_ETA007	ribeirão do Campo (Alto Tietê)	4,00
QMIN_MT040	rio Tietê (Médio Tietê)	49,60
QMIN_PI020	rio Jaguari	13,00
QMIN_PI035	rio Camanducaia (encontro com Jaguari)	4,99
QMIN_PI095	rio Atibaia (em Paulínia)	8,00
QMIN_PI110	rio Piracicaba (em Piracicaba)	40,00
QMIN_PI120	rio Corumbataí (encontro com Piracicaba)	6,63
QMIN_SR030	rio Sorocaba (encontro com Tietê)	7,81

Tabela 16: Vazões de Jusante de Reservatórios

Vazão de jusante	Reservatório	Valor (m^3/s)
JUS_AT025	Ribeirão do Campo	1,00
JUS_AT045	Biritiba	0,15
JUS_AT060	Jundiaí	0,10
JUS_AT075	Taiaçupeba	0,25
JUS_AT120B	Rio das Pedras	18,00[1]
JUS_AT145	Cachoeira da Graça	0,50
JUS_AT170	Juqueri	1,00
JUS_BX020	Capivari Vermelho	1,20
JUS_PI005	Jaguari/Jacareí	2,00
JUS_PI065	Cachoeira	1,50
JUS_PI075	Atibainha	1,50
JUS_PS003	Paraibuna	30,00
JUS_PS005	Santa Branca	40,00
JUS_PS015	Jaguari	10,00
JUS_PS035	Funil	80,00
JUS_PS050	Santa Cecília	119,0, + 71,0,
JUS_SR005	Itupararanga	6,00

[1] Para 2008 foi utilizado o valor de 26,5 m^3/s

Tabela 17: Limites de Vazão Impostos aos L*inks* de Atendimento de Demandas de Abastecimento Urbano

ZD (Município Principal)	Controle	*Link*	Limite (m^3/s)	Obs.
06 (Campinas)	Rio Capivari	CP010-ZD006_UR	0,23	Outorga (Cadastro PCJ)
15 (Piracicaba)	Rio Piracicaba	PI125-ZD015_UR	0,50	Capacidade da ETA
22 (Vinhedo)	Rio Atibaia	PI090-ZD022_UR	0,12	Q95 do manancial
23 (Indaiatuba)	Rio Jundiaí	JD025-ZD023_UR	0,16	Captações atuais
24 (Jundiaí)	Rio Jundiaí	JD013-ZD024_UR	0,05	Captação atual - Rib. Estiva
24 (Jundiaí)	Rio Atibaia/ Reservatório Jundiaí-Mirim	PI085-Atibaia	1,20	Outorga
24 (Jundiaí)	Rib. Hermida	JD153-ZD024_UR	0,05	Captação atual - Hermida
25 (Itupeva)	Rio Jundiaí	JD020-ZD025_UR	0,09	Córreg São José + Córreg. Lagoa
25 (Itupeva)	Rib. Cachoeira	JD155-ZD025_UR	0,04	Rib. Cachoeira
26 (Cabreúva)	Rio Tietê	MT020-ZD026_UR	0,02	Captação atual de Cabreúva
38 (Itu)	Rio Tietê	MT025-ZD038_UR	0,52	Q95 dos mananciais do município
44 (Pirapora do Bom Jesus)	Reservatório Pirapora	AT180-ZD044_UR	0,10	Captação de Santana do Parnaíba
44 (Pirapora do Bom Jesus)	ETA Guaraú	ETA001-ZD044_UR	0,06	Limitação do SAM
44 (Pirapora do Bom Jesus)	ETA Guaraú	NoETA001-ZD044_UR	0,60	Limitação do SAM
47 (Mogi das Cruzes)	ETA Taiaçupeba	ETA002-ZD047_UR	0,70	Limitação do SAM
48 (Guarulhos)	Rio Tietê	AT095-ZD048_UR	0,44	Captação no Cabuçu
48 (Guarulhos)	ETA Guaraú	ETA001-ZD048_UR	2,50	Limitação do SAM
48 (Guarulhos)	ETA Taiaçupeba	ETA002-ZD048_UR	2,50	Limitação do SAM
49 (Suzano)	ETA Taiaçupeba	ETA002-ZD049_UR	4,60	Limitação do SAM
52 (Itapecerica da Serra)	ETA ABV	ETA003-ZD052_UR	2,30	Limitação do SAM
52 (Itapecerica da Serra)	ETA Alto Cotia	ETA004-ZD052_UR	1,20	Limitação do SAM
53 (Diadema)	Reservatório Billings	AT120-ZD053_UR	0,14	Captações de S. André
53 (Diadema)	ETA Rio Claro	ETA007-ZD053_UR	2,40	Limitação do SAM
54 (Mauá)	ETA Taiaçupeba	ETA002-ZD054_UR	1,50	Limitação do SAM

Tabela 17: Limites de Vazão Impostos aos Links de Atendimento de Demandas de Abastecimento Urbano (cont.)

ZD (Município Principal)	Controle	*Link*	Limite (m^3/s)	Obs.
55 (Franco da Rocha)	ETA Guaraú	ETA001-ZD055_UR	1,80	Limitação do SAM
56 (São Caetano do Sul)	ETA Guaraú	ETA001-ZD056_UR	0,60	Limitação do SAM
57 (Barueri)	Reservatório Edgard de Souza	AT160-ZD057_UR	0,06	Limitação Sistema Isolado
58 (Osasco)	ETA Guaraú	ETA001-ZD058_UR	5,50	Limitação do SAM
60 (São Paulo – Alto Tietê)	ETA Guaraú	ETA001-ZD060_UR	3,60	Limitação do SAM
61 (São Paulo – Guarapiranga)	ETA Guaraú	ETA001-ZD061_UR	2,00	Limitação do SAM
62 (São Paulo – Rio Claro)	ETA Guaraú	ETA001-ZD062_UR	0,30	Limitação do SAM
62 (São Paulo – Rio Claro)	ETA Taiaçupeba	ETA002-ZD062_UR	1,00	Limitação do SAM
63 (Várzea Paulista)	Rio Jundiaí	JD010-ZD063_UR	0,48	Captações atuais
73 (Cotia)	ETA ABV	ETA003-ZD073_UR	0,30	Limitação do SAM
73 (Cotia)	Reservatório Itupararanga	SR005-ZD073_UR	0,01	Limitação Sistema Isolado

Dentre as diversas informações disponibilizadas como resultados fornecidos pelo SSD foi escolhido para a representação do balanço hídrico o percentual do tempo de falhas de atendimento integral das demandas. Para cada um dos 912 meses de dados de vazão (período de 76 anos, de 1931 a 2006), o sistema realiza a alocação de água em função da disponibilidade hídrica, volumes de reservação existentes e prioridades de atendimento. Para uma dada Zona de Demanda, cada mês em que não é possível atender a demanda em sua totalidade é contado como uma falha. Todas as falhas são somadas para que seja definido o percentual de falhas de atendimento em relação ao período da série histórica de vazões.

Como cada Zona de Demanda corresponde a 3 demandas distintas – abastecimento urbano, indústria e irrigação –, é possível elaborar um mapa de falhas de atendimento de acordo com o setor de abastecimento. Para a elaboração dos mapas, foram estabelecidos percentuais de falhas aceitáveis para cada um dos setores, quais sejam:

- Setor de abastecimento urbano – 5% do tempo
- Setor industrial – 10% do tempo
- Setor de irrigação – 20% do tempo

O valor de 5% para as demandas urbanas é um número que vem sendo utilizado para o planejamento dos sistemas de abastecimento, onde é definida uma garantia de atendimento em 95% do tempo. Este período de 5% do tempo é considerado aceitável para o não atendimento das demandas urbanas, visto ser um período em que é possível gerenciar os déficits através de campanhas de redução de consumo, racionamentos e rodízios de abastecimento.

A Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO - *Food and Agriculture Organization of the United Nations*) estabelece como aceitável um nível de segurança de 80% do tempo de atendimento às demandas de irrigação. Isto significa que a

cada 5 anos, apenas em um ano haveria perdas parciais ou reduções da produção de culturas irrigadas. Dito de outra forma, o irrigante teria 4 anos de boa produção e um de má produção, um risco usual para o setor. Por outro lado, não há uma definição ou uma convenção usual de risco aceitável para o setor industrial. Como o abastecimento urbano é prioritário em relação ao atendimento das demandas da indústria, o setor deve, portanto, ter uma falha aceitável superior a 5%. Entretanto, sabe-se que as indústrias hidrointensivas têm pouca margem para gestão em caso de estiagens, tendo sido estabelecida a falha de 10% do tempo como aceitável para o atendimento das demandas do setor. Trata-se de um valor intermediário entre as falhas aceitáveis do setor de abastecimento urbano e do setor de irrigação.

Com esta abordagem de percentual do tempo de falhas na cobertura integral das demandas, foram elaborados mapas resultantes do balanço hídrico para os anos de 2008, 2018 e 2035, para o abastecimento urbano, o uso industrial e o uso de irrigação. Nos casos das duas últimas datas-marco, os mapas elaborados tomaram em conta o cenário tendencial e o cenário de gestão e controle operacional das demanda. Estes mapas podem ser examinados na versão integral do Relatório Intermediário 2 RI-2.

Neste relatório síntese, são apresentados os mapas (mapa 5, mapa 6 e mapa 7 correspondentes ao balanço hídrico – para os segmentos urbano industrial e irrigação – do cenário tendencial para os anos 2008, 2018 e 2035. Em cada um dos mapas destacam-se as zonas de demanda que apresentam falhas de abastecimento e para cada zona de abastecimento distiguem-se qual ou quais os segmentos de usuários responsáveis pelas falhas verificadas.

Mapa 5: Balanço Hídrico (Ano: 2008) Setor de Abastecimento Urbano (Cenário Tendencial)

Mapa 6: Balanço Hídrico (Ano: 2018) Setor de Abastecimento Urbano (Cenário Tendencial)

Mapa 7: Balanço Hídrico (Ano: 2035) Setor de Abastecimento Urbano (Cenário Tendencial)

5. IDENTIFICAÇÃO DOS ESQUEMAS HIDRÁULICOS PARA O USO INTEGRADO DOS RECURSOS HÍDRICOS

5.1. Principais elementos norteadores do estudos dos aproveitamentos

Este Capítulo apresenta e examina a viabilidade das soluções que já foram cogitadas para o atendimento às demandas de diferentes partes do território da Macrometrópole, além de outras hipóteses identificadas durante a realização deste Plano Diretor. Para esta avaliação, foram consideradas algumas questões-chave, que nortearam o trabalho realizado. São elas:

(i) *Sistema Cantareira* - O Sistema Cantareira é o principal sistema para atendimento da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), mas opera hoje com níveis baixos de garantia em virtude das restrições existentes a jusante na bacia do Rio Piracicaba, definidas na renovação da outorga. Um reforço à disponibilidade de água desse manancial teria grande repercussão nas condições de abastecimento das duas regiões. Este reforço é possível mediante a implementação de esquemas de obras que direta ou indiretamente irão permitir um alívio substancial nas atuais condições de operação do sistema Cantareira.

(ii) *Zona Oeste da Região Metropolitana de São* Paulo - Compreende, entre outros, os municípios de Embu, Cotia, Osasco, Carapicuíba, Barueri e Taboão da Serra, e caracteriza uma zona com acentuada carência estrutural de água para o suprimento urbano. O estudo identifica que essas áreas necessitam um incremento apreciável na capacidade dos seus sistemas produtores. É de especial prioridade que os novos sistemas produtores a serem abordados no presente Plano Diretor contemplem adequadamente o atendimento a essa região.

(iii) *Represa Billings* - A represa Billings abastece a RMSP através do braço do Rio Grande e da transferência das águas do braço do Taquaquecetuba para a represa Guarapiranga; acumula vazões para geração de energia elétrica em Cubatão, é utilizada para o controle de cheias metropolitanas e apresenta problemas de qualidade de suas águas, efeito da vizinhança urbana. Pelo nível de conflitos de usos, o estudo considerou apenas o aproveitamento do barramento do braço do Rio Pequeno (incluído no Plano Diretor de Abastecimento da Sabesp como alternativa para o atendimento da região do ABC).

(iv) *Região do Médio Tietê/Sorocaba* - As áreas de deficiências abrangem o eixo Sorocaba-Indaiatuba (municípios de Sorocaba, Itu, Salto e Indaiatuba) e o eixo Tatuí-Tietê (Tatuí, Boituva, Cerquilho e Tietê). Para estas áreas, foram considerados três esquemas hidráulicos de suprimento hídrico: (i) a transposição de água da bacia do rio Juquiá para reforço à disponibilidade hídrica do reservatório de Itupararanga; (ii) as captações de água nos rios Sorocaba e Sarapuí; (iii) a captação de água no reservatório Jurumirim, na bacia hidrográfica do Alto Paranapanema.

(v) *Regiões das Bacias do PCJ* - As diversas sub-bacias que as compõem caracterizam-se por captações isoladas, cuja vulnerabilidade é acentuada pela inexistência de reservatórios para a regularização de vazões (à exceção do Sistema Cantareira). Os esquemas hidráulicos estudados para o suprimento das demandas hídricas dessa região consideram as seguitnes possibilidades: (i) a ampliação das vazões provenientes do sistema Cantareira (com ou sem a retirada parcial de águas do Reservatório do Rio Jaguari, na bacia do rio Paraíba do Sul); (ii) a construção de reservatórios de regularização de vazões nos rio da

própria região, destacando-se os aproveitamentos recentemente estudados para os rios Jaguari e Camanducaia; (iii) a adução de água bruta a partir dos rios Sorocaba e Sarapuí, no Médio Tietê/Sorocaba, e do reservatório Jurumirim, da bacia hidrográfica do Alto Paranapanema.

(vi) *Zona Leste da Região Metropolitana de São Paulo* - Esta região encontra-se sob a influência do Sistema Produtor Alto Tietê. Foram estudados arranjos hidraulicos para ampliação desse sistema produtor mediante: (i) a utilização de parte das águas atualmente regularizadas na baica do rio Paraíba do Sul, com adução para reservatórios na bacia hidrográfica do Alto Tietê; (ii) aproveitamentos dos rios Itatinga e Itapanhaú, que integram os recursos hídricos da vertente marítima da Serra do Mar, na bacia hidrográfica da Baixada Santista.

5.2 Esquemas Hidráulicos Identificados

A identificação dos esquemas hidráulicos associados aos aproveitamentos de recursos hídricos baseou-se, inicialmente, no conjunto de propostas que foram inventariadas no Relatório Intermediário I (RI-1). A essas soluções propostas, foram incorporadas melhorias, visando um melhor desempenho hidráulico das mesmas, e, ainda, foram propostos novos aproveitamentos para o atendimento às demandas a serem supridas nas diversas regiões do território objeto do Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista. A Tabela 18 mostra os esquemas hidráulicos identificados, estando as respectivas localizações apresentadas no Mapa 8.

Na Tabela 18, cada esquema hidráulico estudado está associado aos arranjos dos quais poderão fazer parte e que estão estudados no Capítulo 6 (Estudos de Arranjos Alternativos para o Abastecimento da Macrometrópole).

Tabela 18: Inventário dos Esquemas Hidráulicos

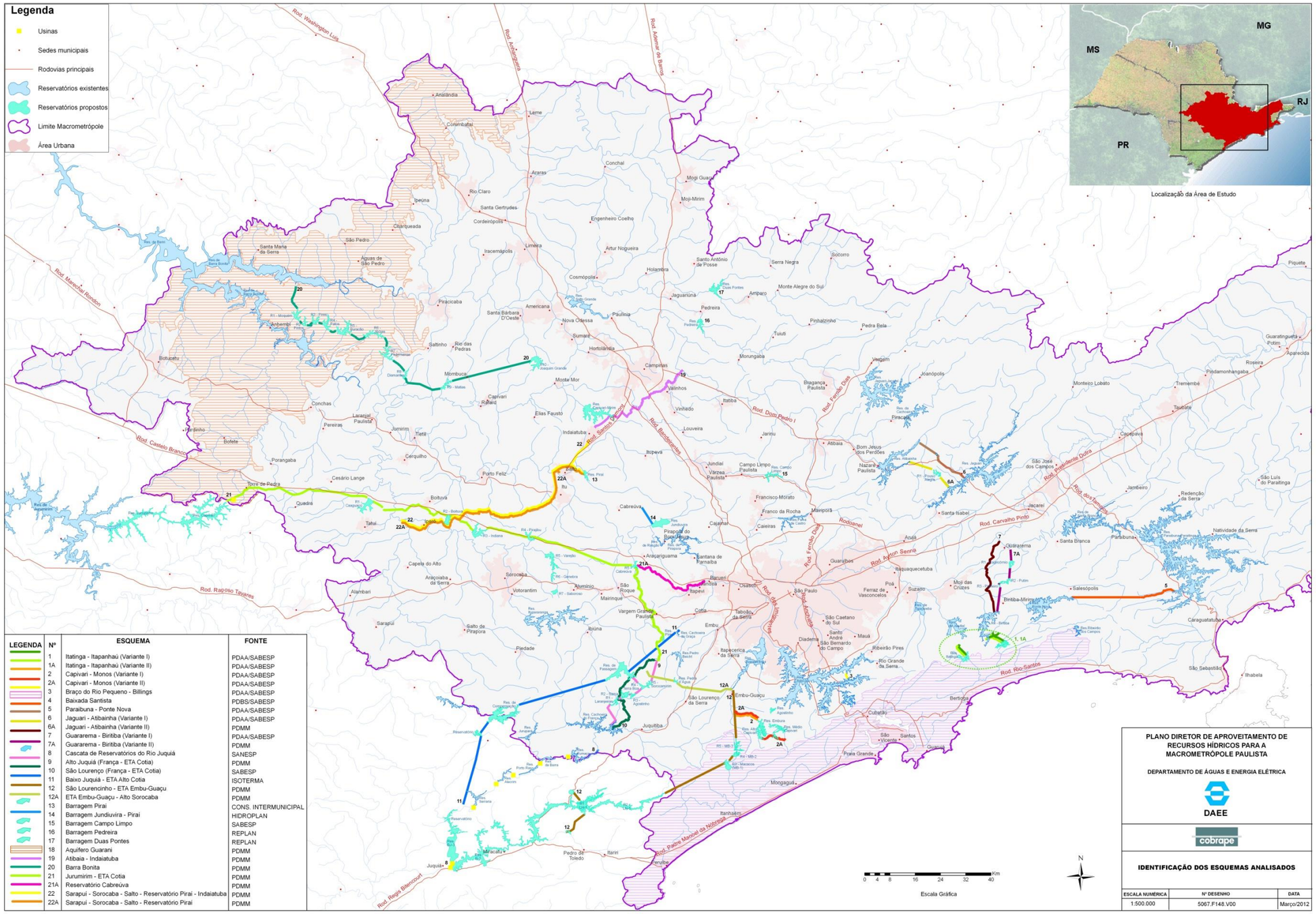
Regiões Hidrográficas	Esquema Hidráulico	N º do Esquema	Arranjo Nº	Fonte
Vertente Marítima da Serra do Mar e Bacia Hidrográfica do Alto Tietê	Itatinga – Itapanhaú (Variante I)	1	-	PDAA
	Itatinga -Itapanhaú (Variante II)	1A	1, 1A, 2, 3, 4 e 5	PDAA
	Capivari - Monos (Variante I)	2	-	PDAA
	Capivari - Monos (Variante II)	2A	-	PDAA
	Braço do Rio Pequeno - Billings	3	1, 1A, 2, 4 e 6	PDAA
	Baixada Santista	4	-	SABESP
Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul	Paraibuna – Ponte Nova	5	-	PDAA
	Jaguari – Atibainha (Variante I)	6	-	PDAA
	Jaguari – Atibainha (Variante II)	6A	4, 5, 6 e 7	PDMM
	Guararema – Biritiba (Variante I)	7	-	PDAA
	Guararema - Biritiba (Variante II)	7A	6 e 7	PDMM
Bacia Hidrográfica do rio Ribeira de Iguape	Cascata de Reservatórios do Rio Juquiá	8	-	SANESP
	Alto Juquiá (França – ETA Cotia)	9	1 e 6	PDMM
	São Lourenço (França – ETA Cotia)	10	2 e 4	SABESP
	Baixo Juquiá – ETA Alto Cotia	11	-	ISOTERMA
	São Lourencinho - ETA Embu-Guaçu	12	1A	PDMM
	ETA Embu-Guaçu- Alto Sorocaba (*)	12A	1A	PDMM
Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí	Barragem Piraí	13	1, 1A, 2, 3 e 6	CONS. INTERMUN.
	Barragem Jundiuvira - Piraí	14	1, 1A e 2	HIDROPLAN
	Barragem Campo Limpo	15	1, 1A, 2 e 3	SABESP
	Barragem Pedreira	16	1, 1A, 2, 3 e 6	REPLAN
	Barragem Duas Pontes	17	1, 1A, 2, 3 e 6	REPLAN
	Aqüífero Guarani	18	-	PDMM
	Atibaia - Indaiatuba (*)	19	6	PDMM
	Rio Atibaia – Rio Jundiaí (*)(**)	19A	4, 5, 6 e 7	PDMM
Bacia Hidrográfica do Médio Tietê (Sorocaba/Sarapuí) e do Alto Paranapanema	Barra Bonita	20	-	PDMM
	Jurumirim - ETA Cotia	21	2, 3, 4, 5 e 7	PDMM
	Reservatório Cabreúva - Barueri (*)	21A	7	PDMM
	Jurumirim – Alto Sorocaba (*)	21B	-	PDMM
	Sarapuí-Sorocaba-Salto- Reservatório Piraí - Indaiatuba	22	4, 5, e 7	PDMM
	Sarapuí-Sorocaba-Salto-Reservatório Piraí	22A	3	PDMM

(*) Esquemas propostos no decorrer do processo de identificação dos arranjos

(**) Esquema hidráulico com instalações já existentes

PDMM = Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista

Mapa 8: Alternativas que Integram o Plano de Aproveitamento de Recursos Hídricos



*** As instalações do Esquema Hidráulico 19A já são existentes e por isso não constam no mapa 8.**

5.2.1. Vertente Marítima da Serra do Mar e Bacia Hidrográfica do Alto Tietê

5.2.1.1 Esquema Itatinga – Itapanhaú

Estas obras contemplam a implantação dos reservatórios de Itapanhaú e Itatinga nos rios homônimos e estações elevatórias para transposição das águas que irão desaguar nos reservatórios Biritiba e Jundiaí. Este esquema tem como principal característica um reforço significativo ao Sistema Produtor do Alto Tietê. No PDAA - SABESP foram analisadas duas variantes:

- Esquema Itatinga – Itapanhaú - Variante I - envolvendo represas suficientes para efetuar uma regularização plurianual. Tais represas apresentam uma área total de inundação de cerca de 14km^2. A concepção adotada utiliza duas estações elevatórias ambas com capacidade de 5m³/s: uma para realizar a transposição das águas da represa do Itapanhaú para a de Biritiba e outra da represa de Itatinga para a de Jundiaí. A vazão média total revertida resultou da ordem de 5,7m^3/s.

- Esquema Itatinga – Itapanhaú - Variante II - envolvendo barramentos que proporcionam reservações mínimas (tanto no Itatinga quanto no Itapanhaú) suficientes para uma compensação mensal. Nesta variante são utilizadas, também, duas estações elevatórias (cada uma com capacidade de 5m³/s) para efeito das transposições Itapanhaú - Biritiba e Itatinga - Jundiaí. A vazão média total revertida resultou da ordem de 4,9m^3/s.

No rio Itatinga, a jusante do local cogitado para seu barramento, encontra-se implantada e em funcionamento a UHE de Itatinga da Cia. Docas com uma potência instalada de 15MW (~600 m de queda) e uma capacidade de engolimento de 3,3m³/s.

Por outro lado, os dois mananciais, Itatinga e Itapanhaú, estão sendo analisados no âmbito do Plano Diretor de Abastecimento de Água da Baixada Santista como alternativas para atendimento do Guarujá, sem conflitos com as soluções já estudadas no PDAA da RMSP, bem como com a geração de energia da Cia. Docas.

5.2.1.2. Esquema Capivari-Monos

O rio Capivari constitui manancial da Vertente Marítima já utilizado pela SABESP para reforço do sistema de abastecimento de água da RMSP. A captação é efetuada numa pequena barragem de elevação de nível d'água envolvendo uma área de drenagem de cerca de 37 km^2, e efetua a transposição, por recalque, de cerca de 1 m³/s para a bacia da represa Guarapiranga.

O PDAA – SABESP analisou duas variantes de aproveitamento das disponibilidades hídricas da bacia do Capivari:

- Esquema Capivari – Monos - Variante I compreendendo (i) duas barragens, a do Médio e a do Alto Capivari, sendo que este último forma a represa regularizadora do sistema; (ii) uma elevatória denominada Alto Capivari, que transfere as águas da represa do Médio para o do Alto Capivari; (iii) uma barragem no rio Embura (afluente do rio Capivari); e, finalmente, (iv) o canal do ribeirão Vermelho que conduz as águas

para o rio Embu-Guaçu e daí à represa Guarapiranga. A represa do Alto Capivari inundaria a atual captação da SABESP no rio Capivari. As represas previstas nesta alternativa inundam uma área de aproximadamente 15 km^2. A vazão média total revertida resultou da ordem de 2,25 m^3/s.

- Esquema Capivari – Monos - Variante II envolvendo captação numa pequena represa de compensação mensal, a ser formada no Baixo Capivari, logo a jusante da foz do ribeirão dos Campos, afluente do rio Capivari pela margem esquerda, e conduzidas por recalque até a represa existente na atual captação da SABESP. O pequeno barramento formador dessa última represa deverá ser remodelado e alteado, para conseguir uma elevação maior do nível d'água e possibilitar a transposição das águas do Capivari por gravidade para a bacia do Guarapiranga, seguindo o mesmo caminho delineado na Variante I. As duas represas componentes envolvem uma área de inundação de, aproximadamente, 3,1km^2. A vazão média total revertida resultou da ordem de 2,05m^3/s.

O rio Capivari faz parte da bacia do rio Branco, principal manancial abastecedor dos municípios de Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá, Praia Grande, através do Sistema Produtor Rio Branco, cuja 1ª etapa está em fase final de implantação. Esse sistema produtor concebido para uma vazão de final de plano igual 3,2 m^3/s é a solução considerada no Plano Diretor de Abastecimento de Água da Baixada Santista para atendimento atual e futuro desses municípios.

5.2.1.3. Esquema Braço do Rio Pequeno-Billings

O estudo mais recente desenvolvido para o aproveitamento do Braço do Rio Pequeno – Billings para reforço ao Sistema Produtor Rio Grande, foi elaborado pelo Consorcio NORTECH, que teve a oportunidade de efetuar uma série de investigações e levantamentos de campo em nível mais aprofundado do que foi feito anteriormente no HIDROPLAN, e analisou três locais possíveis de barramento, assim como duas alternativas de transferência do Pequeno para o Rio Grande. Este estudo, entretanto, não foi conclusivo e por esta razão é mantida a solução apresentada no PDAA – SABESP.

O esquema estudado no PDAA consiste no aproveitamento do Braço do Rio Pequeno da represa Billings mediante barramento a ser implantado a cerca de 1,3km a jusante do aterro da Via Anchieta e túnel de ligação com o Braço do Rio Grande, braço este atualmente utilizado para suprimento da região do ABC pela SABESP.

O referido túnel tem comprimento de 1,91 km e diâmetro de 3,00 m e permite a transferência de águas do primeiro braço para o segundo por gravidade operando em carga vindo o presente esquema a constituir um reforço ao atual sistema produtor do Rio Grande.

No próprio corpo da barragem foi previsto um vertedouro de soleira espessa com crista na cota 746,90 m, que corresponde ao NAmax normal da represa, com comprimento de cerca de 200 m, que permite o extravasamento nos dois sentidos, ou seja, do braço para a represa e vice versa, e que foi concebido para que seja possível efetuar vertimentos pelo

Sangradouro do Rio Perequê em caso de cheias excepcionais. A vazão média a ser fornecida pelo presente esquema é de 2,2 m³/s.

5.2.1.4. Esquema Baixada Santista

Encontra-se em elaboração o Plano Diretor de Abastecimento de Água da Baixada Santista subdividida em:

- Região Sul (Peruíbe a Praia Grande);
- Região Centro (Sistema Cubatão – ETA 3 e Sistema Pilões);
- Região Norte – Guarujá (Sistema Jurubatuba);
- Região Norte – Bertioga.

As regiões Sul e Norte – Bertioga apresentam soluções de abastecimento de água definidas não requerendo estudo de alternativas. A Região Centro apresenta excedente de produção existindo transferências para Guarujá, Praia Grande e São Vicente Continental, podendo variar entre 0,26 m³/s e 0,50 m³/s. A capacidade atual de produção da ETA 3 de 4,5 m³/s está sendo ampliada para 5,5 m³/s e está prevista a adequação da ETA Pilões para 0,6 m³/s. Assim, a produção total dos sistemas produtores da Região Centro atingirá em breve 6,1 m³/s.

Com a implantação do Sistema Produtor Mambu - Branco (1ª etapa de 1,6 m³/s em obras com conclusão prevista para 2012 e 2ª etapa de 3,2 m³/s) para atendimento da Região Sul, (municípios de Praia Grande e São Vicente Continental) não haveria necessidade de ampliação da transferência atual para esses municípios no cenário dirigido. Para o cenário tendencial, esse sistema produtor atenderia, até o ano 2020, quando então haveria necessidade de ampliar a transferência da Região Centro para Praia Grande (+ 0,64 m³/s).

O atendimento às demandas da Região Norte – Bertioga será feito a partir dos seguintes sistemas produtores: Sistema Caruara; Sistema Bertioga; Sistema Indaiá; Sistema São Lourenço; Sistema Boracéia; Sistema Riviera São Lourenço (particular); Sistema Guaratuba (particular).

O estudo para atendimento da Região Norte – Guarujá envolve basicamente as seguintes alternativas de ampliação da produção:

- Alternativa 1: aproveitamento do Rio Itatinga (a 34 km de distância do centro de consumo) – captação e adução de 1,1 m³/s para tratamento na ETA Perequê;

- Alternativa 2: aproveitamento do Rio itapanhaú (a 46 km de distância do centro de consumo) – 1,43 m³/s, com captação e adução de 1,1 m³/s para Guarujá, para tratamento na ETA Perequê, e de 0,33 m³/s para Bertioga;

- Alternativa 3: regularização de vazão – Rio Jurubatuba / Cava da Pedreira (a 19 km de distância do centro de consumo) – 1,7 m³/s;

- Alternativa 4: dessalinização da água do mar para abastecimento público (a 4 km de distância do centro de consumo) – captação e adução até a ETA Guarujá para tratamento de 1,1 m³/s;

- Alternativa 5: Rio Quilombo (a 24 km de distância do centro de consumo) – reversão para a bacia do Rio Jurubatuba – captação, reversão e adução de 1,0 m³/s, interligando através de túnel com a adutora de água bruta existente do Sistema Jurubatuba (esta alternativa requer a implantação de uma nova captação e adução de água bruta de 1,0 m³/s para abastecimento industrial da COSIPA);

- Alternativa 6: aproveitamento do Rio Cubatão / Represa Billings (a 28 km de distância do centro de consumo) – ampliação do Sistema Produtor Cubatão de 5,5 m³/s para 6,5 m³/s (esta alternativa requer a ampliação da descarga mínima da Billings para Henry Borden de 6,0m³/s para 7,0m³/s).

As alternativas foram dimensionadas e avaliadas economicamente, estando agora a SABESP avaliando as interfaces com os demais atores como COSIPA, proprietários da Cava Pedreira, Cia. Docas, dentre outros, para subsidiar a tomada de decisão sobre a solução a ser adotada.

5.2.2. Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

5.2.2.1. Esquema Paraibuna-Ponte-Nova

O esquema compreende dois trechos sendo o primeiro por recalque, através de uma adutora até atingir ponto de terreno com grande elevação, e o segundo por gravidade, através de um túnel, até a represa Ponte Nova.

A concepção proposta consiste em captar na represa Paraibuna através de uma EE em um dos braços da represa, em ponto com coordenadas aproximadas E=444000 e N=7387000. A adutora proposta tem diâmetro de 1,60m (5m^3/s) ou 2,20m (10m^3/s) e extensão de 10km. A transição da adutora para o túnel seria por meio de um reservatório de passagem, na cota aproximada de 800,00m. O túnel teria diâmetro de 3,00m (5m^3/s) ou 4,00m (10m^3/s) e 18,8km de extensão. O desnível máximo seria de aproximadamente 105m.

5.2.2.2. Esquema Jaguari – Atibainha

Este esquema foi originalmente proposto no PDAA – SABESP e compreende tomada d'água associada a uma estação elevatória na margem esquerda do Reservatório do Rio Jaguari (afluente do Rio Paraíba do Sul) a montante da ponte da Rodovia Dom Pedro, adutora de comprimento de 11,3 km e diâmetro de 2,10m que se desenvolve ao longo da mesma rodovia até alcançar as imediações do divisor de águas da bacia do Rio Atibainha, e finaliza num reservatório de passagem situado ainda na vertente da bacia do Rio Jaguari. Este reservatório de passagem conecta-se com o reservatório de Atibainha do Sistema Canteira através de túnel de 5,5km de comprimento e diâmetro de 3,00m, que opera por gravidade. Originalmente, esse esquema foi dimensionado para recalcar a vazão de 5m³/s.

5.2.2.3. Esquema Jaguari-Atibainha (Variante)

Trata-se de uma variante do esquema proposto no PDAA – SABESP e compreende: tomada d´água associada a uma estação elevatória na margem esquerda do Reservatório do Rio Jaguari (afluente do Rio Paraíba do Sul), adutora de comprimento de 4,6km finalizando num primeiro reservatório de passagem situado na vertente da bacia do Rio Jaguari. Este reservatório está conectado com o reservatório de Atibainha mediante estação elevatória seguida de túnel operando por gravidade com extensão de 7,2km.

5.2.2.4. Esquema Guararema-Biritiba

Este esquema foi originalmente proposto no PDAA – SABESP e compreende tomada d´água associada a uma estação elevatória no Rio Paraíba do Sul em Guararema, adutora de comprimento de 20,4km e diâmetro de 1,60m que se desenvolve ao longo da rodovia SP-066 até a localidade Sabauna e, em seguida, acompanha a rodovia Subauna – Mogi das Cruzes até alcançar as imediações do Rio Tiete, finalizando num trecho em canal que descarrega no próprio rio Tiete a montante da Rodovia Mogi-Salesópolis, o qual deverá aduzir as águas revertidas do Rio Paraíba do Sul.

Finalmente, neste mesmo local, foi prevista uma estação elevatória que recalca as águas revertidas até o reservatório de Biritiba, mediante adutora com diâmetro de 1,60m e comprimento de 4,1km. Originalmente, o esquema foi dimensionado para recalcar a vazão de 5m³/s.

5.2.2.5. Esquema Guararema-Biritiba (Variante)

Trata-se de uma variante do esquema proposto no PDAA – SABESP e compreende: captação com estação elevatória no Rio Paraíba do Sul imediatamente a montante da cidade de Guararema seguida de adutora com 3,5km de extensão, conectada a um primeiro reservatório de passagem na cota 700,00m seguido de estação elevatória que recalca as águas para um túnel com comprimento de 3,3km que descarrega num segundo reservatório de passagem na cota 700,00m.

Este último reservatório conecta-se com um terceiro reservatório de passagem na cota 800,00m mediante estação elevatória e adutora de cerca de 0,3km de comprimento. Finalmente, este reservatório conecta-se por gravidade com o reservatório de Biritiba mediante uma adutora de 3,65km, túnel de 1,6km, aqueduto de 0,5km, canal de 2,3km e túnel de 1,8km.

5.2.2.6. Estudo para Identificação de Novos Reservatórios na Margem Esquerda do rio Paraíba do Sul

Os esquemas hidráulicos que envolvem a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul incluem a implantação de alguns reservatórios em afluentes da margem esquerda do rio Paraíba do Sul. Do ponto de vista topográfico foram identificados seis locais fisicamente possíveis (ver a localização desses aproveitamentos no anexo na versão integral do Relatório intermediário 2 RI-2) .

Esses reservatórios, se implantados, poderão regularizar vazões de forma a incrementar as vazões mínimas do Rio Paraíba, a jusante, compensando – em épocas de estiagem – as reduções nas disponibilidades hídricas decorrentes das alternativas que consideram transposições de vazões para outras bacias hidrográficas. Os cursos d'água selecionados, bem como, os respectivos locais de barramento estudados para a criação de reservatórios de regularização estão indicados na Tabela 19, a seguir.

Tabela 19: Locais de Barramento Estudados em Afluentes do Rio Paraíba do Sul

RIO	LOCAL	AD (km²)
Ribeirão dos Souzas	Monteiro Lobato	136,3
Rio Buquirinha	Fazenda Santa Clara	119,0
Ribeirão Tetequera e Córrego Sertãozinho	Fazenda Baronesa	83,5
Rio Guaratinguetá	Fazenda Santa Terezinha	88,7
Rio Piagui	Fazenda Caracol	177,7
Rios Piquete e Passa Quatro	Fazenda Vargem Grande	145,7

O esquema topológico dos aproveitamentos analisados é mostrado na figura 8 a seguir

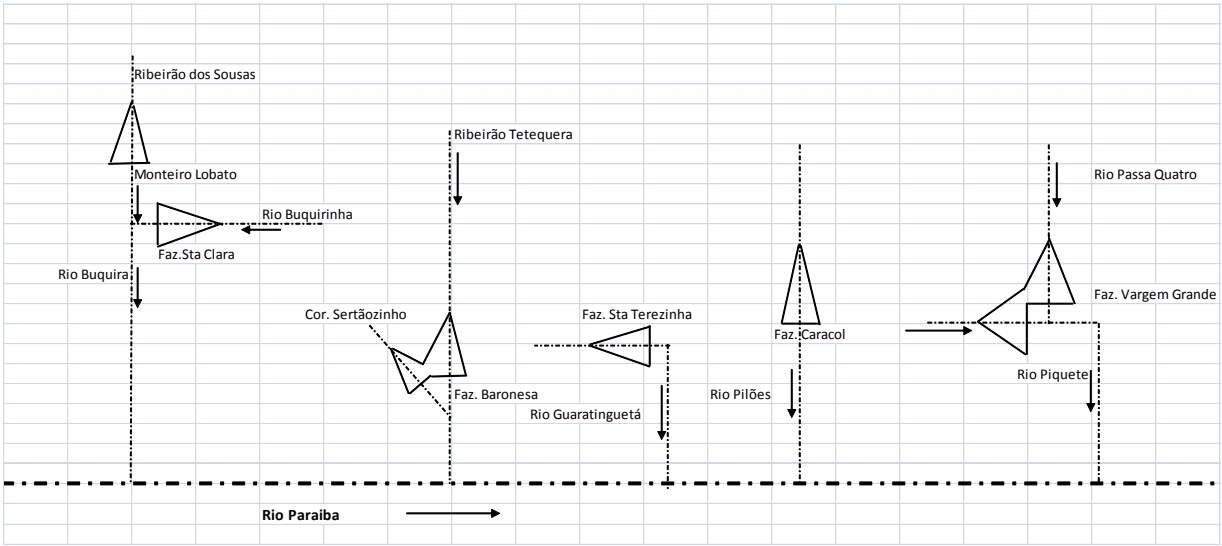


Figura 8: Esquema Geral dos Barramentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul

O dimensionamento prévio dos reservatórios da margem esquerda do Rio Paraíba do Sul considerou, inicialmente, as possibilidades de armazenamentos de volumes nos locais selecionados, limitando as alturas dos respectivos barramentos em 40m. A partir dos volumes acumuláveis foram obtidas as vazões regularizáveis para cada um dos

aproveitamentos. As características gerais dos barramentos e respectivos reservatórios são apresentadas na Tabela 20, a seguir.

Tabela 20: Vazões Regularizadas e Volumes Médios de Armazenamento

Local	Cota de fundo (m)	NA max. Maxim. (m)	Cota de coroamento (m)	Altura do barramento (m)	Qmedio (m^3/s)	Qreg (m^3/s)	Volume médio de armazenamento ($10^6 x m^3$)
Monteiro Lobato	675,0	698,5	703,5	28,5	2,95	2,57	60,34
Fazenda Santa Clara	650,0	682,5	687,5	37,5	2,57	2,24	53,18
Fazenda Baronesa	572,0	597,0	602,0	30,0	1,81	1,57	36,83
Fazenda Santa Terezinha	590,0	619,0	624,0	34,0	1,92	1,67	39,28
Fazenda Caracol	555,0	590,0	595,0	40,0	3,84	2,82	26,21
Fazenda Vargem Grande	550,0	585,0	590,0	40,0	3,15	2,52	41,25

As influências devidas às inserções desses novos barramentos foram avaliadas utilizando-se o Sistema de Suporte a Decisões – SSD AcquaNet.

Para essas avaliações foram fixadas seções de controle ao longo dos rios Jaguari e Paraíba do Sul, comparando-se as vazões mínimas configuradas para essas localidades na situação atual, com aquelas resultantes de propostas de transposições de vazões para outras bacias e computando-se os efeitos compensatórios decorrentes da inserção dos novos reservatórios.

Durante a fase de estruturação dos arranjos alternativos para o suprimento hídrico da Macrometrópole Paulista, como se verá no item 6, verifica-se que dos 6 reservatórios estudados para os afluentes da margem esquerda do rio Paraíba, apenas 2 são necessários: (i) o reservatório Monteiro Lobato (nos arranjos 4 e 6) e, (ii) os reservatórios Monteiro Lobato e Santa Clara nos arranjos 5 e 7.

5.2.3. Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira do Iguape

5.2.3.1. Esquema Cascata de Reservatórios do Rio Juquiá

Este esquema hidráulico foi estudado no Plano SANESP (década de 80) e parcialmente incluída no presente estudo. É constituído pela seqüência de reservatórios em cascata das UHEs de França, Fumaça, Barra, Porto Raso, Alecrim e Serraria implantados pela CBA no rio Juquiá Guaçu, denominado neste Plano Diretor de Esquema Cascata de Reservatórios do Rio Juquiá. Do sistema de implantação originalmente concebido pelo Plano SANESP as primeira e segunda fases de implantação não são mais viáveis uma vez que apresentam

dificuldades ambientais, além de estarem situadas em áreas já antropizadas. No entanto, as demais fases de implantação, que transferem águas até o reservatório França, ainda são viáveis.

5.2.3.2. Esquema Alto Juquiá (França – ETA Cotia)

O esquema Alto Juquiá (França – ETA Cotia) compreende um conjunto de obras envolvendo canais, elevatórias, reservatórios e túneis que permitem conduzir as águas do reservatório França até a estação de tratamento de água (ETA Nova), sem utilizar a cascata de reservatórios do Rio Juquiá.

De acordo com estudos existentes, o reservatório França, isoladamente, permite retirar até 20 m^3/s para a região da Macrometrópole Paulista. Desses, 4,7m^3/s já se encontram preservados para o abastecimento público da RMSP[10].

O aproveitamento desse esquema hidráulico, além da vazão de 4,7m^3/s, no entanto conflita, atualmente, com a concessão de uso do bem público que a Companhia Brasileira de Alumínio – CBA possui, para a geração de energia elétrica, no rio Juquiá Guaçu. Este conflito está mais detalhadamente apresentado no Anexo 5 da versão integral do Relatório intermediário 2 RI-2, “Concessão de uso de bem público para aproveitamento hidrelétrico e abastecimento público: O caso CBA”.

5.2.3.3. Esquema São Lourenço (França-ETA Cotia)

O esquema São Lourenço (França – ETA Cotia) foi concebido pela SABESP para aproveitar uma vazão de até 4,7m^3/s do reservatório França conforme previsto na concessão de energia elétrica para a CBA.

O sistema de adução de água bruta até a ETA está constituído por uma captação e elevatória de água bruta (EEAB-01), que bombeia para o reservatório de água bruta em cota elevada. Deste reservatório até a estação de tratamento de água a adução passa a ser por gravidade, sob pressão.

A captação proposta situa-se na margem direita do reservatório da Usina do França, logo após a Foz do Ribeirão Laranjeiras. A EEAB-01 terá capacidade para recalcar até 6,0m^3/s através de 5 conjuntos elevatórios (sendo 1 reserva) com capacidade nominal de 1,5m^3/s, altura manométrica de 360mca e potência igual a 10.000CV.

O trecho por recalque, com 17,7km de extensão, será em tubulação de aço soldado API com diâmetro igual a 2,10m. O reservatório de água bruta, em concreto, de forma retangular com 2 câmaras, terá volume útil igual a 86.500m^3. O trecho a partir do reservatório até a estação de tratamento de água, denominada ETA Cotia, com 26,2km de extensão, será em tubulação de aço soldado API com diâmetro igual a 2,10m.

[10] De acordo com o Decreto Presidencial de 27/06/1996, artigo 5º.

A ETA Cotia, de ciclo completo, será implantada em área antropizada de reflorestamento da Chácara Mirassol, situada na margem esquerda da Estrada dos Pereiras, sentido Caucaia do Alto, distando aproximadamente 2,0 km da Estrada de Caucaia.

5.2.3.4. Esquema Baixo Juquiá – ETA Alto Cotia

Este esquema de aproveitamento visava aduzir águas do baixo Rio Juquiá para a região do Planalto Paulista gerando energia de ponta em usina reversível inserida no sistema. O esquema, proposto pela Isoterma (Projeto Serra do Mar), teria capacidade de recalcar até 80 m^3/s, compreendendo, numa primeira etapa, a disponibilização de 40 m^3/s para o abastecimento da RMSP e outros centros como Sorocaba e Campinas.

O esquema de obras previa iniciar a adução mediante um reservatório (R4) no Baixo Rio Juquiá na cota 30,00m conectado a uma estação elevatória subterrânea por meio de um túnel de 14,7km, conectada por sua vez a um reservatório (R1) na cota 900,00m mediante um segundo túnel de 7,5km.

Este último reservatório conecta-se com um reservatório (R3) subseqüente situado na mesma cota 900,00m mediante túnel de 4,4km, reservatório este situado nas cabeceiras do Rio Turvo na bacia do Rio Paranapanema.

Em seguida o reservatório R3 conecta-se com um último reservatório situado nas cabeceiras do Rio Sorocabuçu mediante túnel de 26km, que por sua vez está conectado à ETA Alto Cotia mediante um túnel final de 18km.

5.2.3.5. Esquema São Lourencinho - ETA Embu-Guaçu

O esquema geral previsto para o conjunto de obras prevê a adução de água do Rio São Lourencinho a partir da barragem LH-1 situada a cerca de 2,5km a montante da ponte da rodovia BR-116 com inversão de seu fluxo natural, seguida de reversão para a bacia do Rio Mambu, tributário do Rio Branco na Baixada Santista, com posterior recalque para as cabeceiras dessa mesma bacia, já no Planalto, com encaminhamento final para a estação de tratamento de água (ETA Nova) situada na bacia do Guarapiranga.

O sistema compreende também uma primeira captação a fio d'água no Rio Itariri com encaminhamento das águas captadas para o reservatório da barragem LH-1 por meio de recalque e túnel de transposição, e uma segunda captação a fio d'água no Ribeirão Braço Grande, cujas águas captadas também são encaminhadas para o mesmo reservatório LH-1.

A partir do reservatório LH-1 as águas disponíveis para aproveitamento são recalcadas para o reservatório da barragem LH-5 situada a montante da LH-1 e em seguida aduzidas por gravidade para o reservatório MB-1 na bacia do Rio Mambu mediante túnel de cerca de 20km de comprimento.

Em seguida, as águas são recalcadas para o reservatório da barragem MB-2, já na região do Planalto. Este recalque foi previsto para ser efetuado mediante uma estação elevatória com desnível bruto médio de cerca de 550m.

Finalmente, do reservatório da barragem MB-2 as águas são recalcadas para o reservatório terminal do sistema, MB-3, a partir do qual, as águas são encaminhadas para a área de tratamento (ETA Nova) situada na bacia do Rio Guarapiranga.

Cabe destacar que, no presente estudo, a barragem LH-5 foi prevista com maior altura que no plano original do DAEE com objetivo de eliminar a barragem LH-6, e também dispor de um volume útil maior e proporcionar melhores condições de regularização de vazões.

O esquema topológico das obras envolvidas é mostrado na figura 9, a seguir.

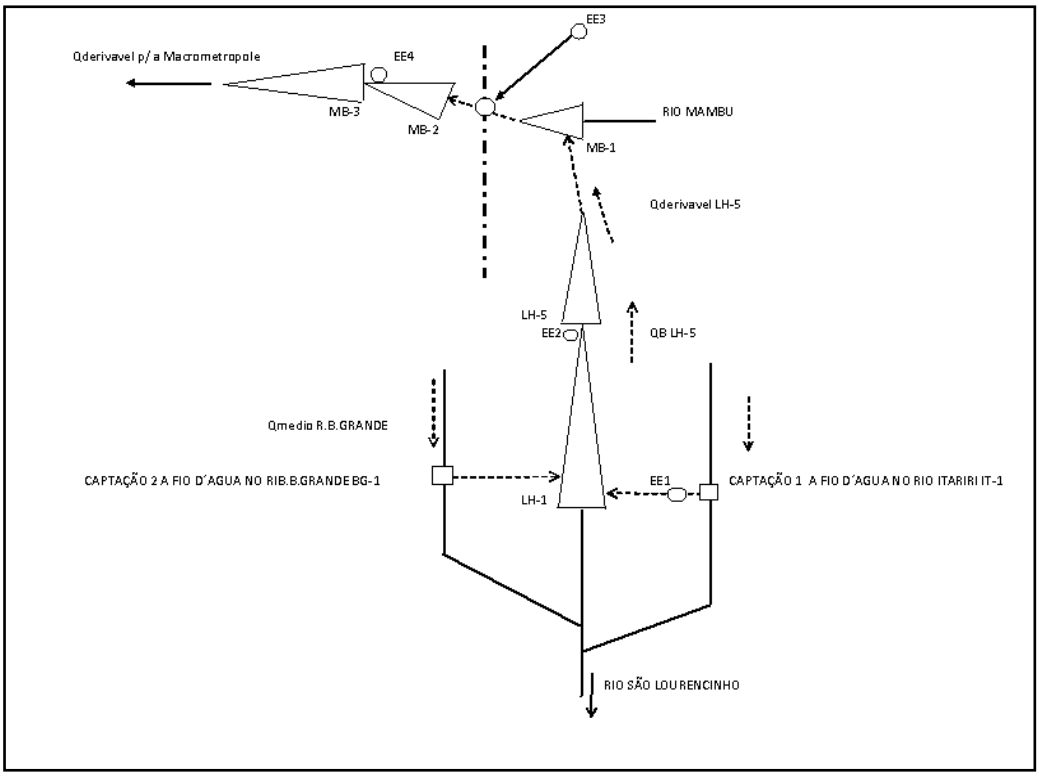


Figura 9: Esquema geral do Sistema São Lourencinho-Mambu

A Tabela 21 fornece os dados de volumes característicos dos reservatórios utilizados como dados de entrada para alimentar o modelo.

Tabela 21: Volumes Característicos dos Reservatórios

Reservatório	Volume Máximo (Mm^3)	Volume Mínimo (Mm^3)	Volume inicial (Mm^3)	Volume útil (Mm^3)
LH-1	235,00	108,00	108,00	127,00
LH-5	440,00	330,00	330,00	110,00
MB-1	24,89	19,32	19,32	5,57
MB-2	18,77	13,50	13,50	5,27
MB-3	10,76	5,05	5,05	5,71

Utilizando o SSD AcquaNet foram estudados quatro cenários, determinando-se a vazão possível de ser fornecida pelo esquema São Lourencinho para suprimento da região da Macrometrópole Paulista com garantia de 95 do tempo. Os resultados indicaram serem possíveis vazões variando entre 15,4 m³/s e 20,3 m³/s.

5.2.4. Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba/Capivari/Jundiaí – PCJ

Nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, além das vazões propiciadas pelo sistema Cantareira, pode-se estudar as possibilidades de aproveitamentos das vazões dos rios Atibaia, Camanducaia, Jaguari e Jundiaí, principalmente nos trechos a montante das áreas de maior adensamento populacional como a Região Metropolitana de Campinas e a região do município de Jundiaí e seu entorno.

Para o atual Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos da Macrometrópole Paulista, considerando o HIDROPLAN e outros estudos existentes, os seguintes esquemas foram estudados: Esquema Barragem Piraí; Esquema Barragem Jundiuvira; Esquema Barragem Campo Limpo; Esquema Barragens Pedreira e Duas Pontes; Esquema Aquifero Guarani.

5.2.4.1. Esquema Barragem Piraí

A barragem do Córrego Piraí, foi objeto de estudo de viabillidade contratado pelo Consórcio Intermunicipal do Ribeirão Pirai, que propõe um novo local de barramento em relação ao que havia sido anteriormente estudado pelo HIDROPLAN.

A barragem do rio Piraí conforme indica esse estudo, está situada a cerca de 2km a montante da sua foz no Rio Jundiaí, próximo à cidade de Salto, tem um reservatório de regularização com um volume útil de 8,795 x 10^6m³, que permite regularizar a vazão de 1,33m³/s com garantia de 95, o que representa um acréscimo de vazão regularizada de 0,4m³/s em relação ao estudo do HIDROPLAN.

5.2.4.2. Esquema Barragem Jundiuvira

O rio Jundiuvira é um afluente do rio Tietê, pela sua margem direita. O HIDROPLAN previa a implantação de um reservatório de regularização de vazões, em local próximo à sua foz no rio Tietê. O reservatório de Jundiuvira, combinado com o reservatório Piraí, permite atendimento às cidades de Salto, Itu e Indaiatuba.

A barragem do Jundiuvira foi concebida no HIDROPLAN em aterro compactado com vertedouro de encosta, para regularização de vazões a serem aduzidas, por recalque, através de adutora/túnel em rocha, até o córrego do Caí, afluente da margem esquerda do rio Jundiaí. A barragem situa-se na foz do Ribeirão Jundiuvira, logo a montante da estrada dos Romeiros.

A vazão regularizada seria aduzida ao reservatório de Piraí para reforço do abastecimento urbano local. Essa adução da vazão regularizada na barragem do Jundiuvira seria por recalque, através de túnel escavado em rocha, com adutora interna (diâmetro 0,8m) no

trecho ascendente do túnel (2.500m); o túnel se estenderia até o córrego do Caí, afluente do Piraí.

5.2.4.3. Esquema Barragem Campo Limpo

Um dos primeiros estudos do Rio Jundiaí como fonte de suprimento para abastecimento público dos municípios de Campo Limpo Paulista e Várzea Paulista está apresentado no relatório do DAEE intitulado "Aproveitamento do Rio Jundiaí, no Município de Campo Limpo Paulista, para Abastecimento Urbano – RP025-A003 Barragem do Rio Jundiaí – Anteprojeto Preliminar" (Dez/82). Esse estudo foi incorporado nos trabalhos do Consórcio HIDROPLAN que propôs um barramento a montante de Campo Limpo Paulista formando um reservatório de 1,4 km² e capacidade de regularizar uma vazão de 1,2 m³/s.

Em 2001 a SABESP contratou a realização de estudos de avaliação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos na bacia do rio Jundiaí a montante da cidade de Jundiaí, com a finalidade de captação de água como reforço para abastecimento dos município de Campo Limpo Paulista e Várzea Paulista.

Recomendou-se a utilização de dois mananciais:

- ✓ Rio Jundiaí, através da construção de uma barragem de regularização com altura de 10 metros, a montante do eixo preconizado pelo HIDROPLAN, e uma área de inundação de aproximadamente 1,40 km² com o nível na cota 770,00 m;

- ✓ Rio Jundiaí Mirim, complementado com as águas revertidas da bacia do rio Atibaia.

O Plano da Bacia Hidrográfica do CBH-PCJ, para o período de 2004-2007, também recomendou a barragem do rio Jundiaí para o abastecimento de Campo Limpo Paulista e Várzea Paulista, como alternativa de longo prazo a partir de 2015.

Em 2002 a SABESP aprofundou os estudos realizados de 2001, desenvolvendo o projeto básico para uma barragem constituída de maciço de terra homogêneo, implantado transversalmente ao leito do rio Jundiaí. O sangradouro da barragem localiza-se na ombreira direita, com o eixo a 58º com relação ao da barragem. Com 40 m de largura, terá a soleira implantada na cota 778,00 m.

5.2.4.4. Esquema Barragens Pedreira e Duas Pontes

O estudo dessas duas barragens faz parte dos trabalhos desenvolvidos pela Engecorps para a Petrobrás e ao Comitê da Bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, em 2008, com o objetivo de atender a um Programa de Ações a ser implementado na área de influência da Refinaria de Paulínia – REPLAN, em decorrência da ampliação de sua outorga no rio Jaguari a partir de 2009. Dentre os diversos itens de trabalhos desenvolvidos, destaca-se a Pesquisa de Eixos de Barramento nas sub-bacias dos rios Camanducaia, Jaguari, Atibaia e Piracicaba e a modelagem computacional do sistema Cantareira considerando a simulação da sua operação sem a implantação de qualquer aproveitamento adicional e com a inclusão dos aproveitamentos estudados. Os estudos desenvolvidos, em nível de inventário, identificaram sete eixos de barramento situados nos rios Jaguari, Camanducaia e Ribeirão Pirapitingui.

Sob o aspecto de capacidade de regularização de vazões, para jusante, esses estudos indicaram que os melhores eixos, entre os avaliados, foram os de Pedreira – no rio Jaguari – e Duas Pontes, no rio Camanducaia. Nas discussões em andamento, no âmbito do Comitê da Bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, há também um relativo consenso quanto à necessidade e conveniência desses dois aproveitamentos, razão pela qual foram incluídos no esquema de obras do Plano Diretor da Macrometrópole Paulista. Os estudos desenvolvidos para a Petrobrás concluíram que a implantação e a operação conjunta desses dois aproveitamentos resultariam em ganhos substanciais de disponibilidade hídrica, para jusante desses barramentos, conforme indicado na Tabela 22, juntamente com os dados das características principais dos barramentos propostos.

Tabela 22: Reservatórios na Bacia do Rio Piracicaba

Item	Eixo Pedreira		Eixo Duas Pontes
Rio	Jaguari		Camanducaia
Área de drenagem, km^2	2.163 (1)		863
Vazão média, m^3/s	38,6 (1)	18,2 (2)	14,1
Vazão mínima, 100% de garantia, m^3/s	10,1 (1)	4,9 (2)	2,8
Vazão afluente, 95% de garantia, m^3/s	14,4 (1)	6,3 (2)	5,4
Vazão efluente, 95% de garantia, m^3/s	-	9,6 (3)	9,8
Ganho na vazão para jusante, 95% de garantia, m^3/s	-	3,3	4,4
Características dos barramentos:			
Volume Acumulado, 10^6 hm^3	52,00		61,75
Volume útil, 10^6 hm^3	41,76		56,44
Área do reservatório, km^2	2,71		3,59
N.A. Máx. Normal, m	638,00		645,00
N.A. Máx. Maximorum	640,00		648,00
N.A. Mínimo, m	613,00		625,00
Altura do barramento, m	54,50		37,50

(1) = Condições naturais (inclui a bacia contribuinte do Jaguari, do Sistema Cantareira)
(2) = Vazão afluente ao reservatório formado pelo eixo mencionado, decorrente da operação do Sistema Cantareira
(3) = Vazão efluente (regularizada) do reservatório formado pelo eixo mencionado.
Fonte: Programa de Ações no Âmbito dos Comitês PCJ, Relatórios Técnicos 3 e 4, Volume III - Estudos Hidrológicos e Operacionais, Petrobras/Engecorps, nov 2008, dados obtidos dos quadros 9.5 e 9.8, sintetizados.

5.2.4.5. Esquema Aquífero Guarani

Considerado a maior reserva estratégica de água doce da América Latina, o Sistema Aqüífero Guarani (SAG) ocupa área de cerca de 155.800km² no Estado de São Paulo (CETESB, 2001), 90 da qual se encontra confinada pelos derrames basálticos da Formação Serra Geral. Com espessura média de 250 metros e porosidade efetiva de 20, as reservas permanentes são estimadas em 7.700km³ de água, normalmente de excelente qualidade. As reservas ativas são estimadas em 960 x 10^6m³/ano (Chang, 2001), suficientes para abastecer anualmente população de mais de 10 milhões de habitantes.

Na região da Macrometrópole de São Paulo, o SAG ocupa 5.520km² de área total, dos quais, 4.460km² correspondem à porção livre e 1.060km² correspondem à porção confinada do aqüífero pelos basaltos da Formação Serra Geral e sedimentos do Grupo Bauru. Municípios como Botucatu, Bofete, Anhembi, Piracicaba, São Pedro, Santa Maria da Serra,

Charqueada, Ipeúna, Analândia, Corumbataí, Conchas e Torre de Pedra encontram-se, total ou parcialmente, encerram em seus limites territoriais.

As áreas potenciais de captação de água subterrânea do SAG, na região da Macrometrópole, são as localizadas em área de exposição dos sedimentos das formações Pirambóia e Botucatu, constituintes do aqüífero no Estado de São Paulo.

Essas áreas ocupam uma faixa estreita e alongada, na direção NE-SW, com cerca de 18.400km², que mergulha em direção a oeste por sob os derrames basálticos da Formação Serra Geral. No perímetro da Macrometrópole, esta faixa estende-se por 4.460km².

As potencialidades dos aquíferos são dependentes de suas propriedades hidrodinâmicas e geométricas. As características que influenciam diretamente suas propriedades hidrodinâmicas são: espessura saturada, condutividade hidráulica, coeficiente de armazenamento e porosidade efetiva. Dados extraídos de perfurações de poços profundos na região de afloramento indicam que as melhores características hidrodinâmicas do SAG são obtidas na porção situada próxima à área de ocorrência dos basaltos, em razão da maior espessura e melhores condições de permo-porosidade. Esta região distingue-se por ter o nível d'água relativamente pouco profundo e não possuir capeamento basáltico. Todavia, dificuldades de captação podem surgir em função da ocorrência de intercalações de corpos de diabásio na seqüência sedimentar, as quais acarretam elevação nos custos de implantação dos poços.

As características hidrodinâmicas previstas para a área em questão apontam espessura saturada de 200m, condutividade hidráulica de 2,5m/dia, transmissividade de 500m²/dia e porosidade efetiva de 20. Estas características permitem projetar vazões da ordem de 180 m³/h, em poços com cerca de 300 a 350 metros de profundidade.

Dada a localização das áreas de afloramento do SAG na Região da Macrometrópole e a vazão média de 180m^3/h que poderia, em média, ser bombeada de cada poço, optou-se por considerar o aproveitamento desses recursos como complemento dos sistemas de abastecimento de água superficial atualmente explorados na região Oeste do território da Macrometrópole.

Ainda assim, somente haveria a possibilidade de extração de vazões significativas se a exploração se organizar na forma de "células de produção", pouco utilizada no Brasil, na qual um conjunto de poços bombeia para um reservatório comum e daí, por meio de adutoras, as vazões são conduzidas para os pontos de consumo.

Considerando-se a restrição da vazão média de 180m³/h por poço (50 l/s), um conjunto de 10 poços profundos poderia atender a uma demanda de 500l/s, bastante significativa em relação às demandas da região Oeste da Macrometrópole, tendo em vista, principalmente, garantir a segurança hídrica dessas áreas. Com estes poços, distantes entre si cerca de 200m, e com um reservatório, estimado, de 8000 metros cúbicos, o esquema de produção demandaria uma área de cerca de 50 hectares.

Na área de afloramentos do SAG presente na Macrometrópole distinguem-se, à priori, as regiões de Santa Maria da Serra, São Pedro e Anhembi como locais que reúnem condições técnico-econômicas adequadas para a implantação de células de produção.

5.2.5. Bacias Hidrográfias do Médio Tietê (Barra Bonita/Sorocaba/Sarapuí) e Alto Paranapanema

5.2.5.1. Esquema Barra Bonita

Esse esquema prevê a retirada de água do Reservatório de Barra Bonita no Braço do Rio Piracicaba em local cerca de 10km a montante da cidade de Santa Maria da Serra em sua margem esquerda.

O esquema compreende um conjunto de obras constituído por canais, reservatórios interligados, túneis, adutoras e estações elevatórias, que permite conduzir as águas aduzidas até um reservatório terminal próximo à cidade de Sumaré destinado ao suprimento das demandas hídricas dos diversos núcleos urbanos da região, assim como, o suprimento em marcha ao longo de todo o seu percurso.

5.2.5.2. Esquema Jurumirim – ETA Cotia

O esquema Jurumirim – ETA Cotia considera o aproveitamento integrado do reservatório Jurumirim e do Rio Sorocaba conduzindo as águas captadas nesses mananciais até um reservatório terminal, denominado Cabreúva, próximo à cidade de São Roque. O esquema foi concebido para o suprimento das demandas hídricas dos diversos núcleos urbanos da região, inclusive para atendimento da zona oeste da Região Metropolitana de São Paulo, assim como, o suprimento em marcha ao longo de todo o seu percurso.

Este esquema envolve o recalque das águas do reservatório de Jurumirim já existente no rio Paranapanema, para dois reservatórios de passagem em série situados num dos seus braços, possibilitando a transposição das águas captadas para um canal com cerca de 105km que segue paralelamente à rodovia Castelo Branco seguido de túnel com extensão de cerca de 20km até a região de São Roque. Ao longo do canal foram inseridos cinco reservatórios, duas estações elevatórias e uma usina hidrelétrica (PCH).

O esquema prevê também um ramal de derivação situado próximo do cruzamento com a rodovia Sorocaba-Porto Feliz que se estende até as proximidades de Indaiatuba, ramal este também constituído por canais, reservatórios interligados, túneis, adutoras e estações elevatórias, com porte para aduzir vazões superiores a 4,0m^3/s.

O esquema geral foi concebido para operar tanto quanto possível por gravidade; contudo, foram inseridas estações elevatórias e adutoras na medida em que as condições topográficas assim o exigissem.

5.2.5.3. Esquema Sarapuí - Sorocaba - Salto - Reservatório Piraí - Indaiatuba

O esquema Sarapuí-Sorocaba-Salto- Reservatório Piraí - Indaiatuba foi concebido para aduzir vazões inferiores a 4,0m^3/s compreendendo obras usuais de captação e adução de água bruta, prescindido de reservatórios de passagem, e utilizando basicamente adutoras para transferir as vazões a serem atendidas até as localidades próximas que se revelarem com deficiência hídrica.

A captação das águas do rio Sorocaba é realizada a jusante da confluência com o rio Sarapuí e a água bruta captada é aduzida para as localidades de Itu, Salto, Cabreúva e

Indaiatuba através de recalque seguido por trechos por gravidade sob pressão e de novos trechos por recalque.

Conforme demonstrado pelos estudos de simulação hidrológica, é possível derivar do rio Sorocaba, na seção indicada, sem reservatório de regularização e sem a importação de água bruta da bacia hidrográfica do rio Itapetininga, vazões entre 3,11 m^3/s e 6,50 m^3/s.

6. AVALIAÇÃO DOS ESQUEMAS HIDRÁULICOS ESTUDADOS

A partir dos elementos apresentados no capítulo anterior, realizou-se uma avaliação técnica, ambiental e institucional, bem como uma síntese destas avaliações, para cada um dos esquemas hidráulicos, com o objetivo de subsidiar a seleção dos esquemas para composição dos arranjos.

Neste ponto do desenvolvimento dos trabalhos não é possível realizar uma avaliação econômico-finaceira dos esquemas, ainda que seja um quesito de grande relevância, uma vez que os custos dos aproveitamentos é variável e dependente da vazão utilizada. A definição de tal vazão faz parte do processo de composição dos arranjos, objeto do capítulo seguinte, prevendo-se que um mesmo esquema hidráulico possa compor diferentes arranjos com diferentes vazões de dimensionamento. Sendo assim, a avaliação econômico-financeira será realizada somente dentro da perspectiva de cada arranjo, atividade essa prevista para o Relatório Final do presente Plano.

Portanto, a avaliação das soluções estudadas para a Macrometrópole Paulista está sendo feita em dois momentos distintos: (i) uma avaliação individual para cada esquema hidráulico (técnica, ambiental e institucional) objeto do presente capítulo; (ii) uma avaliação dos arranjos estruturados, que incluiu a avaliação econômica, que fará parte do Relatório Final.

6.1. Avaliação Técnica

Para a comparação das alternativas, foram escolhidos três critérios, todos levando a pontuações. Por certo, este procedimento não substitui a avaliação qualitativa; permite, contudo, uma análise objetiva e facilita a hierarquização de alternativas. O primeiro critério diz respeito às condições de implantação (1 ponto para dificuldade prevista de implantação; 2 pontos para possível dificuldade de implantação; 3 pontos para condições normais de implantação). O segundo critério é um índice de barragens novas, ponderando-se o seu porte e o tipo de cada estrutura. Cada reservatório de grande porte equivale a um índice 4, de médio porte a um índice 2 e de pequeno porte a um índice 1. Em caso de reservatórios de passagem, o índice é dividido por 2[11]. A pontuação foi fixada da seguinte forma: 1 ponto para índice igual ou superior a 10, 2 pontos para índice entre 4 e 9, e 3 pontos para índice igual ou inferior a 3. Finalmente, o terceiro critério diz respeito à extensão de túneis prevista nos esquemas hidráulicos: 1 ponto para extensão superior a 25km, 2 pontos para extensão entre 10 e 25km e 3 pontos para extensão inferior a 10km. A Tabela 23 forneceu os subsídios para a avaliação; a Tabela 24 apresenta as pontuações aplicadas.

[11] Foram consideradas, na avaliação técnica das alternativas da bacia do rio Paraíba do Sul, as barragens a serem construídas em afluentes da margem esquerda de forma a incrementar as vazões mínimas do rio Paraíba do Sul.

Tabela 23: Subsídios à Avaliação Técnica de Alternativas de Novos Mananciais

Esquemas	Alcance de Atendimento	Condições de Implantação de Obras	Implicações Energéticas	Modulação	Extensão de canais (km)	Extensão de túneis (km)	Quantidade de elevatórias	Extensão de Adutoras (km)	Potência estimada (KW)	Reservatórios	Área de inundação dos novos reservatórios	Construção de barragem nova ou aproveitamento de barramentos existentes	Faixa de vazões atendidas (intervalo de validade de cada aproveitamento) (m^3/s)	Importância para o desenvolvimento regional	Implicações Institucionais
Itatinga – Itapanhaú (Variante I)	Reforço ao Sistema Alto Tiete.	Condições normais de implantação.	Energia de Bombeamento poderá ser recuperada nas UHEs do Rio Tiete.	Não	3,9	4,25	2	0,9	80454	2 de médio porte		2 Barragens Novas	5,65		Conflito com a CIA DOCAS.
Itatinga –Itapanhaú (Variante II)	Reforço ao Sistema Alto Tiete	Condições Normais de Implantação	Energia de Bombeamento poderá ser recuperada nas UHEs do Rio Tiete.	Não	3,9	4,25	2	0,9	8045,	4 de médio porte		4 Barragens Novas	4,95		Conflito com a CIA. DOCAS
Capivari - Monos (Variante I)	Reforço ao Sistema Guarapiranga-Billings.	Condições Normais de Implantação	Energia de Bombeamento poderá ser recuperada nas UHEs do Rio Tiete.	Não	8,3	0	1	0		2 de grande porte 1 de pequeno porte		1 Barragem Nova	2,25		Não há
Capivari - Monos (Variante II)	Reforço ao Sistema Guarapiranga-Billings.	Condições Normais de Implantação	Energia de Bombeamento poderá ser recuperada nas UHEs do Rio Tiete.	Não	10,6	0,7	1	7,57		2 de médio e pequeno porte		2 Barragens Novas	2,05		Não há
Braço do Rio Pequeno - Billings	Reforço ao Sistema Rio Grande.	Possível dificuldade na implantação do túnel de ligação.	Redução de geração em Henry Borden.	Não	0	1,9	0	0		1 de grande porte		1 Barragem Nova	2,2		Conflito com a EMAE.
Cascata de Reservatórios do Rio Juquiá	Reforço aos Sistemas Guarapiranga-Billings,Cotia e Região Oeste da MMP.	Certo nível de dificuldade na conversão das UHEs em EEs.	Custos de Bombeamento elevados para aproveitamento da máxima capacidade do Esquema que poderão ser parcialmente recuperados em outros sistemas de geração. Recuperação parcial da energia de bombeamento em outros sistemas de geração.	Sim	0	11,1	10	8,6	65.912	6 de passagem de pequeno porte		Aproveitamento das Barragens Existentes da CBA Construção de 5 Barragens Novas	40		Conflito com a CBA Energia de Bombeamento poderá ser recuperada nas UHEs do Rio Tiete.
São Lourenço (França – ETA Cotia)	Reforço ao Sistema Cotia.	Condições normais de implantação.	Redução de geração na cascata da CBA com custos de bombeamento que poderão ser recuperados nas UHEs do Rio Tiete.	Não	0	6,6	2	32	7.360	0		0	4,7		Conflito com a CBA.
Baixo Juquiá – ETA Alto Cotia	Reforço aos Sistemas Guarapiranga-Billings,Cotia e Região Oeste da MMP.	Dificuldades de Implantação dos Túneis e Usina Reversível Subterrânea	Custos de Bombeamento elevados para aproveitamento da máxima capacidade do Esquema que poderão ser parcialmente recuperados em outros sistemas de geração. Recuperação parcial da energia de bombeamento em outros sistemas de geração.	Não	0	70,6	1 UR	0		3 de médio e grande porte		3 Barragens Novas	40 a 80		
Paraibuna -Ponte Nova	Reforço ao Sistema Alto Tiete	Condições normais de implantação	Redução da geração nas UHEs	Não	0	18,8	1	10		1 de pequeno porte		1 Barragem Nova	10		Conflito com a geração de energia nas UHEs do Rio Paraíba
Jaguari – Atibainha (Variante I)	Reforço ao Sistema Cantareira com benéficos p/ a bacia do Piracicaba.	Condições normais de implantação.	Redução da geração nas UHEs do Rio Paraíba a jusante de Funil.	Não	0	5,5	1	11,3		1 de passagem		1 Barragem Nova	5		Conflito com a geração de energia nas UHEs a jusante de Funil.
Jaguari – Atibainha (Variante II)	Reforço ao Sistema Cantareira com benéficos p/ a bacia do Piracicaba.	Condições normais de implantação.	Redução da geração nas UHEs do Rio Paraíba a jusante de Funil.	Não	0	7	2	5	24771	1 de passagem		1 Barragem Nova	5		Conflito com a geração de energia nas UHEs a jusante de Funil.
Guararema – Biritiba (Variante I)	Reforço ao Sistema Alto Tiete.	Condições normais de implantação.	Redução da geração nas UHEs do Rio Paraíba a jusante de Funil.	Não	0	0	2	24,5		0		0	5		Conflito com a geração de energia nas UHEs a jusante de Funil.
Guararema – Biritiba (Variante II)	Reforço ao Sistema Alto Tiete	Condições normais de implantação	Redução da geração nas UHEs do Rio Paraíba a jusante de Funil.	Não	2	6	2	3,5	15888	2 de passagem		2 Barragens Novas	5		Conflito com a geração de energia nas UHEs a jusante de Funil.
Barragens de Jundiuvira, Campo Limpo e Pirai.	Reforço a núcleos urbanos na âmbito do PCJ.	Condições normais de implantação.	Não há.	Sim	0	0	0	0		3 de médio porte		3 Barragens Novas			Não há
São Lourencinho - ETA Embu-Guaçu	Reforço aos sistemas Billings-Guarapiranga e Cotia, Região Oeste da MMP.	Certa dificuldade de implantação das barragens nos Rios S. Lourenço e Mambu e EE no Rio Mambu.	Custos de Bombeamento elevados para aproveitamento da máxima capacidade do Esquema que poderão ser parcialmente recuperados em outros sistemas de geração. Recuperação parcial da energia de bombeamento em outros sistemas de geração.	Sim	2,1	28,9	4	0	352.900	5 de grande e médio porte		6 Barragens Novas	20		Não há.

Tabela 23: Subsídios à Avaliação Técnica de Alternativas de Novos Mananciais (cont.)

Esquemas	Alcance de Atendimento	Condições de Implantação de Obras	Implicações Energéticas	Modulação	Extensão de canais (km)	Extensão de túneis (km)	Quantidade de elevatórias	Extensão de Adutoras (km)	Potência estimada (KW)	Reservatórios	Área de inundação dos novos reservatórios	Construção de barragem nova ou aproveitamento de barramentos existentes	Faixa de vazões atendidas (intervalo de validade de cada aproveitamento) (m³/s)	Importância para o desenvolvimento regional	Implicações Institucionais
Barra Bonita	Reforço ao abastecimento urbano da região de Campinas e municípios no âmbito do PCJ. Possibilidade de suprimento das demandas industriais e de irrigação dessas regiões.	Condições normais de implantação.	Custos de bombeamento.	Sim	24,1	3,3	5	27,5		10 de passagem		10 Barragens Novas	Sem Limite	Desenvolvimento da região de Campinas e municípios no âmbito do PCJ.	Não há.
Jurumirim - ETA Cotia	Reforço ao abastecimento urbano das regiões de Campinas e Sorocaba e municípios no âmbito do PCJ. Possibilidade de suprimento das demandas industriais e de irrigação dessas regiões.Possibilidade de compensação da eventual perda dos sistemas Guarapiranga-Billings e Cantareira.	Condições normais de implantação.	Redução da geração nas UHEs do Rio Paranapanema com recuperação nas UHEs do Rio Tiete.	Sim	118,37	38,83	8	29,25	45.4870	12 de passagem de pequeno e médio porte		12 Barragens Novas	Sem Limite	Desenvolvimento das regiões de Campinas e Sorocaba e municípios no âmbito do PCJ.	Conflito com a DUKE ENERGY.
Sarapuí-Sorocaba-Salto-Reservatório Piraí - Indaiatuba	Reforço à Região de Sorocaba e zona oeste da MM	Condições Normais de Implantação	Redução Parcial da geração nas UHE do Rio Paranapanema com recuperação nas UHEs do Rio Tiete	Sim	43,5	21,1	2	6,4		4 de pequeno e médio porte			8	Desenvolvimento da Região de Sorocaba	Não há.
Reservatórios na Bacia do Rio Paraíba	Possibilidade de compensação das eventuais retiradas de água do Rio Paraíba para a MMP.	Condições normais de implantação.	Não há.	Sim	0	0	0	0		6 de médio porte		6 Barragens Novas		libera a calha para a indústria e garante suprimento de água para o Rio de Janeiro – trem rápido, Copa 2014, Olimpíada 2016, etc.	Não há.
Reservatórios na Bacia do Rio Piracicaba (PETROBRÁS) Pedreira e Duas Pontes	Reforço ao abastecimento urbano da região de Campinas e municípios no âmbito do PCJ.	Condições normais de implantação	Não há.							2 de grande porte		2 Barragens Novas	5,4		Não há.

Tabela 24: Pontuação da Avaliação Técnica das Alternativas de Novos Mananciais

Regiões	Esquemas	Critério 1		Critério 2		Critério 3		Pontuação Total	
		Condições de Implantação	Pontuação	índice de barragens novas	Pontuação	Extensão de túneis (km)	Pontuação	Total	Média
Vertente Marítima da Serra do Mar e Bacia Hidrográfica do Alto Tietê	1 - Itatinga – Itapanhaú (Variante I)	Normais	3	4	2	4,25	3	8	2,67
	1A - Itatinga – Itapanhaú (Variante II)	Normais	3	4	2	4,25	3	8	2,67
	2 - Capivari – Monos (Variante I)	Normais	3	9	2	0	3	8	2,67
	2A - Capivari - Monos (Variante II)	Normais	3	3	3	0,7	3	9	3,00
	3 - Braço do Rio Pequeno – Billings	Dificuldade potencial na implantação do túnel de ligação	2	4	2	1,91	3	7	2,33
	4 - Baixada Santista	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0	0,00
Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul	5 - Paraibuna - Ponte Nova	Normais	3	1	3	18,8	2	8	2,67
	6 - Jaguari – Atibainha (Variante I)	Normais	3	0,5	3	5,5	3	9	3,00
	6A - Jaguari – Atibainha (Variante II)	Normais	3	1	3	7,3	3	9	3,00
	7 - Guararema – Biritiba (Variante I)	Normais	3	0	3	0	3	9	3,00
	7A - Guararema - Biritiba (Variante II)	Normais	3	1,5	3	6,7	3	9	3,00
Bacia Hidrográfica do rio Ribeira de Iguape (Juquiá/São Lourenço)	8 - Cascata de Reservatórios do Rio Juquiá	Dificuldade na conversão das UHEs em EEs	1	4	2	7,62	3	6	2,00
	9 - Alto Juquiá (França – ETA Cotia)	Normais	3	2,5	3	16	2	8	2,67
	10 - São Lourenço (França – ETA Cotia)	Normais	3	0	3	0	3	9	3,00
	11 - Baixo Juquiá – ETA Alto Cotia	Dificuldades de implantação dos túneis e usina reversível subterrânea	1	6	2	70,6	1	4	1,33
	12 - São Lourencinho - ETA Embu-Guaçu	Dificuldade de implantação das barragens nos Rios S. Lourenço e Mambu e EE no Rio Mambu	1	11	1	28,9	1	3	1,00
Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí	14 - Barragem Jundiuvira – Piraí	Normais	3	2	3	0	3	9	3,00
	15 - Barragem de Campo Limpo	Normais	3	2	3	0	3	9	3,00
	13 - Barragem de Pirai.	Normais	3	2	3	0	3	9	3,00
	16 e 17 - Barragens de Pedreiras e Duas Pontes	Normais	3	8	2	0	3	8	2,67
	18 - Aquifero Guarani	Esquema a ser estudado	-----	-----	-----	-----	-----	0	0,00
Bacia Hidrográfica do Médio Tietê (Sorocaba/Sarapuí) e do Alto Paranapanema	20 - Barra Bonita	Normais	3	10	1	3,3	3	7	2,33
	21 - Jurumirim - ETA Cotia	Normais	3	6	2	38,83	3	8	2,67
	22 – Sarapuí-Sorocaba-Salto-Reservatório Piraí - Indaiatuba	Normais	3	2	3	0	3	9	3,00

6.2. Avaliação Ambiental

6.2.1. Introdução

A presente análise dá continuidade à metodologia prevista no Relatório intermediário 1 RI-1, detalhando os resultados do Macrocenário Ambiental de Referência apresentado no Relatório Intermediário RI-1 e avançando no sentido de possibilitar uma avaliação ambiental mais precisa e criteriosa dos esquemas hidráulicos propostos.

A avaliação ambiental dos esquemas propostos foi realizada sob um duplo enfoque:

- Analisar as prescrições legais que incidem sobre a implantação das obras, destacando aquelas que podem constituir obstáculos ao futuro licenciamento ambiental dos empreendimentos;

- Avaliar as interferências diretas sobre os ecossistemas terrestres e aquáticos, decorrentes da implantação das obras dos esquemas hidráulicos.

Ambos os enfoques adotados têm por objetivo, em conjunto, identificar os esquemas que apresentam maior ou menor facilidade para o futuro licenciamento ambiental das obras, bem como possibilitar o posterior comparativo entre eles, inserindo a variável ambiental na matriz decisória adotada para análise integrada dos arranjos hidráulicos estudados.

Embora o presente estudo não constitua um EIA/RIMA e nem tenha por objetivo o licenciamento ambiental dos esquemas propostos, pressupõe-se que a equipe de meio ambiente contribua para selecionar aqueles esquemas ambientalmente mais viáveis e que, em fases futuras, apresentem menores dificuldades para recebimento das licenças ambientais necessárias.

6.2.2. Metodologia Empregada

Em linhas gerais, foram definidos critérios e/ou indicadores para avaliação ambiental dos esquemas hidráulicos, em função das restrições legais e das interferências ambientais.

a) Restrições Legais

Para avaliação das restrições legais impostas à implantação das obras, foram considerados critérios representativos de intervenções em Unidades de Conservação, em territórios Indígenas, em comunidades quilombolas e em zonas núcleo da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, visto as maiores dificuldades que tais intervenções podem trazer ao licenciamento ambiental dos esquemas estudados à luz da legislação ambiental.

Os esquemas foram avaliados mediante o seu desempenho diante dos seguintes critérios:

- Distância mínima das obras a Unidades de Conservação de Proteção Integral, dentro das quais quando são permitidos usos antrópicos – estes são muito restritivos;

- Intervenções em terras Indígenas – avaliação realizada mediante “sim” ou “não”;

- Intervenções em comunidades quilombolas – avaliação realizada mediante “sim” ou “não”;

- Intervenções em zonas núcleo da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA) – avaliação realizada mediante “sim” ou “não”.

b) Interferências Ambientais

Para identificação das interferências ambientais de cada esquema sobre os usos antrópicos do solo e sobre os ecossistemas terrestres e aquáticos, inicialmente, definiu-se a área de interferência direta de cada esquema, considerando os impactos diretos usualmente gerados durante a construção de obras lineares; ou seja, definiu-se o que se poderia denominar de Área Diretamente Afetada (ADA), constituída pelas áreas ocupadas pelas obras propriamente ditas acrescidas de uma faixa de 200m de largura no entorno de todas as estruturas hidráulicas que integram cada esquema: adutoras, canais, barragens e seus reservatórios (áreas alagadas), e estações elevatórias.

Na sequência, foi utilizado o mapa de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal do Estado de São Paulo, como base para a avaliação das interferências ambientais. Com base nesse mapa foi possível agrupar os padrões de uso e ocupação do solo mapeados nas legendas abaixo indicadas, representativas, em última análise, de usos antrópicos e de cobertura vegetal remanescente, além da presença de corpos d’água:

- Área urbana, correspondente às áreas das sedes urbanas dos municípios;
- Uso antrópico, contemplando mineração, uso industrial, aeroportos e zonas portuárias;
- Culturas e reflorestamento, incluindo culturas anuais, culturas semi-perenes e perenes, pastagens e reflorestamentos;
- Formações vegetais, contemplando matas, campos úmidos, mangues, restingas e cerrados;
- Mata ciliar, incluindo as matas ciliares presentes ao longo da rede de drenagem;
- Corpos d’água, abrangendo massas d’água (rios e córregos de maior largura) e reservatórios naturais e artificiais preexistentes, passíveis de identificação no mapa, na escala adotada.

Uma vez de posse do mapa foi efetuada sobre ele a plotagem da ADA de todos os esquemas, possibilitando delimitar e quantificar os padrões de uso e ocupação do solo, obtendo-se um detalhamento das interferências de cada esquema sobre o uso do território e os ecossistemas terrestres e aquáticos presentes ao longo do caminhamento das obras.

Portanto, buscou-se identificar e quantificar quais as interferências que serão causadas pelas futuras obras constituintes de cada esquema na vegetação nativa, em corpos d’água existentes (açudes, reservatórios, rios e córregos de largura compatível com representação na escala do mapa de uso e ocupação do solo), áreas urbanas e de outros usos antrópicos, e áreas de expressivo interesse ambiental. Ou seja, tais interferências são representadas pelos padrões de uso e ocupação do solo da região de estudo que serão diretamente afetados pelas obras, e que podem diferenciar os esquemas entre si, no que se refere aos impactos ambientais que serão por eles gerados.

Evidentemente, quanto mais extenso e complexo o esquema de obras, maiores serão as interferências ambientais resultantes, quando avaliadas sob o ponto de vista da mera quantificação das áreas diretamente afetadas.

Assim, visando parametrizar a posterior comparação entre os esquemas, foram criados indicadores de interferências ambientais úteis para possibilitar a avaliação e o cotejo mútuo dos esquemas:

- Quantidade de **vegetação diretamente afetada** em relação às **áreas antropizadas** (adimensional) - quanto maior for o quociente, maiores serão os impactos sobre os ecossistemas naturais relativamente aos usos antrópicos; em consequência, quanto menor for o quociente, menores serão esses impactos;

- Quantidade de **áreas urbanizadas** diretamente afetadas vs. **vazão característica**[12] (ha/m³/s) – quanto maior o quociente, menos interessante será o esquema, pois o custo socioambiental decorrente da remoção de população, benfeitorias e infraestruturas urbanas poderá não ser devidamente compensado pela ampliação da oferta hídrica na região;

- **Vegetação** vs. **vazão característica** (ha/m³/s) – quanto maior o quociente, menos interessante será o esquema, pois o custo ambiental decorrente da perda de áreas vegetadas (ecossistemas terrestres) poderá não ser devidamente compensado pela ampliação da oferta hídrica na região;

- **Corpos d'água diretamente afetados**[13] vs. **vazão característica** (ha/m³/s) – quanto maior o quociente, menos interessante será o esquema, pois o custo ambiental decorrente da interferência em ecossistemas aquáticos poderá não ser devidamente compensado pela ampliação da oferta hídrica na região.

Complementando as análises realizadas com base no mapa de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal, investigou-se também o grau de interferência de cada esquema de obras na conectividade entre fragmentos florestais e outras áreas protegidas, conforme estudos realizados no contexto do Projeto Biota/FAPESP.

Para possibilitar a comparação entre os esquemas, também foi criado indicador para representar as interferências das obras para incremento da conectividade, o qual ficou definido da seguinte forma: Quantidade de **áreas diretamente afetadas pelos esquemas inseridos em áreas com 5 ou mais indicações para incremento da conectividade** vs. **vazão característica** (ha/m³/s) – quanto maior o quociente, menos interessante será o esquema, pois o custo ambiental decorrente da interferência em áreas indicadas para

[12] "Vazão característica" de cada esquema corresponde ao valor incremental da disponibilidade hídrica obtido com a implantação das obras.

[13] Os corpos d'água diretamente afetados pelas obras, constituídas por barragens e seus reservatórios (incluindo as respectivas áreas alagadas), adutoras, canais, estações de bombeamento etc. compreendem reservatórios/açudes preexistentes e cursos d'água com largura compatível com representação na escala do mapa de uso e ocupação do solo. As áreas alagadas pelos reservatórios que integram cada esquema de obras representam interferências ambientais, quantificadas mediante a plotagem da Área Diretamente Afetada sobre o mapa de uso e ocupação do solo.

incremento da conectividade entre ecossistemas terrestres e áreas protegidas poderá não ser devidamente compensado pela ampliação da oferta hídrica na região.

6.2.3. Restrições Legais

Para a seleção dos esquemas hidráulicos qualificados como de implantação mais viável, foi efetuada uma identificação e avaliação da situação jurídica das áreas onde a implantação de reservatórios surge como necessária à melhor oferta de recursos hídricos à Macrometrópole. Foi especialmente estudada a interferência de possíveis reservatórios com o Bioma Mata Atlântica, as Áreas de Preservação Permanente (APPs), as áreas pertencentes ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), os territórios indígenas e as áreas com população quilombola.

Quanto ao aspecto ambiental, as restrições legais impõem dificuldades que não devem ser desprezadas, com inevitáveis efeitos sobre a seleção das intervenções e, eventualmente, sobre o próprio partido técnico de cada esquema hidráulico selecionado. Deve-se tomar em conta, quando de restrições mais severas, que uma autorização para a execução de obra pública de captação e reservação de água, mesmo visando ao abastecimento público, sempre se revestirá de caráter excepcional.

Isto não implica dizer que há obstáculos intransponíveis ao estudo detalhado e à implantação de empreendimentos. De maneira geral, excetuada aquela relativa ao SNUC[14] - que não prevê qualquer previsão legal para a supressão de vegetação em Parques e Estações Ecológicas -, a legislação incidente sobre áreas protegidas não impede, em princípio, iniciativas de intervenções como as que são objeto do presente Plano Diretor. Um exemplo diz respeito ao corte ou supressão de vegetação de Mata Atlântica, o qual é condicionado à natureza do empreendimento[15]. Assim, quando de obras relativas à implantação de mananciais, pode-se enquadrá-las como de utilidade pública, ou “obras essenciais de infraestrutura de interesse nacional destinadas aos serviços públicos de transporte, saneamento e energia, declaradas pelo Poder Público federal ou dos Estados[16]. A importância econômica e urbana da Macrometrópole oferece razão aparentemente suficiente para que seja declarado o interesse nacional envolvido. Da mesma forma, a Lei Federal n°. 11.428/06 estabelece a possibilidade de compensação ambiental para a supressão de vegetação primária ou secundária, em estágios médio ou avançado de regeneração, pela destinação de uma área equivalente à extensão da área desmatada, com

[14] O SNUC prevê vários tipos de unidades de conservação ou proteção ambiental, regidas pelos princípios da proteção integral (Parques e Estações Ecológicas, que constituem Unidades de Conservação) ou do uso sustentável (Áreas de Proteção Ambiental – APAs, Florestas Nacionais e Estaduais, Áreas de Relevante Interesse Ecológico – ARIEs). As Reservas da Biosfera, também previstas no SNUC, situam-se em um nível intermediário de restrição, consideradas as finalidades deste Plano Diretor. Vale observar que os Parques e as Estações Ecológicas apresentam restrições legais também quanto à sua área de vizinhança, ou entorno. Esta é dividida em zona de amortecimento e zona de transição, as quais requerem procedimentos específicos para o licenciamento de usos e ocupações. A zona de transição, circundando a Unidade de Conservação, se estende por um raio de 10km.

[15] De toda forma, quando da existência de vegetação primária ou de vegetação secundária em estado avançado de recuperação, a possibilidade de corte e supressão é ainda mais excepcional.

[16] Lei Federal nº 11.428/06, art. 3º, VII. A Lei também prevê hipóteses de interesse social, que não se aplicam ao presente trabalho.

as mesmas características ecológicas, na mesma bacia hidrográfica, e, sempre que possível, na mesma microbacia hidrográfica[17].

Neste sentido, de forma bastante preliminar, a verificação dos empreendimentos e da legislação ambiental permite estabelecer uma gradação entre as possibilidades legais de implantação de estruturas de aproveitamento hídrico do interesse da Macrometrópole.

Em Áreas de Preservação Permanente – APP, nas quais se incluem todas as propostas de intervenções, não há propriamente impedimento, na medida em que os esquemas hidráulicos estudados se referem à utilidade pública ou eventualmente a intervenções de baixo impacto, hipóteses em que se permite a supressão de vegetação de APP, desde que observadas as condições de excepcionalidade, impossibilidade de realização do empreendimento em outro local e mediante autorização da CETESB, por meio de processo administrativo próprio.

No que se refere à vegetação de Mata Atlântica, como observado, também vigora a possibilidade de supressão para empreendimentos de utilidade pública de interesse nacional, mediante as autorizações em processos administrativos específicos. Quando do eventual detalhamento do empreendimento, será necessário caracterizar especificamente as áreas ocupadas por Mata Atlântica e definir as gradações de proteção – vegetação primária e secundária, esta última nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração.

Quanto às Unidades de Conservação, há uma dificuldade muito forte para a aprovação de empreendimentos localizados no interior das unidades de Proteção Integral. No que se refere ao entorno desses espaços, é necessário verificar o plano de manejo e as condicionantes a serem impostas pelo órgão ambiental, quando do pedido de licenciamento. Essa dificuldade aumenta na medida em que existirem possibilidades locacionais para a implantação de esquemas hidráulicos que não estejam em desacordo com a legislação ambiental.

Já nas unidades de uso sustentável[18], não se verifica impedimento, cabendo ao órgão ambiental a análise, à luz do plano de manejo e do zoneamento do espaço, quando existirem, da possibilidade de implantação do empreendimento, e a fixação das medidas compensatórias e mitigadoras dos impactos.

Lembre-se que as áreas de transição das unidades de conservação devem observar as regras estabelecidas pela Resolução CONAMA nº 13/90. As áreas de entorno – exceto para as APAs - podem fixar restrições específicas, de acordo com os respectivos planos de manejo e das condicionantes impostas pela CETESB, quando do licenciamento ambiental do empreendimento.

No que se refere à Reserva da Biosfera, cabe salientar que as zonas núcleo são formadas por unidades de conservação de proteção integral, o que amplia as dificuldades de licenciamento.

---

[17] Lei Federal nº 11.428/06, art. 17.

[18] Constituem unidades de uso sustentável as Áreas de Proteção Ambiental - APAs, Áreas de Relevante Interesse Ecológico – ARIES, as Florestas Nacionais, as Reservas Extrativistas, as Reservas de Fauna, as Reservas de Desenvolvimento Sustentável, e as Reservas Particulares do Patrimônio Natural.

Por outro lado, quanto às terras indígenas, embora os índios detenham a sua posse permanente e o "usufruto exclusivo das riquezas do solo, dos rios e dos lagos"[19] existentes, elas constituem patrimônio da União. Como bens públicos de uso especial, são inalienáveis e indisponíveis e não podem ser objeto de utilização de qualquer espécie por outros que não os próprios índios. Segundo o § 3º do art. 231, "o aproveitamento dos recursos hídricos, incluídos os potenciais energéticos, a pesquisa e a lavra das riquezas minerais em terras indígenas só podem ser efetivados com autorização do Congresso Nacional, ouvidas as comunidades afetadas, ficando-lhes assegurada participação nos resultados da lavra, na forma da lei". As terras indígenas são também Áreas de Preservação Permanente – APP. O Código Florestal, no art. 3º, estabelece, como uma das finalidades das APP declaradas por ato do Poder Público, a manutenção do ambiente necessário à vida das populações silvícolas[20].

Já as populações quilombolas fazem parte do que se denomina "povos e comunidades tradicionais". O Decreto nº 6.040, de 7 de julho de 2007, que dispõe sobre a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais, conceitua-os como os grupos culturalmente diferenciados, que se reconhecem como tais, possuem formas próprias de organização social, que ocupam e usam territórios e recursos naturais como condição à sua reprodução cultural, social, religiosa, ancestral e econômica. Embora não haja normas específicas acerca do uso e ocupação dos espaços quilombolas, a tendência é a demarcação de suas terras e, nas áreas ainda não demarcadas, o estabelecimento de restrições, com vistas à demarcação.

Com base no acima exposto foram analisados, para cada esquema, os critérios de avaliação das restrições legais incidentes, sendo eles:

- Distância mínima a Unidades de Conservação de Proteção Integral;
- Interferências em Terras Indígenas;
- Interferências em comunidades quilombolas;
- Interferências na Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.

O Mapa 9 apresenta a localização dos esquemas vis-à-vis às Unidades de Conservação de Proteção Integral, as Terras Indígenas, as comunidades quilombolas e a zona núcleo da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. A Tabela 25 apresenta o resultado da avaliação das restrições legais realizada para os esquemas hidráulicos e variantes de obras estudadas.

[19] Constituição Federal/1988, art. 231, § 2º.

[20] Lei nº 4.771/65, art. 3º, g.

Tabela 25: Critérios de avaliação das restrições legais para os 18 esquemas e variantes

Nº Esquema	Nome do Esquema	Distância UC Proteção Integral (km)	Intervenção em Terra Indígena	Proximidade de Comunidade Quilombola	Intervenção na *RBMA
1	Itatinga – Itapanhaú (Variante I)	0	N	N	Transição, amortecimento e núcleo
1A	Itatinga –Itapanhaú (Variante II)	0	N	N	Transição e amortecimento
2	Capivari - Monos (Variante I)	6,46 8,49	N	N	Amortecimento e Transição
2A	Itatinga – Itapanhaú (Variante I)	0	S (2)	N	Amortecimento e núcleo
3	Braço do Rio Pequeno - Billings	1,72	N	N	Amortecimento e Transição
5	Paraíbuna – Ponte Nova	5,11	N	N	Amortecimento e Transição
6	Jaguari – Atibainha (Variante I)	10,31	N	N	Transição e áreas urbanizadas
6A	Jaguari – Atibainha (Variante II)	0	N	N	Transição
7	Guararema – Biritiba (Variante I)	11,98 11,35	N	N	Transição
7A	Guararema – Biritiba (Variante I)	9,61	N	N	Transição
8	Cascata de Reservatórios do Rio Juquiá	9,22	N	N	N
9	Alto Juquiá (França – ETA Cotia)	3,7	N	N	Amortecimento e Transição
10	São Lourenço (França – ETA Cotia)	3,94	N	N	Amortecimento e Transição
11	Baixo Juquiá – ETA Alto Cotia	4,7	N	N	N
12	São Lourencinho - ETA Embu-Guaçu	0	N	S	Transição, amortecimento e núcleo
13	Barragem Piraí	N	N	N	N
14	Barragem Jundiuvira - Piraí	N	N	N	Amortecimento e Transição
15	Barragem Campo Limpo	N	N	N	Transição
16 e 17	Barragens Pedreira e Duas Pontes	N	N	N	N
20	Barra Bonita	3,75 7,75	N	S	N
21	Jurumirim - ETA Cotia	0,32	N	N	Transição
22	Sarapuí-Sorocaba-Salto-Reservatório Piraí - Indaiatuba	N	N	N	Amortecimento

*RBMA: Reserva da Biosfera da Mata Atlântica do Cinturão Verde de São Paulo.
**O valor 0 (zero) indica que a Unidade de Conservação é atravessada pelo esquema.
Fontes: UC – Instituto Florestal, 2008 / TI – FUNAI, 2009 / Quilombos – ITESP, 2003/ RBMA - Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 2004.

6.2.3. Interferência Ambientais

Para fins da hierarquização das interferências ambientais estabeleceu um sistema de avaliação onde cada esquema, para cada indicador, pode receber uma pontuação que varia de 1 a 3. Quanto maior a pontuação, ela significa menores restrições ambientais, havendo, portanto, condições mais favoráveis para a exploração visando ao suprimento futuro da Macrometrópole.

O Mapa 9 e o Mapa 10 indicam a localização da ADA – Área Diretamente Afetada de cada esquema sobre o mapa de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal e sobre o mapa do Projeto Biota – ações protegidas.

A Tabela 26 apresenta a quantificação dos padrões de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal nas Áreas Diretamente Afetadas pelos esquemas indicando, ainda, as UGRHIs em que se localizam as obras consideradas. A Tabela 27 mostra a quantificação das interferências dos esquemas sobre áreas indicadas para incremento da conectividade entre ecossistemas terrestres, conforme resultados dos estudos realizados no âmbito do Projeto Biota.

A Tabela 28 mostra o cálculo dos indicadores selecionados, para os esquemas e variantes estudados, mostrando, também, as UGRHIs em que eles se localizam. Sempre que necessário, os indicadores foram calculados em relação as “vazões de referência” adotadas com base nas capacidades de suprimento de água de cada esquema hidráulico.

A Tabela 29 apresenta a pontuação determinada pela avaliação ambiental para cada esquema estudado e na Tabela 30 observam-se os critérios para a pontuação dos parâmetros ambientais.

Tabela 26: Padrões de uso e ocupação do solo e cobertura vegetal nas Áreas Diretamente Afetadas pelos esquemas

Esquema	UGHRI	Uso Antrópico (ha)	%	Mata Ciliar (ha)	%	Área Urbana (ha)	%	Formações Vegetais (ha)	%	Ecossistemas Aquáticos (ha)	%	Culturas e Reflorestamento (ha)	%	Total (ha)
1 - Itatinga – Itapanhaú (Variante I)	3 e 6	42	4,9	0	0,00		0,00	656	76,00	0	0,00	165	19,1	863
1A - Itatinga –Itapanhaú (Variante II)	3 e 6	21	2,6	0	0,00		0,00	649	79,08	0	0,00	150	18,3	820
2 - Capivari - Monos (Variante I)	6 e 7	863	36,01	49	2,06	76	3,16	1.289	53,78	82	3,41	38	1,58	2.396
2A - Capivari - Monos (Variante II)	6 e 7	35	11,36	0	0,00	0	0,00	264	86,05	1	0,45	7	2,14	307
3 - Braço do Rio Pequeno - Billings	7	26	52,52	0	0,00	0	0,00	0	0,00	23	47,4	0	0,00	49
5 – Paraíbuna – Ponte Nova	2	787	14,7	0	0,00	9	0,16	1.820	34,01	0	0,00	2.737	51,1	5.352
6 - Jaguari – Atibainha (Variante I)	2 e 5	2.376	68,46	0	0,00	13	0,38	313	9,02	60	1,72	709	20,4	3.471
6A - Jaguari – Atibainha (Variante II)	2 e 5	693	51,05	0	0,00	47	3,46	441	32,46	44	3,21	133	9,82	1.358
7 - Guararema – Biritiba (Variante I)	2 e 6	1.712	69,84	4	0,17	11	0,43	633	25,83	0	0,00	91	3,73	2.451
7A - Guararema - Biritiba (Variante II)	2 e 6	1.072	28,99	698	18,86	21	0,56	1.078	29,14	0	0,00	830	22,4	3.699
8 – Cascata de Reservatórios do Rio Juquiá	6 e 11	2.980	50,58	40	0,68	51	0,86	2.181	37,02	0	0,00	640	10,8	5.892
9 – Alto Juquiá (França – ETA Cotia)	10 e 11	273	8,45	0	0,00	0	0,00	2.570	79,43	8	0,24	384	11,8	3.235
10 – São Lourenço (França – ETA Cotia)	10 e 11	852	47,78	0	0,00	164	9,19	644	36,12	12	0,68	111	6,23	1.783
11 – Baixo Juquiá – ETA Alto Cotia	14 e 11	331	7,49	0	0,00	0		4.033	91,35	51	1,16	0		4.415
12 – São Lourencinho - ETA Embu-Guaçu	7 e 11	721	7,26	0	0,00	435	4,38	8.771	88,36	0	0,00	0		9.926
13 – Barragem Piraí	10 e 5	344	89,11	0	0,00	0		26	6,82	0	0,00	16	4,07	386
14 – Barragem Jundiuvira - Piraí	10	239	15,27	0	0,00	89	5,68	1.196	76,47	0	0,00	40	2,58	1.564
15 – Barragem Campo Limpo	5	362	35,74	0	0,0	544	53,6	0		8	0,79	100	9,87	1.014
16 e 17 – Barragens Pedreiras e Duas Pontes	5	1.673	88,11	0	0,00	9	0,49	216	11,40	0	0,00	0		1.899
20 – Barra Bonita	5 e 10	4.642	49,81	480	5,15	99	1,06	1.667	17,89	0	0,00	2.432	26,0	9.320
21 – Jurumirim	10 e 14	9.050	40,47	2.176	9,73	731	3,27	5.391	24,11	125	0,56	4.888	21,8	22.36
22 – Sarapuí-Sorocaba-Salto- Reservatório Piraí - Indaiatuba	5 e 10	2.153	44,78	104	2,16	670	13,9	810	16,85	17	0,36	1.053	21,9	4.807

Tabela 27: Interferências dos esquemas de obras em áreas indicadas para incremento da conectividade florestal

Esquema	UGHRI	Área total da ADA (ha)	Áreas indicadas de 5 a 8 vezes para incremento da conectividade (ha)	% da ADA
1 - Itatinga – Itapanhaú (Variante I)	3 e 6	863	17	1,9
1A - Itatinga –Itapanhaú (Variante II)	3 e 6	820	141	17,3
2 - Capivari - Monos (Variante I)	6 e 7	2.395	0	0,0
2A - Capivari - Monos (Variante II)	6 e 7	307	0	0,0
3 - Braço do Rio Pequeno - Billings	7	49	0	0,0
5 – Paraíbuna – Ponte Nova	2	5.352	4.067	75,9
6 - Jaguari – Atibainha (Variante I)	2 e 5	3.471	1.026	29,5
6A - Jaguari – Atibainha (Variante II)	2 e 5	1.358	812	59,8
7 - Guararema – Biritiba (Variante I)	2 e 6	2.451	117	4,7
7A - Guararema - Biritiba (Variante II)	2 e 6	3.699	1.543	41,7
8 – Cascata de Reservatórios do Rio Juquiá	6 e 11	5.892	0	0,0
9 – Alto Juquiá (França – ETA Cotia)	10 e 11	3.234	47	1,4
10 – São Lourenço (França – ETA Cotia)	10 e 11	1.783	85	4,8
11 – Baixo Juquiá – ETA Alto Cotia	14 e 11	4.415	0	0,0
12 – São Lourencinho - ETA Embu-Guaçu	7 e 11	9.925	33	0,3
13 – Barragem Piraí	10 e 5	386	0	0,0
14 – Barragem Jundiuvira - Piraí	10	1.563	1.563	100,0
15 – Barragem Campo Limpo	5	1.014	937	92,4
16 e 17 – Barragens Pedreiras e Duas Pontes	5	1.898	15	0,8
20 – Barra Bonita	5 e 10	9.320	0	0,0
21 – Jurumirim	10 e 14	22.361	264	1,18
22 – Sarapuí-Sorocaba-Salto- Reservatório Piraí - Indaiatuba	5 e 10	4.806	0	0,0

*PI = Proteção Integral

Tabela 28: Indicadores de Interferências Ambientais

Esquema	UGHRI	Vazão de referência (m^3/s)	Usos Antrópicos (ha)	Vegetação (ha)	Vegetação/Usos Antrópicos	Vegetação/Vazão de referência ($ha/m^3/s$)	Área Urbana (ha)	Área Urbana/Vazão de referência ($ha/m^3/s$)	Ecossistemas Aquáticos (ha)	Corpos d'Água/Vazão de referência ($ha/m^3/s$)	Áreas (ha) citadas de 5 a 8 vezes para Incremento da Conectividade	Conectividade/Vazão de referência ($ha/m^3/s$)
1 - Itatinga – Itapanhaú (Variante I)	3 e 6	5,6	42	656	15,5	116,1	0	0,0	0	0,0	17	3,0
1A - Itatinga –Itapanhaú (Variante II)	3 e 6	4,9	21	649	30,4	131,1	0	0,0	0	0,0	142	28,6
2 - Capivari - Monos (Variante I)	6 e 7	2,2	863	1.289	1,5	572,7	76	33,6	82	36,3	0	0,0
2A - Capivari - Monos (Variante II)	6 e 7	2,0	35	264	7,6	128,9	0	0,0	1	0,7	0	0,0
3 - Braço do Rio Pequeno - Billings	7	2,2	26	0	0,0	0,0	0	0,0	23	10,6	0	0,0
5 – Paraíbuna – Ponte Nova	2	5,0	787	1.820	2,3	364,1	9	1,7	0	0,0	4.067	813,4
6 - Jaguari – Atibainha (Variante I)	2 e 5	5,0	2.376	313	0,1	62,6	13	2,6	60	11,9	1.027	205,3
6A - Jaguari – Atibainha (Variante II)	2 e 5	5,0	693	441	0,6	88,2	47	9,4	44	8,7	812	162,4
7 - Guararema – Biritiba (Variante I)	2 e 6	5,0	1.712	633	0,4	126,6	11	2,1	0	0,0	117	23,4
7A - Guararema - Biritiba (Variante II)	2 e 6	5,0	1.072	1.078	1,0	215,6	21	4,1	0	0,0	1.544	308,7
8 – Cascata de Reservatórios do Rio Juquiá	6 e 11	40,0	2.980	2.181	0,7	54,5	51	1,3	0	0,0	0	0,0
9 – Alto Juquiá (França – ETA Cotia)	10 e 11	15,0	273	2.570	9,4	171,3	0	0,0	8	0,5	47	3,1
10 – São Lourenço (França – ETA Cotia)	10 e 11	4,7	852	644	0,8	137,0	164	34,9	12	2,6	86	18,2
11 – Baixo Juquiá – ETA Alto Cotia	14 e 11	40,0	331	4.033	12,2	100,8	0	0,0	51	1,3	0	0,0
12 – São Lourencinho - ETA Embu-Guacu	7 e 11	20,0	721	8.771	12,2	438,5	435	21,7	0	0,0	34	1,6
13 – Barragem Piraí	10 e 5	1,3	344	26	0,1	19,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0
14 – Barragem Jundiuvira - Piraí	10	0,8	239	1.196	5,0	1.494,8	89	111,0	0	0,0	1.564	1.954,7
15 – Barragem Campo Limpo	5	0,7	362	0	0,0	0,0	544	696,8	8	10,3	937	1.201,3
16 e 17 – Barragens Pedreiras e Duas Pontes	5	3,3	1.673	216	0,1	64,0	9	2,8	0	0,0	16	4,6
20 – Barra Bonita	5 e 10	20,0	4.642	1.667	0,4	83,4	99	4,9	0	0,0	0	0,0
21 – Jurumirim	10 e 14	18,0	9.050	5.391	0,6	299,5	731	40,6	125	7,0	264	14,6
22 – Sarapuí-Sorocaba-Salto-Reservatório Piraí - Indaiatuba	5 e 10	0,7	2.153	810	0,4	1.157,1	670	957,3	17	24,7	0	0,0

Tabela 29: Cotejo dos esquemas

Esquema	Vegetação/ Usos Antrópicos	Nota	Vegetação/Vazão de referência (ha/m3/s)	Nota	Corpos d'Água/Vazão de referência (ha/m3/s)	Nota	Distância UC Proteção integral	Nota	Intervenção em Terra Indígena	Nota	Intervenção em comunidade Quilombola	Nota	Intervenção na RBMA *	Nota	Conectividade/Vazão de referência (ha/m^3/s)	Nota	Total	Média
1 - Itatinga – Itapanhaú (Variante I)	15,5	1	116,1	2	0,0	3	0	1	N	3	N	3	Transição, amortecimento e núcleo	1	3,0	3	17	2,13
1A - Itatinga –Itapanhaú (Variante II)	30,4	1	131,1	2	0,0	3	0	1	N	3	N	3	Transição e amortecimento	1	28,7	3	17	2,13
2 - Capivari - Monos (Variante I)	1,5	2	572,7	1	36,3	2	6,46/8,49	2	N	3	N	3	Amortecimento e Transição	1	0,0	3	17	2,13
2A - Capivari - Monos (Variante II)	7,6	1	128,9	2	0,7	3	0	1	S (2)	1	N	3	Amortecimento e núcleo	1	0,0	3	15	1,88
3 - Braço do Rio Pequeno - Billings	0,0	3	0,0	3	10,6	2	1,72	1	N	3	N	3	Amortecimento e Transição	1	0,0	3	19	2,38
5 – Paraíbuna – Ponte Nova	2,3	1	364,1	2	0,0	3	5,11	2	N	3	N	3	Amortecimento e Transição	1	813,4	2	19	2,38
6 - Jaguari – Atibainha (Variante I)	0,1	3	62,6	3	11,9	2	10,31	3	N	3	N	3	Transição e áreas urbanizadas	1	205,3	3	21	2,63
6A - Jaguari – Atibainha (Variante II)	0,6	3	88,2	3	8,7	3	0	1	N	3	N	3	Transição	2	162,4	3	21	2,63
7 - Guararema – Biritiba (Variante I)	0,4	3	126,6	2	0,0	3	11,98/11,35	3	N	3	N	3	Transição	2	23,4	3	22	2,75
7A - Guararema - Biritiba (Variante II)	1,0	3	215,6	2	0,0	3	9,61	2	N	3	N	3	Transição	2	308,8	2	20	2,50
8 – Cascata de Reservatórios do Rio Juquiá	0,7	3	54,5	3	0,0	3	9,22	2	N	3	N	3	N	3	0,0	3	23	2,88
9 – Alto Juquiá (França – ETA Cotia)	9,4	1	171,3	2	0,5	3	3,7	2	N	3	N	3	Amortecimento e Transição	1	3,2	3	18	2,25
10 – São Lourenço (França – ETA Cotia)	0,8	3	137,0	2	2,6	3	3,94	2	N	3	N	3	Amortecimento e Transição	1	18,2	3	20	2,50
11 – Baixo Juquiá – ETA Alto Cotia	12,2	1	100,8	2	1,3	3	4,7	2	N	3	N	3	N	3	0,0	3	20	2,50
12 – São Lourencinho - ETA Embu-Guaçu	12,2	1	438,5	1	0,0	3	0	1	N	3	S	1	Transição, amortecimento e núcleo	1	1,7	3	14	1,75
13 – Barragem Piraí	0,1	3	19,8	3	0,0	3	N	3	N	3	N	3	N	3	0,0	3	24	3,00
14 – Barragem Jundiuvira - Piraí	5,0	1	1.494,8	1	0,0	3	N	3	N	3	N	3	Amortecimento e Transição	1	1.954,7	1	16	2,00
15 – Barragem Campo Limpo	0,0	3	0,0	3	10,3	2	N	3	N	3	N	3	Transição	2	1.201,3	1	20	2,50
16 e 17 – Barragens Pedreiras e Duas Pontes	0,1	3	64,0	3	0,0	3	N	3	N	3	N	3	N	3	4,7	3	24	3,00
20 – Barra Bonita	0,4	3	83,4	3	0,0	3	3,75/7,75	2	N	3	S	1	N	3	0,0	3	21	2,63
21 – Jurumirim	0,6	3	299,5	2	7,0	3	0,32	1	N	3	N	3	Transição	2	14,7	3	20	2,50
22 – Sarapuí-Sorocaba-Salto-Reservatório Piraí - Indaiatuba	0,4	3	1.157,1	1	24,7	2	N	3	N	3	N	3	Amortecimento	1	0,0	3	19	2,38

Tabela 30: Critério de pontuação para avaliação ambiental

Vegetação/Usos Antrópicos	pontuação	Vegetação/Vazão de referência (ha/m^3/s)	pontuação	Corpos d'Água/Vazão de referência (ha/m^3/s)	pontuação	Distância UC Proteção integral (km)	pontuação	Intervenção em Terra Indígena	pontuação	Intervenção em comunidade Quilombola	pontuação	Intervenção na RBMA *	pontuação	Conectividade/Vazão de referência (ha/m^3/s)	pontuação
0 - 1	3	0 - 100	3	0 - 10	3	0 - 2	1	Sim	1	Sim	1	Não	3	0 - 300	3
1 - 2	2	100 - 400	2	10 - 50	2	2 - 10	2	Não	3	Não	3	Transição	2	301 - 950	2
> 2	1	> 400	1	> 50	1	>10 ou N	3	-----	-----	-----	-----	Amortecimento	1	>950	1

Mapa 9: Uso e Ocupação do Solo e Cobertura Vegetal na Área de Estudo

Mapa 10: Localização das Áreas Indicadas para o Incremento da Conectividade (Projeto Biota/Fapesp) na Área de Estudo

Observando-se os indicadores calculados, alguns comentários preliminares são pertinentes:

- Os esquemas São Lourencinho – ETA Embu-Guaçu e Esquema Baixo Juquiá – ETA Alto Cotia são os que apresentam os maiores indicadores de interferências nos ecossistemas terrestres e aquáticos. Os esquemas Itatinga-Itapanhaú, Capivari Monos e São Lourenço (França - ETA Cotia) também apresentam uma relação significativa entre a cobertura vegetal e os usos antrópicos.

- Os maiores indicadores do custo ambiental devido a impactos na cobertura vegetal em função da capacidade de regularização de vazões são os dos esquemas de Jurumirim – ETA Cotia, Barra Bonita e as barragens de Pedreira e Duas Pontes na bacia do rio Piracicaba. Esta situação é consistente com os estudos técnicos realizados, que prevêem soluções com barragens e reservatórios de passagem. As situações mais favoráveis – Braço do rio Pequeno e os pequenos aproveitamentos nas bacias PCJ – são determinadas por um elevado índice de antropização na região da ADA ou pela pré-existência do reservatório.

- A aplicação do indicador correspondente à relação entre as áreas inundadas (novos espelhos d' água) e vazões de referência também favorece os esquemas hidráulicos que dispõem de reservatórios já implementados, como os esquemas do Braço do rio Pequeno - Billings e do Alto Juquiá. Os esquemas do Vale do Paraíba (Jaquari - Atibainha e Guararema - Biritiba) apresentam valores mais elevados desses indicadores devido à incorporação das áreas dos reservatórios propostos, nos afluentes localizados à margem esquerda do rio Paraíba do Sul.

- A distância dos esquemas dos aproveitamentos hídricos estudados para as Unidades de Conservação de Proteção Integral (disposições da Lei do SNUC) resulta desfavorável aos esquemas da Vertente Marítima da Serra do Mar (Itatinga - Itapanhaú e Capivar - Monos) e aos aproveitamentos da bacia do rio Ribeira de Iguape. O esquema São Lourencinho – ETA Embu-Guaçu interfere diretamente com o Parque Nacional da Serra do Mar.

- O único esquema que interfere com terras indígenas é o do São Lourencinho – ETA Embu-Guaçu, localizado na bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape. Os esquemas Capivari-Monos, Braço do rio Pequeno – Billings e Barra Bonita interferem com áreas ocupadas por comunidades quilombolas.

- Os esquemas Baixo Juquiá – ETA Alto Cotia e São Lourencinho – ETA Embu-Guaçu Os esquemas Itatinga-itapanhaú variante I e São Lourencinho – ETA Embu-Guaçu interferem diretamente com as zonas núcleo com interferem diretamente com as "zonas nucleares" da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Estado de São Paulo.

Numa conclusão preliminar, são mais favorecidos o esquemas que utilizam reservatórios já existentes (com ou sem a criação de pequenos reservatórios de passagem), e que não se encontram no interior ou proximidades de territórios correspondentes a Unidades de Conservação. É esta situação dos esquemas de aproveitamento dos reservatórios existentes nas cabeceiras do rio Paraíba do Sul, com reversões dessa bacia para atendimento às demandas do Alto Tietê e das bacias PCJ. Estes esquemas foram considerados sempre em integração com a construção de novos reservatórios, localizados em afluentes da margem esquerda do rio Paraíba do Sul, como garantia de permanência de

vazões mínimas. Também ficam favorecidos os esquemas que prevêem reservatórios e captações no interior de áreas já submetidas à ocupação antrópica. São os casos de Jundiuvira – Piraí e Campo Limpo. Com relação ao aproveitamento do Braço do Rio Pequeno - Billings, este esquema tem condições de atender de imediato às demandas da região do ABC Paulista, com baixo custo ambiental, uma vez que se trata de um reservatório já construído e com seus recursos hídricos em plena utilização, especialmente para a geração de energia.

Entre os grandes esquemas estudados, mostraram-se mais favoráveis aos aqueles que têm como principal captação o reservatório França (já existente), no rio São Lourenço, da bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape. Por outro lado, embora com grande capacidade de produção de água, o esquema de Barra Bonita tem uma avaliação prejudicada, especialmente em função da quantidade de áreas que deveriam ser resgatadas de outros usos antrópicos para a formação de reservatórios de passagem, necessários ao transporte de água até os pontos nos quais as vazões estariam disponibilizadas para serem aduzidas ao tratamento e ao consumo.

É imprescindível destacar que a avaliação realizada - ressalte-se novamente que preliminar - diz respeito unicamente à análise dos esquemas frente a critérios de preservação dos ecossistemas terrestres e aquáticos e às restrições legais vinculadas ao futuro licenciamento ambiental dos empreendimentos considerados. Tal avaliação deve, portanto, ser considerada em conjunto com os demais critérios para seleção das melhores opções, sempre considerando o imperativo de novas vazões regularizadas para o abastecimento da Macrometrópole.

6.3. Avaliação institucional

No que concerne às questões institucionais relacionadas ao Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos da Macrometrópole Paulista, cabe ressaltar, de pronto, a ênfase centrada:- na busca de maior integração entre as unidades de gerenciamento de recursos hídricos (UGRHIs); na superação das disputas e potenciais conflitos já identificados e descritos no Relatório RI-1, na parte que trata da caracterização dos conflitos e, na viabilização de usos múltiplos das disponibilidades hídricas e de sistemas de infra-estrutura hidráulica, existentes e/ou a planejar e construir[21].

Dito em outras palavras, ênfase em uma visão integrada da Macrometrópole Paulista, com possível realocação das disponibilidades hídricas entre diferentes regiões e setores usuários das águas.

Contudo, sob tal abordagem ampla e aberta, é importante mencionar que a avaliação institucional dos esquemas deve analisar variáveis advindas do *background* jurídico-legal e institucional vigente, notadamente em decorrência das legislações que constituíram os Sistemas Estadual e Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Com efeito, sabe-se que as leis e regulamentos em vigor impõem condicionantes que não podem ser desconsiderados.

Com vistas ao estabelecimento de uma metodologia apropriada à complexidade desta formulação institucional, foram identificados estudos conduzidos pela Comunidade Européia, no âmbito do ***Water 21 Project***, que resultaram na denominada Metodologia **APEX**.

A sigla **APEX** sintetiza as três etapas de investigação metodológica que dão suporte à avaliação e definição de políticas públicas nas áreas do meio ambiente e dos recursos hídricos, sendo perfeitamente aplicáveis, de modo ampliado, à interface entre desenvolvimento regional e gestão de recursos hídricos, tal como demandado pelos estudos da Macrometrópole Paulista.

O primeiro estágio de investigação busca caracterizar o processo de formulação das políticas públicas para a gestão de recursos hídricos, com seus rebatimentos sobre o desenvolvimento regional e o meio ambiente.

Em uma referência mnemônica, trata-se dos 05 (cinco) "**As**", com investigações sobre:

- **ARENAS** = espaços institucionais para as efetivas tomadas de decisão;
- **ATORES** = participantes relevantes em processos decisórios;
- ***AIMS*** (tradução: objetivo) = a definição de intenções e metas de políticas públicas;
- **AÇÕES** = a tradução prática de intenções de políticas públicas;

[21] Ver o Relatório Intermediário 1 – RI-1 - com a identificação e descrição dos principais conflitos econômicos e político-institucionais entre usos e usuários e entre UGRHIs, com a indicação de possíveis alternativas para seus equacionamentos.

- **AVALIAÇÕES** = relacionada à identificação de resultados reais e efetivos.

No que tange às ARENAS de processos decisórios relacionados à gestão de recursos hídricos, os principais questionamentos a serem respondidos são:

- Aonde são estabelecidas as decisões efetivas sobre a gestão de recursos hídricos?
- Quais são os estágios relevantes nos quais o processo decisório é empreendido?
- Quais são os fóruns – formais e informais – que aprovam e legitimam as propostas e escolhas?
- Como são articuladas decisões relacionadas à gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental e com diretrizes associadas ao desenvolvimento urbano e regional?
- Há espaços institucionais próprios e subsídios para acordos e entendimentos entre diferentes usos e usuários, de modo a superar eventuais conflitos relacionados às disponibilidades hídricas?

Cabe neste Relatório Síntese registrar as competências e atribuições estabelecidas em favor da Secretaria de Estado de Saneamento e Recursos Hídricos, à qual está vinculado o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH) do Estado de São Paulo.

O Decreto Estadual nº 56.920[22] de 12 de abril de 2011, que reorganizou a Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos, estabeleceu, entre as suas unidades de despesa, a Coordenadoria de Recursos Hídricos – CRHi - , que tem competências para coordenar e supervisionar o SIGRH e a aplicação dos instrumentos da Política Estadual de Recursos Hídricos (Art. 79, Inc. I), do Decreto Estadual n°53.027 de 26 de Maio de 2008. Além disso cabe à CRHi dar suporte técnico à coordenação e supervisão do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SIGRH, em especial, nas seguintes questões:

- coordenação do planejamento e execução das ações relativas à implementação da Política Estadual de Recursos Hídricos;
- atuação como secretaria executiva do Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CRH e ao FEHIDRO;
- promoção da integração da SIGRH com os demais sistemas e programas de interesse para o gerenciamento dos recursos hídricos, etc.

Ao Departamento de Gerenciamento de Recursos Hídricos, integrante da estrutura do CRHi, cabe o suporte técnico ao desenvolvimento de metodologias para o acompanhamento da implementação dos seguintes instrumentos de gestão de recursos hídricos:

a) o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH;

[22] Este Decreto Estadual revogou o Decreto 56.661 de 11 de janeiro de 2011.

b) os relatórios de situação;

c) o enquadramento dos corpos d'água;

d) a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado de São Paulo;

e) o sistema de informações para gerenciamento de recursos hídricos (Art. 81, Inc. I);

Na Tabela 31 a seguir, busca-se detectar níveis diferenciados de esforços que, em diferentes ARENAS, os esquemas estudados, nas principais regiões produtoras de água para o suprimento hídrico, demandariam para a sua legitimização e viabilização. Do mesmo modo como conduzido para a avaliação ambiental, procurou-se incluir na avaliação, além dos parâmetros qualitativos apresentados, uma síntese quantitativa da análise.

Explicitados os espaços institucionais (ARENAS) para a definição de políticas públicas, procedeu-se à identificação dos principais **ATORES** relevantes aos processos decisórios. Detalham-se, também, esses atores utilizando-se o que na metodologia APEX corresponde ao estudo dos ATORES classificados nos 05 (cinco) "**Ps**":

- **PRIVADO** = para a identificação de interesses e negócios relacionados aos problemas e conflitos concernentes aos recursos hídricos;
- **PÚBLICO** = relativo à participação de organismos governamentais (ou seja, do Poder Público) e entidades representativas da sociedade civil e comunidades envolvidas;
- **PROFISSIONAL** = pertinente à visão que especialistas e funcionários de instituições têm sobre os problemas e respectivas soluções a implementar;
- **POLÍTICO** = sobre a abordagem que os políticos têm sobre problemas e soluções;
- **PRESS** (tradução = imprensa) = a respeito de informações que interferem na opinião pública.

Assim, cabe registrar no processo de mapeamento dos atores os seguintes grupos de instituições cujos interesses, obrigatoriamente, devem ser considerados nos processos de decisão:

a) as Secretarias de Saneamento e Recursos Hídricos e de Meio Ambiente, ambas com interfaces e funções articuladas quanto à gestão de recursos hídricos, tendo como instituições vinculadas: o DAEE e a CETESB;

b) a Agência Nacional de Águas (ANA) e a Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano (SRHU), do Ministério do Meio Ambiente;

c) os órgãos gestores de recursos hídricos dos estados vizinhos, a saber: o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) do Rio de Janeiro; o Instituto Mineiro de Gestão de Águas

(IGAM); e, a Superintendência de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA) do Paraná;

d) a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e, particularmente, o Operador Nacional do Sistema (ONS), que emite os despachos para usinas geradoras de energia inseridas no Sistema Elétrico Brasileiro;

e) operadores de hidrelétricas sem vinculação com o Sistema Integrado Nacional, caso venham a ser afetadas por esquemas traçados pelos estudos da Macrometrópole Paulista;

f) a Agência Reguladora de Saneamento e Energia (ARSESP), frente aos problemas de disponibilidade hídrica que se quer superar;

g) entidades estaduais vinculadas à Secretaria de Estado de Agricultura e Abastecimento (SAA) – CATI e CODASP - que concedem assistência técnica, apoio operacional e de infra-estrutura a este setor produtivo, inclusive nos temas relativos à irrigação;

h) os usuários relevantes do segmento industrial que demandem captações diretas de recursos hídricos, a serem potencialmente afetadas por intervenções propostas pelos estudos da Macrometrópole;

i) as organizações representativas da sociedade civil – ONGs ambientalistas e entidades de ensino e pesquisa.

A Tabela 32 a seguir apresenta a avaliação dos ATORES, organizados segundo os 05 “Ps”, frente a cada uma das regiões com potencial para suprir parcelas das demandas hídricas para a Macrometrópole Paulista. Assim como foi realizado em relação às ARENAS, buscou-se, como em complementação às análises de caráter analítico, a introdução, na forma de uma pontuação, de um critério quantitativo.

Tabela 31: ARENAS para o estabelecimento das decisões sobre os esquemas estudados

Regiões	ARENAS	Esquemas	Pontos
Vertente Marítima da Serra do Mar e Bacia Hidrográfica do Alto Tietê	Sistema de Gestão/ CBHs: Os esquemas que envolvem esta região já vêm sendo estudadas e debatidas há muito tempo Outorga e Licenciamento: aproveitamento em áreas sujeitas a legislações de proteção ambiental ANA: interface com os conflitos com a geração de energia elétrica em HB Setor Elétrico Brasileiro: conflito com Henry Borden Prestadores de Serviços: integração facilitada aos sistemas existentes Municípios: conflitos pouco significativos	1 - Itatinga – Itapanhaú (Variante I)	2
		1A - Itatinga - Itapanhaú (Variante II)	2
		2 - Capivari – Monos (Variante I)	1
		2A - Capivari – Monos (Variante II)	1
		3 - Braço do Rio Pequeno – Billings	2
		4 - Baixada Santista	3
Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul	Sistema de Gestão/ CBHs: envolvem discussões com sistemas de gestão de RH em três estados Outorga e Licenciamento: as outorgas dependem dos planos de bacia e de posicionamentos favoráveis dos comitês ANA: intermediação obrigatória Setor Elétrico Brasileiro: Conflitos com a UHE Paraibuna, UHE Santa Branca, UHE Jaguari, UHE Funil e um possível conflito com o Complexo Hidrelétrico de Lajes (UHEs de Fontes, Nilo Peçanha e Pereira Passos) Prestadores de Serviços: complexas negociações com a CEDAE do Rio de Janeiro, operadores municipais, inclusive no tocante às condições de recuperação da qualidade das águas Municípios: grande quantidade de municípios, envolvidos, em três estados, com diferentes posicionamentos	5 - Paraibuna - Ponte Nova	1
		6 - Jaguari – Atibainha (Variante I)	1
		6A - Jaguari – Atibainha (Variante II)	1
		7 - Guararema - Biritiba (Variante I)	1
		7A - Guararema - Biritiba (Variante II)	1
Bacia Hidrográfica do rio Ribeira de Iguape (Juquiá/São Lourenço)	Sistema de Gestão/ CBHs: envolvem discussões intensas em CBHs Outorga e Licenciamento: Esquemas localizados em áreas de proteção ambiental, em especial áreas do Parque da Serra do Mar ANA: necessidades de intermediação pouco significativas Setor Elétrico Brasileiro: o aproveitamento da CBA corresponde a um auto-produtor de energia Prestadores de Serviços: SABESP tem grande interesse nesses aproveitamentos Municípios: conflitos pouco significativos	8 - Cascata de Reservatórios do Rio Juquiá	2
		9 - Alto Juquiá (França – ETA Cotia)	3
		10 - São Lourenço (França – ETA Cotia)	3
		11 - Baixo Juquiá – ETA Alto Cotia	1
		12 - São Lourencinho – ETA Embu-Guaçu	1

Tabela 31: ARENAS para o estabelecimento das decisões sobre os esquemas estudados (cont.)

Regiões	ARENAS	Esquemas	Pontos
Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí	Sistema de Gestão/ CBHs: gestão de conflitos, em especial, relativos aos aproveitamento dos rios Camanducaia e Jaguari; reduzida experiência na gestão da exploração de grandes vazões de águas subterrâneas. Outorga e Licenciamento: reduzidas as dificuldades técnicas para a obtenção de licenciamentos ANA: intermediação tendo em vista a integração dos esquemas com a transposição do sistema Cantareira para a RMSP Setor Elétrico Brasileiro: conflitos pouco significativos Prestadores de Serviços: grandes interessados no aumento das disponibilidades e na qualidade dos recursos hídricos. Municípios: fóruns históricos de discussões sobre a situação dos recursos hídricos nas bacias PCJ (origem do Consórcio Intermunicipal).	14 - Barragem Jundiuvira – Piraí	2
		15 - Barragem de Campo Limpo	2
		13 - Barragem de Pirai.	3
		16 e 17 - Barragens de Pedreiras e Duas Pontes	2
		18 - Aqüífero Guarani	2
Bacia Hidrográfica do Médio Tietê (Sorocaba/Sarapuí) e do Alto Paranapanema	Sistema de Gestão/ CBHs: interesse na melhoria das condições de suprimento hídrico para a região do Médio Tietê Outorga e Licenciamento: intervenções de grande porte, com reservatórios e canais ANA: interface com os conflitos com a geração de energia elétrica em Barra Bonita e Jurumirim Setor Elétrico Brasileiro: interferências com a geração de energia elétrica Prestadores de Serviços: interessados na implementação de sistemas integrados e no aumento da disponibilidade para o abastecimento urbano Municípios: perspectivas favoráveis para o desenvolvimento econômico da região do Médio Tietê.	20 - Barra Bonita	2
		21 - Jurumirim - ETA Cotia	2
		22 - Sarapuí-Sorocaba-Salto-Reservatório Piraí - Indaiatuba	3

Tabela 32: Caracterização de Aspectos e Interesses Específicos dos ATORES envolvidos

Regiões	ATORES	Esquemas	Pontos
Vertente Marítima da Serra do Mar e Bacia Hidrográfica do Alto Tietê	Interesses Particulares: conflitam na disputa pelos recursos hídricos para abastecimento público e geração de energia elétrica, em Henry Borden e para a CODESP Interesse Público: destacam-se as restrições aos empreendimentos em razão de restrições ambientais Visão dos Profissionais: áreas com grande com grande pluviosidade e, no caso do rio Pequeno, barragem já executada Posicionamentos Políticos: orientados pelas manifestaçòes das entidades de defesa do meio ambiente Imprensa: repercutindo as questões ambientais das alternativas	1 - Itatinga – Itapanhaú (Variante I)	2
		1A - Itatinga – Itapanhaú (Variante II)	2
		2 - Capivari – Monos (Variante I)	1
		2A - Capivari – Monos (Variante II)	1
		3 - Braço do Rio Pequeno - Billings	3
		4 - Baixada Santista	3
Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul	Interesses Particulares: conflitos dos setores de usuários das águas das regiões do PCJ e Alto Tietê com a geração de energia do rio Paraíba do Sul, embora as perdas de energia possam ser compensadas nos aproveitamentos do rio Tietê. Interesse Público: conflitos de interesses, manifestados pelas entidades representativas do interesse público, entre as regiões do Vale do Paraíba e Estado do Rio de Janeiro e as regiões do Alto Tietê e bacias PCJ Visão dos Profissionais: esquemas com baixo custo de implantação, pequenas perdas para o setor de geração de energia e grande potencial de serem utilizadas como parte dos mecanismos de contingência na ocorrência de eventos críticos de estiagem Posicionamentos Políticos: orientados pelas manifestações das comunidades das regiões envolvidas Imprensa: repercutindo o debate entre as regiões e os estados envolvidos	5 - Paraibuna -Ponte Nova	1
		6 - Jaguari – Atibainha (Variante I)	1
		6A - Jaguari – Atibainha (Variante II)	1
		7 - Guararema – Biritiba (Variante I)	1
		7A - Guararema - Biritiba (Variante II)	1

Tabela 32: Caracterização de Aspectos e Interesses Específicos dos ATORES envolvidos (cont.)

Regiões	ATORES	Esquemas	Pontos
Bacia Hidrográfica do rio Ribeira de Iguape (Juquiá/São Lourenço)	Interesses Particulares: conflitos do setor de abastecimento com a geração de energia nas alternativas Alto Juquiá e São Lourenço Interesse Público: fortes restrições aos aproveitamentos em conflito com unidades de conservação, em particular o Parque da Serra do Mar Visão dos Profissionais: complexidade técnica nos aproveitamentos que demandam a superação de elevados desníveis geométricos e a escavação de túneis com elevados investimentos iniciais; Posicionamentos Políticos: orientados pelas manifestações das entidades de defesa do meio ambiente Imprensa: repercutindo as questões ambientais e a complexidade e o porte das obras realizadas em áreas de preservação ambiental	8 - Cascata de Reservatórios do Rio Juquiá	2
		9 - Alto Juquiá (França – ETA Cotia)	2
		10 - São Lourenço (França – ETA Cotia)	3
		11 - Baixo Juquiá – ETA Alto Cotia	1
		12 - São Lourencinho - ETA Embu-Guaçu	1
Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí	Interesses Particulares: o suprimento das demandas de todos os segmentos de usuários Interesse Público: a utilização das águas do sistema Cantareira Visão dos Profissionais: compatibilização entre as demandas da RMSP e das bacias PCJ Posicionamentos Políticos: a defesa dos interesses da região das bacias PCJ Imprensa: a defesa dos interesses da região das bacias PCJ	14 - Barragem Jundiuvira – Piraí	2
		15 - Barragem de Campo Limpo	2
		13 - Barragem de Pirai.	3
		16 e 17 - Barragens de Pedreiras e Duas Pontes	2
		18 - Aquifero Guarani	3
Bacia Hidrográfica do Médio Tietê (Sorocaba/Sarapuí) e do Alto Paranapanema	Interesses Particulares: as melhorias e a ampliação das capacidades dos sistemas de abastecimento e o suprimento do conjunto de setores usuários; conflitos com o setor de geração de energia elétrica Interesse Público: o desenvolvimento regional e a preocupação com a viabilidade ambiental de obras de grande porte e extensão, com barragens, canais, reservatórios de passagem e adutoras Visão dos Profissionais: a complexidade e os custos das intervenções Posicionamentos Políticos: o suprimento de água para o desenvolvimento do eixo da rodovia Castelo Branco, no médio Tietê Imprensa: os custos e as alternativas para obras de grande porte e as repercussões acerca do desenvolvimento regional.	20 - Barra Bonita	2
		21 – Jurumirim - ETA Cotia	3
		22 – Sarapuí-Sorocaba-Salto-Reservatório Piraí - Indaiatuba	3

O terceiro tópico relativo aos "**A**s" da metodologia APEX refere-se à definição dos objetivos concernentes às políticas públicas sob estudo, no caso do Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos da Macrometrópole Paulista, relacionados com:

- a otimização das disponibilidades hídricas existentes, vistas sobre uma perspectiva integrada e abrangente de toda a região;

- a superação de disputas e conflitos próprios e/ou entre as UGRHIs envolvidas ou, também, frente a estados vizinhos com os quais São Paulo compartilha bacias hidrográficas, tanto em relação ao quadro atual de aproveitamento dos recursos hídricos, quanto aos novos esquemas investigados pelos estudos em questão;

- repartição de benefícios e custos das novas alocações das águas, refletindo adequadamente os arranjos institucionais de execução, de modo a propiciar acordos que gerem ganhos compartilhados, ou seja, "jogos de ganha-ganha", viabilizando-se os usos múltiplos das disponibilidades hídricas e de sistemas de infra-estrutura hidráulica, existentes e/ou a planejar e construir.

A propósito destes objetivos, o capítulo institucional do Relatório Intermediário 1 – RI-1 - dedicado a identificar os principais conflitos econômicos e político-institucionais e as potenciais alternativas para seus equacionamentos, procurou explicitar, nas diferentes UGRHIs e para os diversos usos e usuários de recursos hídricos, os seus interesses e objetivos específicos, evidenciando que **a escassez de recursos hídricos da Macrometrópole não é genérica, mas relativa,** podendo ser, portanto, equacionada mediante processos de realocação inter-regionais e inter-setoriais.

A Tabela 33 a seguir analisa as regiões com potencial para o atendimento ao suprimento de água da região da Macrometrópole, levando em consideração os três aspectos acima destacados. Ou seja, os objetivos das alternativas para a Macrometrópole devem ser verificados para além do simples atendimento às demandas futuras que foram identificadas. Cada esquema, por seus aspectos técnicos e locacionais, permite a agregação de outras considerações que fazem parte do processo de avaliação institucional das alternativas estudadas no âmbito do Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole. Também nessa Tabela 33 procurou-se definir uma hierarquização da avaliação efetuada, em termos objetivos, atribuindo-se aos esquemas estudados uma pontuação variando entre 1 e 3.

Tabela 33: Os OBJETIVOS relativos às políticas públicas estudadas

Regiões	OBJETIVOS	Esquemas	Pontos
Vertente Marítima da Serra do Mar e Bacia Hidrográfica do Alto Tietê	Otimização das Disponibilidades Hídricas: incorporação dos aproveitamentos de Itatinga e Itapanhaú e do Braço do Rio Pequeno para o suprimento urbano da RMSP, havendo a necessidade da resolução com conflitos com a geração de energia elétrica das usinas Henry Borden e da UHE Itatinga que fornece energia para a Cia. Docas de Santos. Superação de Disputas e Conflitos: podem ser superados, mediante a alocação dos recursos hídricos, os conflitos entre o abastecimento e a geração de energia Repartição de Benefícios e Custos: em particular no que diz respeito às transposições de água da Vertente Marítima para o bacia hidrográfica do Alto Tietê.	1 - Itatinga – Itapanhaú (Variante I)	2
		1A - Itatinga – Itapanhaú (Variante II)	2
		2 - Capivari – Monos (Variante I)	3
		2A - Capivari - Monos (Variante II)	3
		3 - Braço do Rio Pequeno – Billings	2
		4 - Baixada Santista	3
Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul	Otimização das Disponibilidades Hídricas: possibilidade de transposição de excedentes hídricos da bacia do Vale do Paraíba para as bacias do Alto Tietê e PCJ, com ou sem perdas para a geração e outros usos da água, com repercussões, inclusive, nas condições de garantia de suprimento hídrico nas regiões beneficiadas. Superação de Disputas e Conflitos: a articulação dos esquemas com ações voltadas ao ordenamento territorial do Vale e, em particular, à harmonização dos usos da água entre os diferentes segmentos de usuários da região do Vale do Paraíba. Repartição de Benefícios e Custos: a cobrança pelo direito de uso das águas transpostas, a repartição dos custos entre as regiões e entre os operadores dos sistemas de abastecimento de água beneficiados	5 - Paraibuna - Ponte Nova	2
		6 - Jaguari – Atibainha (Variante I)	2
		6A - Jaguari – Atibainha (Variante II)	2
		7 - Guararema – Biritiba (Variante I)	2
		7A - Guararema - Biritiba (Variante II)	2
Bacia Hidrográfica do rio Ribeira de Iguape (Juquiá/São Lourenço)	Otimização das Disponibilidades Hídricas: aproveitamento da grande oferta de água do Vale do Ribeira, em comparação à reduzida demanda própria região e perda de potencial de geração de energia (esquemas Alto Juquiá e São Lourenço). Superação de Disputas e Conflitos: as medidas compensatórias associadas aos impactos ambientais dos esquemas que interferem fortemente com vegetação nativa e unidades de conservação; medidas de fomento para as regiões economicamente deprimidas dos municípios paulistas do Vale do Ribeira; o conflito com a geração de energia, em sistema de auto-produção, desenvolvida pela CBA. Repartição de Benefícios e Custos: a cobrança das águas transpostas da bacia do Vale do Ribeira; compensação, se cabível, à parcela de produção de energia impactada; os custos compensatórios para a realização de serviços de proteção ambiental.	8 - Cascata de Reservatórios do Rio Juquiá	2
		9 - Alto Juquiá (França – ETA Cotia)	2
		10 - São Lourenço (França – ETA Cotia)	3
		11 - Baixo Juquiá – ETA Alto Cotia	2
		12 - São Lourencinho - ETA Embu-Guaçu	1

Tabela 33: Os OBJETIVOS relativos às políticas públicas estudadas (cont.)

Regiões	OBJETIVOS	Esquemas	Pontos
Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí	Otimização das Disponibilidades Hídricas: intensificação do uso dos recursos hídricos regionais disponíveis nas bacias PCJ. Superação de Disputas e Conflitos: integração com as ações voltadas à alocação das águas do Sistema Cantareira entre as bacias PCJ e a RMSP. Repartição de Benefícios e Custos: compensações e subsídios aos operadores locais de parcelas dos custos envolvidos, tendo em vista os benefícios regionais associados às alternativas hidráulicas.	14 - Barragem Jundiuvira – Piraí	3
		15 - Barragem de Campo Limpo	3
		13 - Barragem de Pirai.	3
		16 e 17 - Barragens de Pedreiras e Duas Pontes	2
		18 - Aquifero Guarani	2
Bacia Hidrográfica do Médio Tietê (Sorocaba/Sarapuí) e do Alto Paranapanema	Otimização das Disponibilidades Hídricas: aproveitamento das grandes disponibilidades hídricas das bacias do Médio Tietê (em Barra Bonita) e no Alto Paranapanema. Superação de Disputas e Conflitos: suprimento hídrico para a região do vetor da rodovia Castelo Branco, inibida em seu crescimento econômico e com conflitos pelo uso da água, notadamente pelo uso da irrigação, aplicada em larga escala na região. Repartição de Benefícios e Custos: a viabilidade de soluções como os esquemas de grande porte estudados dependem da identificação e acordos prévios de mercado, para o financiamento e para a comercialização das águas, a serem alocadas para os diferentes segmentos de usuários.	20 - Barra Bonita	1
		21 – Jurumirim - ETA Cotia	2
		22 – Sarapuí-Sorocaba-Salto-Reservatório Piraí - Indaiatuba	3

Sintetizando as avaliações até aqui apresentadas, a Tabela 34 agrega as pontuações atribuídas para as avaliações correspondentes aos sistemas de ARENAS, ATORES e OBJETIVOS a serem considerados para a identificação das AÇOES necessárias. Certamente que as avaliações qualitativas das questões apresentadas superam qualquer tentativa de estabelecimento de um julgamento objetivo (baseado em pesos e notas) dos esquemas hidráulicos apresentados. O esforço de se estabelecer uma hierarquia entre os diversos esquemas estudados, por diferentes critérios, deve ser considerado como um exercício complementar, capaz de chamar a atenção para, se necessário, induzir que as avaliações demandem novos focos de observação.

Tabela 34: Avaliação institucional dos esquemas considerados

Regiões	Esquemas	ARENAS	ATORES	OBJETIVOS	Pontos	
					Total	Média
Vertente Marítima da Serra do Mar e Bacia Hidrográfica do Alto Tietê	1 - Itatinga – Itapanhaú (Variante I)	2	2	2	6	2,00
	1A - Itatinga – Itapanhaú (Variante II)	2	2	2	6	2,00
	2 - Capivari – Monos (Variante I)	1	1	3	5	1,67
	2A - Capivari - Monos (Variante II)	1	1	3	5	1,67
	3 - Braço do Rio Pequeno – Billings	2	3	2	7	2,33
	4 - Baixada Santista	3	3	3	9	3,00
Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul	5 - Paraibuna - Ponte Nova	1	1	2	4	1,33
	6 - Jaguari – Atibainha (Variante I)	1	1	2	4	1,33
	6A - Jaguari – Atibainha (Variante II)	1	1	2	4	1,33
	7 - Guararema – Biritiba (Variante I)	1	1	2	4	1,33
	7A - Guararema - Biritiba (Variante II)	1	1	2	4	1,33
Bacia Hidrográfica do rio Ribeira de Iguape (Juquiá/São Lourenço)	8 - Cascata de Reservatórios do Rio Juquiá	2	2	2	6	2,00
	9 - Alto Juquiá (França – ETA Cotia)	3	2	2	7	2,33
	10 - São Lourenço (França – ETA Cotia)	3	3	3	9	3,00
	11 - Baixo Juquiá – ETA Alto Cotia	1	1	2	4	1,33
	12 - São Lourencinho - ETA Embu-Guaçu	1	1	1	3	1,00
Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí	14 - Barragem Jundiuvira – Piraí	2	2	3	7	2,33
	15 - Barragem de Campo Limpo	2	2	3	7	2,33
	13 - Barragem de Pirai.	3	3	3	9	3,00
	16 e 17 - Barragens de Pedreiras e Duas Pontes	2	2	2	6	2,00
	18 - Aquifero Guarani	2	3	2	7	2,33
Bacia Hidrográfica do Médio Tietê (Sorocaba/Sarapuí) e do Alto Paranapanema	20 - Barra Bonita	2	2	1	5	1,67
	21 – Jurumirim - ETA Cotia	2	3	2	7	2,33
	22 – Sarapuí-Sorocaba-Salto-Reservatório Piraí - Indaiatuba	3	3	3	9	3,00

6.4. Quadro Síntese da Avaliação dos esquemas hidráulicos

A tabela 35 a seguir apresenta os resultados das avaliações procedidas, considerados os eixos técnico, ambiental e institucional. Para cada alternativa, somaram-se as pontuações médias de cada eixo abordado, determinando-se uma pontuação geral que pode variar entre 3, no mínimo, e 9, no máximo.

Tabela 35: Síntese do Processo de Avaliação de Alternativas de Aproveitamentos Hídricos

Regiões	Esquema	Pontuação média por eixo			Pontos	
		Técnico	Institucional	Ambiental	Total	Média
Vertente Marítima da Serra do Mar e Bacia Hidrográfica do Alto Tietê	1 - Itatinga – Itapanhaú (Variante I)	2,67	2,00	2,13	6,80	2,27
	1A - Itatinga – Itapanhaú (Variante II)	2,67	2,00	2,13	6,80	2,27
	2 - Capivari – Monos (Variante I)	2,67	1,67	2,13	6,47	2,16
	2A - Capivari - Monos (Variante II)	3,00	1,67	1,88	6,55	2,18
	3 - Braço do Rio Pequeno – Billings	2,33	2,33	2,38	7,04	2,35
Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul	5 - Paraibuna - Ponte Nova	2,67	1,33	2,38	6,38	2,13
	6 - Jaguari – Atibainha (Variante I)	3,00	1,33	2,63	6,96	2,32
	6A - Jaguari – Atibainha (Variante II)	3,00	1,33	2,63	6,96	2,32
	7 - Guararema – Biritiba (Variante I)	3,00	1,33	2,75	7,08	2,36
	7A - Guararema - Biritiba (Variante II)	3,00	1,33	2,50	6,83	2,28
Bacia Hidrográfica do rio Ribeira de Iguape (Juquiá/São Lourenço)	8 - Cascata de Reservatórios do Rio Juquiá	2,00	2,00	2,88	6,88	2,29
	9 - Alto Juquiá (França – ETA Cotia)	2,67	2,33	2,25	7,25	2,42
	10 - São Lourenço (França – ETA Cotia)	3,00	3,00	2,50	8,50	2,83
	11 - Baixo Juquiá – ETA Alto Cotia	1,33	1,33	2,50	5,16	1,72
	12 - São Lourencinho - ETA Embu-Guaçu	1,00	1,00	1,75	3,75	1,25
Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí	14 - Barragem Jundiuvira – Piraí	3,00	2,33	2,00	7,33	2,44
	15 - Barragem de Campo Limpo	3,00	2,33	2,50	7,83	2,61
	13 - Barragem de Pirai.	3,00	3,00	3,00	9,00	3,00
	16 e 17 - Barragens de Pedreiras e Duas Pontes	2,67	2,00	3,00	7,67	2,56
Bacia Hidrográfica do Médio Tietê (Sorocaba/Sarapuí) e do Alto Paranapanema	20 - Barra Bonita	2,33	1,67	2,63	6,63	2,21
	21 – Jurumirim - ETA Cotia	2,67	2,33	2,5	7,50	2,50
	22 – Sarapuí-Sorocaba-Salto-Reservatório Piraí - Indaiatuba	3,00	3,00	2,38	8,38	2,79

7. ARRANJOS ALTERNATIVOS PARA O ABASTECIMENTO DA MACROMETRÓPOLE

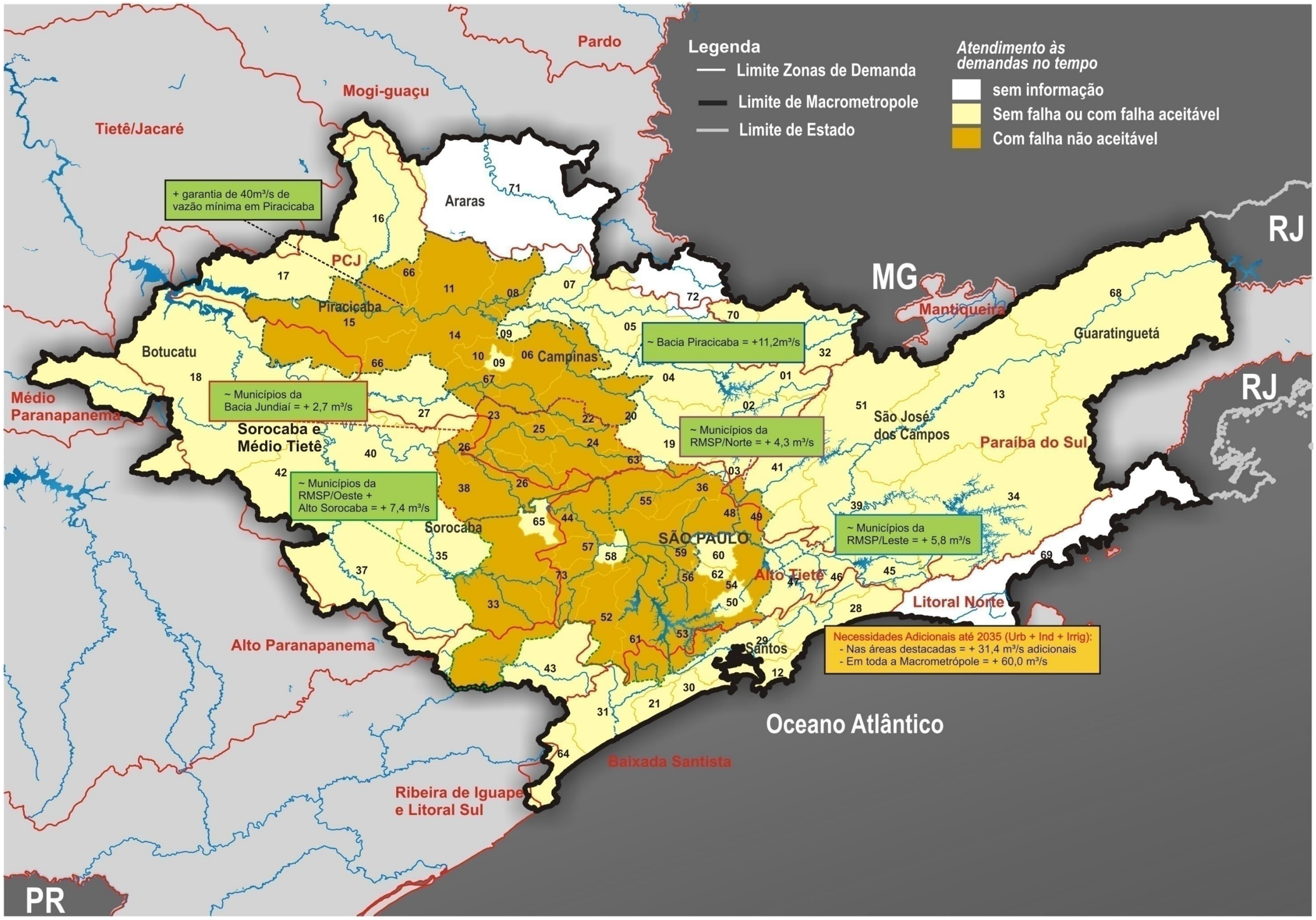
Frente à demanda de abastecimento de água da Macrometrópole, até o horizonte final deste Plano (ano: 2035), não é razoável, ou mesmo possível, optar por um única alternativa de fornecimento. É indispensável uma composição de alternativas – aqui qualificadas como arranjos alternativos[23]. Convém lembrar que esta composição de arranjos alternativos considera a demanda segundo o Cenário Tendencial, sem a hipótese de uma redução coordenada e substantiva das perdas físicas nos sistemas de abastecimento urbano (embora calculadas com detalhe neste estudo), e também sem possíveis economias que possam ser proporcionadas por outras providências de gestão de demanda (disseminação do uso de equipamentos economizadores de água, reúso da água e tecnologias mais avançadas de irrigação).

A Figura 10 apresenta as criticidades identificadas, para o cenário tendencial (2035), que foram determinadas por meio do balanço hídrico. A figura permite concluir que as áreas críticas localizam-se predominantemente, nas Regiões Metropolitanas de São Paulo e Campinas. Do acréscimo total de demandas para 2035, estimado em 60m³/s, observa-se que 52,3% (31,4m³/s) são para o abastecimento das zonas de demandas destacadas na Figura 10.

Desse modo, os arranjos alternativos a seguir apresentados são capazes de atender a essas demandas, garantindo-se as vazões mínimas nas seções de rios principais, como o rio Piracicaba em Piracicaba, o rio Paraíba do Sul na UHE Funil, dentre outras já mencionadas no capítulo 4.

[23] Os arranjos alternativos devem prover a oferta necessária de água, considerando, como observado no Capítulo 5, um percentual máximo aceitável de falhas no atendimento: abastecimento urbano, 5% do tempo; setor industrial, 10%; setor de irrigação: 20%.

Figura 10: Falhas no Abastecimento no cenário tendêncial de 2035



7.1. Arranjos estudados

Foram realizadas inúmeras simulações de arranjos alternativos de esquemas de obras de aproveitamento de recursos hídricos para a Macrometrópole Paulista utilizando a ferramenta SSD AcquaNet, desenvolvida para os estudos deste Plano Diretor. Das simulações efetuadas selecionaram-se os 8 arranjos que reúnem as melhores condições para atender as demandas hídricas do horizonte do planejamento (ano 2035).

A Tabela 36 resume esses 8 arranjos estudados, representados esquematicamente na Figura 11 até a Figura 18. É importante destacar que nessa fase dos trabalhos não se discute ainda a viabilidade ou não dos esquemas de obras. Trata-se, tão somente, de identificação dos arranjos físicos de obras que conseguem atender as diferentes demandas de água (uso urbano, industrial e irrigação), no ano 2035. Trata-se, também, de um conjunto relativamente restrito de arranjos, pois, a partir dos esquemas de obras identificados, inúmeras seriam as opções de combinação de esquemas de obras e de vazões para atender um determinado cenário de demandas de água.

Com respeito aos valores apresentados na Tabela 36, é necessário esclarecer que se trata de demandas médias aproveitadas em cada esquema hidráulico estudado. Embora os diferentes arranjos atendam o mesmo cenário de demandas de água, os valores médios totais são diferentes em cada arranjo, basicamente em função de diferentes formas de aproveitamento das águas disponíveis nas sub-bacias hidrográficas internas à Macrometrópole. Isso significa que o arranjo com menor somatória (no caso, o arranjo 7) tem melhor efeito sinérgico devido à posição geográfica de seus mananciais em relação aos pólos principais de déficits de água.

A análise da Tabela 36 mostra que há basicamente dois conjuntos de arranjos: Os arranjos 1, 1A e 6 em que a grande parcela de vazões é suprida pelas águas da bacia do Alto Juquiá ou do São Lourenço e os arranjos 2, 3, 4, 5, e 7 em que a grande parcela de vazões é suprida pelas águas das bacias do Alto Paranapanema.

Tabela 36: Demandas médias a serem supridas por cada arranjo estudado

Esquemas	Arranjo **1**	Arranjo **1A**	Arranjo **2**	Arranjo **3**	Arranjo **4**	Arranjo **5**	Arranjo **6**	Arranjo **7**
1A - Itatinga – Itapanhaú [1]	4,63	4,63	4,58	4,59	4,46	4,67		
3- Braço do Rio Pequeno -Billings [1]	2,23	2,23	2,14		2,23		2,27	
9 - Alto Juquiá (França - ETA Cotia)	16,42						14,98	
10 - São Lourenço (França – ETA Cotia) [1]			4,70		4,70			
12, 12A - São Lourencinho – ETA Embu Guaçu - Alto Sorocaba		16,42						
6A - Jaguari – Atibainha					4,14	5,13	1,29	3,98
7A - Guararema - Biritiba							4,69	4,24
13 - Barragem Piraí [1]	1,33	1,33	1,33	1,33			1,33	
14 - Barragem Jundiuvira-Piraí [1]	0,80	0,80	0,80					
15 - Barragem Campo Limpo [1]	0,76	0,76	0,76	0,76				
16, 17 - Barragens Pedreira e Duas Pontes [2]	4,42	4,42	4,63	3,17			4,47	
19 - Atibaia - Indaiatuba							1,00	
19A - Atibaia – Rio Jundiaí					0,20	0,20	0,20	0,20
21 – Jurumirim – ETA Cotia			9,80	15,75	6,76	11,66		12,39
22 - Sarapuí-Sorocaba – Salto – Reservatório Piraí - Indaiatuba					0,54	0,54		0,54
22A – Sarapuí - Sorocaba – Salto – Reservatório Piraí				0,26				
21A - Reservatório Cabreúva - Barueri								incluso no 12,39
Vazão Média Suprida em 2035 (m^3/s)	**30,59**	**30,59**	**28,74**	**25,86**	**23,03**	**22,20**	**30,23**	**21,35**

Notas:

([1]) Vazões regularizadas nos locais das barragens mencionadas, com 95% de garantia, conforme estudos existentes na SABESP (Itatinga: 2,1 m^3/s, Itapanhaú: 2,8 m^3/s, Rio Pequeno: 2,2 m^3/s, São Lourenço, com 100% de tempo: 4,7 m^3/s, Campo Limpo: 0,76 m^3/s), Hidroplan (Jundiuvira: 0,80 m^3/s) ou do Consórcio Intermunicipal do Ribeirão Piraí (Barragem Piraí: 1,33 m^3/s).

([2]) As vazões regularizadas nos locais das barragens Pedreira (9,6 m^3/s) e Duas Pontes (9,8 m^3/s) totalizam 19,40 m^3/s com 95% de garantia e representam um ganho total de disponbilidade hídrica de 7,7 m^3/s em comparação com as respectivas vazões afluentes com essa mesma garantia. Quando inseridas nos arranjos 1, 1A, 2, 3 e 6, com as mesmas características dos estudos elaborados para a Petrobrás, no âmbito do CBH-PCJ, as simulações mostraram que, para atender em 2035 os 40 m^3/s em Piracicaba, seriam necessários apenas 3,17 a 4,63 m^3/s adicionais, dependendo do arranjo.

A Tabela 37, a seguir, resume as características do primeiro conjunto compreendendo os arranjos 1, 1A e 6. Estão indicadas, também, quando possível, as vazões máximas que seriam necessárias de cada esquema, calculadas pelo SSD AcquaNet, mostrando o efeito da sazonalidade das operações.

O arranjo 1, ilustrado na Figura 11, tem como premissas principais a transposição da bacia do Juquiá para a bacia do Guarapiranga associada à implantação de reservatórios nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (barragens Campo Limpo, Piraí, Jundiuvira, Pedreira e Duas Pontes. A transposição poderá ser feita através do esquema Alto Juquiá (França – ETA Cotia) (Arranjo 1) ou, conforme a variante (Arranjo 1A), através do esquema São Lourencinho - ETA Embu-Guaçu. Nesses arranjos estão previstos também os esquemas do Braço do Rio Pequeno/Billings e do Itatinga-Itapanhaú.

Já o arranjo 6, ilustrado na Figura 13, se diferencia do arranjo 1 e 1A por dispensar o esquema Itatinga-Itapanhaú e as barragens Jundiuvira – Piraí e Campo Limpo. Em compensação, dependerá das águas revertidas através dos esquemas Jaguari-Atibainha e Guararema-Biritiba. Além disso, foi prevista uma transposição de até 1,2 m^3/s (1,0m^3/s em média) do rio Atibaia para o reservatório Capivari-Mirim para alívio do abastecimento da região de Indaiatuba. Este arranjo prevê ainda um acréscimo médio das transposições do rio Atibaia para o rio Jundiaí (por meio das instalações já existentes) correspondente a 0,20 m^3/s.

Tabela 37: Arranjos 1, 1A e 6 – Principais Características

Esquema	Arranjo 01		Arranjo 01 A		Arranjo 6	
	Q máx (m^3/s)	Q méd (m^3/s)	Q máx (m^3/s)	Q méd (m^3/s)	Q máx (m^3/s)	Q méd (m^3/s)
1A - Itatinga-Itapanhaú	4,90	4,63	4,90	4,63		
3 - Braço do Rio Pequeno - Billings	3,50	2,23		2,23	3,00	2,27
9 - Alto Juquiá (França – ETA Cotia)	16,50	16,42			15,00	14,98
12 - São Lourencinho - ETA Embu-Guaçu			16,50	16,42		
6A - Jaguari-Atibainha					2,00	1,29
7A - Guararema-Biritiba					5,00	4,69
13 - Barragem Piraí	*	2,13	*	2,13	*	1,33
14 - Barragem Jundiuvira						
15 - Barragem Campo Limpo	*	0,76	*	0,76		
16 e 17 - Barragem Duas Pontes e Pedreira	*	4,42	*	4,42	*	4,47
19 - Transposição do rio Atibaia p/ Capivari Mirim						1,00
19A - Transposição do rio Atibaia p/ Rio Jundiaí					*	0,20
Total	**-**	**30,59**	**-**	**30,59**	**-**	**30,23**

(*) Valores máximos de vazão indefinidos, ou limitados à respectiva vazão regularizada

Nas simulações efetuadas todas as demandas hídricas (uso urbano, industrial e irrigação) são atendidas, observadas as restrições, prioridades e condições de contorno previstas no modelo SSD Acquanet. As simulações mostraram também que há necessidade de transferir águas para a bacia do Alto Sorocaba/Itupararanga para atender a elevada demanda para irrigação na região (ZD 33). No arranjo 1, a média dessa transferência é de 4,77m³/s, enquanto que no arranjo 6 a média é de 4,41 m³/s. Como essas demandas são difusas, em toda a área geográfica da ZD33, não foram estudados esquemas de obras específicos para tal fim, limitando-se a indicar apenas uma pequena obra de derivação para transpor o divisor da bacia hidrográfica do Alto Sorocaba, situada antes da ETA Cotia.

Por outro lado, há dúvidas enormes com relação a elevadas demandas de água para irrigação, nessa ZD 33, decorrentes principalmente dos resultados de áreas irrigadas do Censo Agropecuário 2006 do IBGE. Investimentos serão necessários na pesquisa e levantamento cadastral de irrigantes nessa região, visando a quantificação mais precisa dessas demandas de água. Mesmo que as demandas para irrigação continuem elevadas, é possível ainda incentivar o seu uso mais racional ou dirigido de modo a evitar essas transferências. Esta a razão pela qual se optou em indicar apenas as obras necessárias até o divisor da bacia do Alto Sorocaba. A exceção é o arranjo 1A em que o ponto de entrega de água, do rio São Lourencinho, é a ETA Embu Guaçu, muito distante desse divisor, o que torna obrigatória a inserção do esquema 12A (ETA Embu Guaçu – Alto Sorocaba).

Esquemas	Arranjo 1
1A - Itatinga – Itapanhaú	4,63
3 - Braço do Rio Pequeno -Billings	2,23
9 - Alto Juquiá (França - ETA Cotia)	16,42
13 - Barragem Piraí	1,33
14 - Barragem Jundiuvira - Piraí	0,80
15 - Barragem Campo Limpo	0,76
16, 17 - Barragens Pedreira e Duas Pontes	4,42
Total da Vazão Média Suprida em 2035 (m³/s)	30,59

Arranjo 1: Ribeira de Iguape (Alto Juquiá); PCJ; Alto Tietê

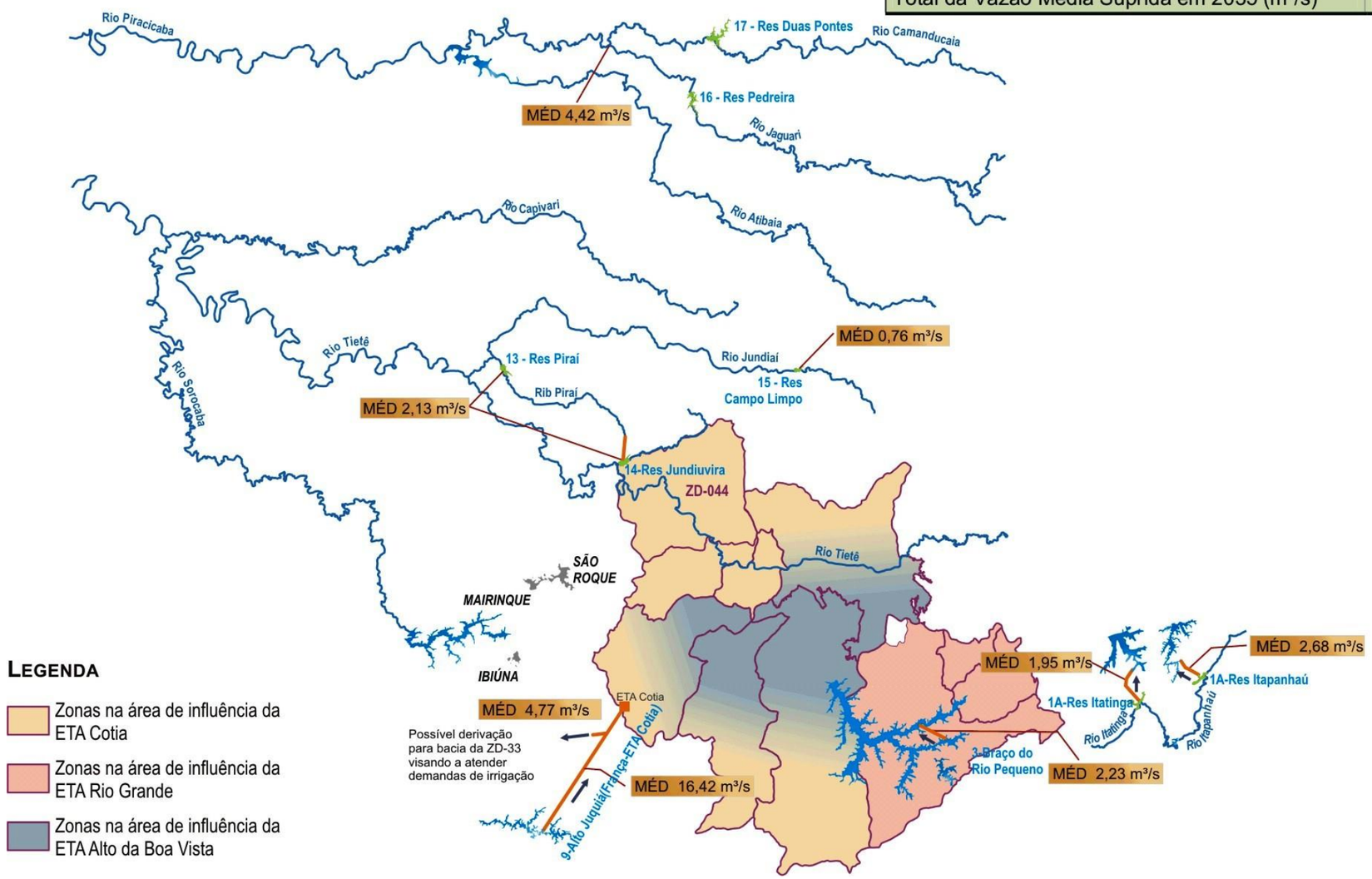


Figura 11: Arranjo 1 - Ribeira de Iguape (Alto Juquiá); PCJ; Alto Tietê

Arranjo 1A: Ribeira de Iguape (Alto Juquiá); PCJ; Alto Tietê

Esquemas	Arranjo 1A
1A - Itatinga – Itapanhaú	4,63
3 - Braço do Rio Pequeno - Billings	2,23
12, 12A - São Lourencinho – ETA Embu Guaçu - Alto Sorocaba	16,42
13 - Barragem Piraí	1,33
14 - Barragem Jundiuvira - Piraí	0,80
15 - Barragem Campo Limpo	0,76
16, 17 - Barragens Pedreira e Duas Pontes	4,42
Total da Vazão Média Suprida em 2035 (m³/s)	30,59

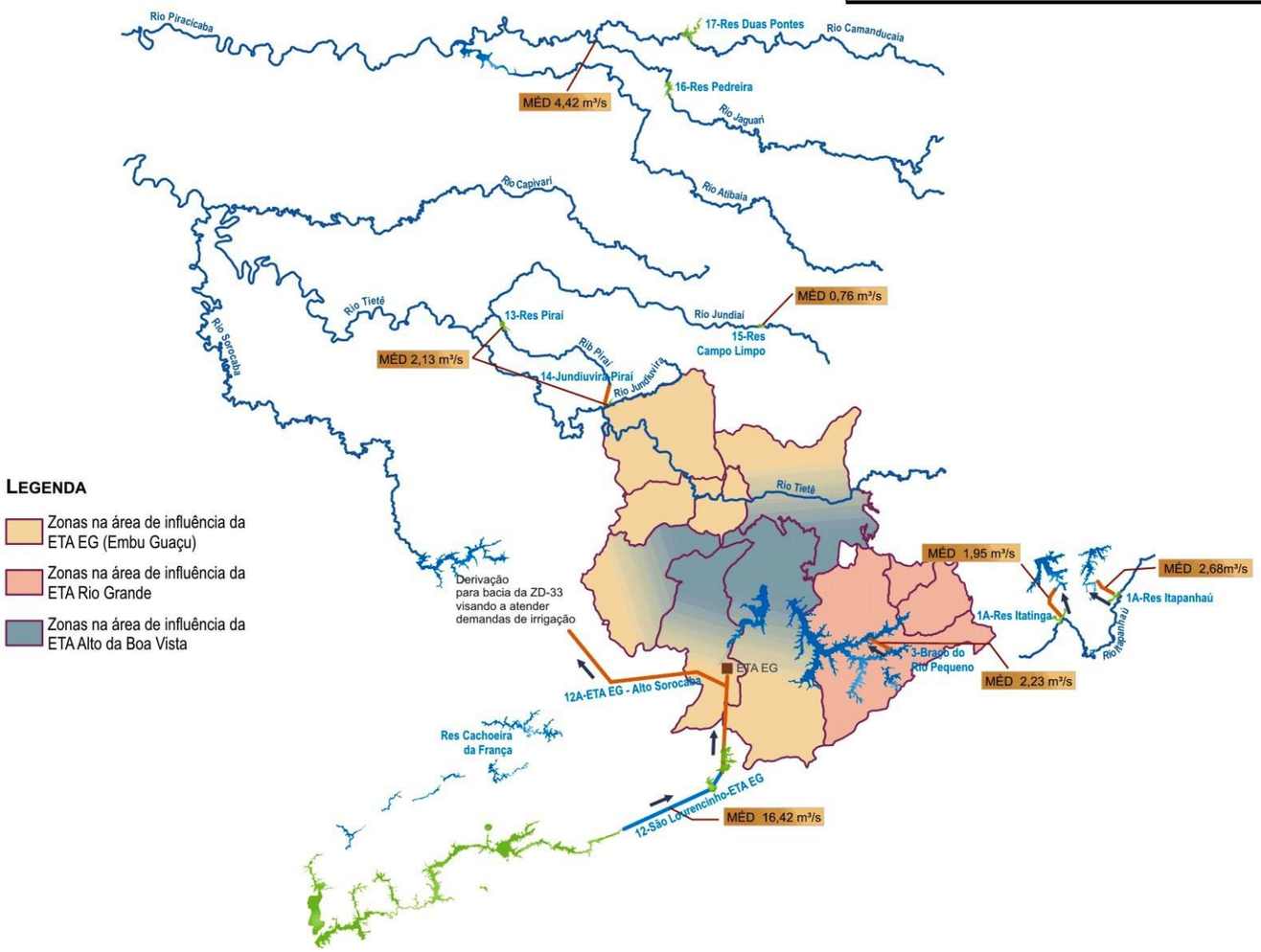


Figura 12: Arranjo 1A - Ribeira de Iguape (Alto Juquiá); PCJ; Alto Tietê

Arranjo 6: Paraíba do Sul;Ribeira de Iguape; PCJ

Esquemas	Arranjo 6
3- Braço do Rio Pequeno - Billings	2,27
9 - Alto Juquiá (França - ETA Cotia)	14,98
6A - Jaguari – Atibainha	1,29
7A - Guararema - Biritiba	4,69
13 - Barragem Piraí	1,33
16, 17 - Barragens Pedreira e Duas Pontes	4,47
19 - Atibaia - Indaiatuba	1,00
19A - Atibaia – Rio Jundiaí	0,20
Total da Vazão Média Suprida em 2035 (m³/s)	30,23

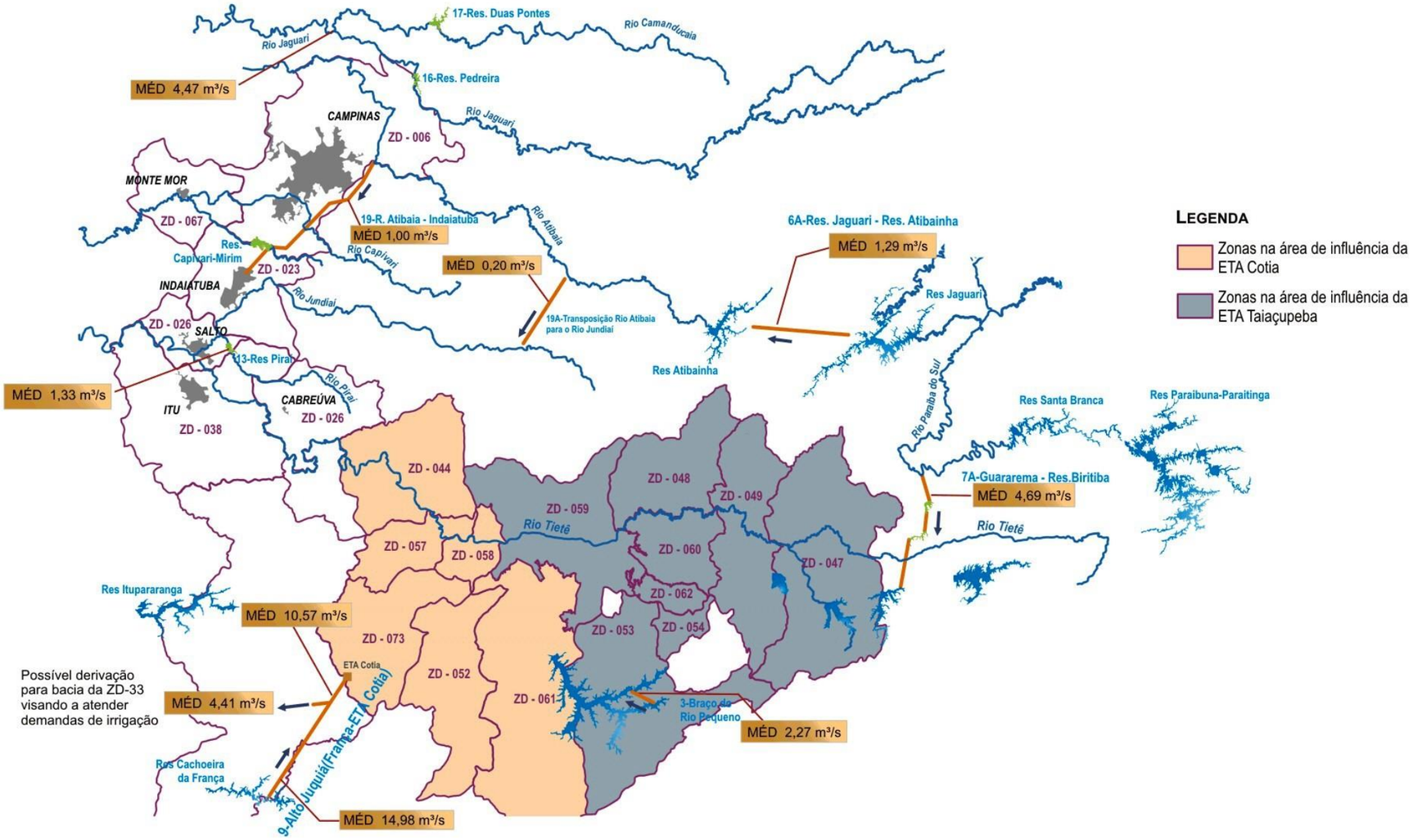


Figura 13: Arranjo 6 - Paraíba do Sul; Ribeira de Iguape; PCJ

O segundo conjunto é formado pelos Arranjos 2, 3, 4, 5, e 7 apresentado na Tabela 38, e ilustrados na Figura 14 a Figura 18. Diferencia-se do conjunto precedente pela utilização principal das águas das bacias do Alto Paranapanema.

Tabela 38: Arranjos 2, 3, 4, 5 e 7 – Principais Características

Esquemas	2		3		4		5		7	
	Q máx (m³/s)	Q méd (m³/s)	Q máx (m³/s)	Q méd (m³/s)	Q máx (m³/s)	Q méd (m³/s)	Q máx (m³/s)	Q méd (m³/s)	Q máx (m³/s)	Q méd (m³/s)
1A - Itatinga – Itapanhaú	4,90	4,58	4,90	4,59	4,90	4,46	4,90	4,67		
3- Braço do Rio Pequeno -Billings	3,00	2,14			3,50	2,23				
10 - São Lourenço (França – ETA Cotia)	4,70	4,70			4,70	4,70				
6A - Jaguari – Atibainha					6,00	4,14	8,50	5,13	7,00	3,98
7A - Guararema - Biritiba									5,00	4,24
13 - Barragem Piraí	*	1,33	*	1,33						
14 - Barragem Jundiuvira-Piraí	*	0,80								
15 - Barragem Campo Limpo	*	0,76	*	0,76						
16, 17 - Barragens Pedreira e Duas Pontes	*	4,63	*	3,17						
19A - Atibaia – Rio Jundiaí					*	0,20	*	0,20	*	0,20
21 – Jurumirim – ETA Cotia	11,00	9,80	17,50	15,75	7,50	6,76	13,00	11,66	14,00	12,39
22 - Sarapuí-Sorocaba – Salto – Reservatório Piraí - Indaiatuba					1,35	0,54	1,50	0,54	1,35	0,54
22A – Sarapuí - Sorocaba – Salto – Reservatório Piraí			0,65	0,26						
21A - Reservatório Cabreúva - Barueri										incluso no 12,39
Vazão Média Suprida em 2035 (m³/s)	**-**	**28,74**	**-**	**25,86**	**-**	**23,03**	**-**	**22,20**	**-**	**21,35**

* Valores máximos de vazão indefinidos, ou limitados à respectiva vazão regularizada.

Os arranjos 2 e 3 consideram a transposição das águas do Reservatório Jurumirim para a bacia do Guarapiranga, associada à implantação de reservatórios nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Os arranjos se diferenciam pelos esquemas considerados nas bacias hidrográficas Alto Tietê e Juquiá. No arranjo 2 são previstos os esquemas Braço do Rio Pequeno - Billings, São Lourenço (França – ETA Cotia) e Itatinga-Itapanhaú, enquanto que o arranjo 3 prevê apenas o esquema Itatinga-Itapanhaú, mas com um aporte de água maior proveniente do esquema Jurumirim - ETA Cotia.

O arranjo 2 é o único que dispensa o esquema derivado a partir do rio Sarapuí e Sorocaba(esquema 22 ou 22A). Mas, os arranjos 3, 4, 5 e 7 requerem o esquema derivado

a partir do rio Sarapuí e Sorocaba (esquemas 22 ou 22A) para as Zonas de Demanda 26 (Salto e Cabreúva) e 38 (Itu), conforme apresentado na Figura 15 até a Figura 18 e caracterizado na Tabela 39.

Tabela 39: Arranjos 3, 4, 5, e 7 – Características dos Esquemas 22 ou 22A, Vazões de Dimensionamento

Trechos	**3** (Esquema 22A)		**4** (Esquema 22)		**5** (Esquema 22)		**7** (Esquema 22)	
	Qmáx (m³/s)	Qméd (m³/s)	Qmáx (m³/s)	Qméd (m³/s)	Qmáx (m³/s)	Qméd (m³/s)	Qmáx (m³/s)	Qméd (m³/s)
Trecho para Itu+ PCJ	0,65	0,26	1,35	0,54	1,50	0,54	1,35	0,54
Trecho para Itu	0,25	0,06	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Trecho para Salto + Cabreúva + Indaiatuba			1,10	0,21	1,25	0,21	1,25	0,21
Trecho para Salto + Cabreúva	0,40	0,09	0,40	0,01	0,40	0,14	0,40	0,08
Trecho para Indaiatuba			0,70	0,10	0,70	0,10	0,70	0,10

Q máx = Vazão Máxima de dimensionamento; Qméd = Vazão Média de dimensionamento

Nos arranjos 2, 3, 4, 5 e 7 há também a necessidade de transferência de água para a bacia do Alto Sorocaba/Itupararanga visando atender a elevada demanda para irrigação na região da ZD 33 (municípios de São Roque, Mairinque e Ibiúna). À semelhança do conjunto precedente, não foram estudados esquemas de obras específicos para essa transferência, limitando-se a indicar apenas uma pequena obra de derivação para transpor o divisor da bacia hidrográfica do Alto Sorocaba, na altura de Vargem Grande Paulista. A ordem de grandeza dessas transferências será de:

Arranjo 2: Vazão máxima de até 7,5 m³/s (média 3,8 m^3/s);

Arranjo 3: Vazão máxima de até 6,5 m³/s (média 4,0 m^3/s);

Arranjo 4: Vazão máxima de até 5,5 m³/s (média 3,8 m^3/s);

Arranjo 5: Vazão máxima de até 7,0 m³/s (média 3,8 m^3/s);

Arranjo 7: Vazão máxima de até 5,5 m³/s (média 3,8 m^3/s);

Os arranjos 4, 5 e 7 (Figura 16 até a Figura 18) envolvem a inclusão da transposição das águas do rio Paraíba do Sul. Os arranjos 4 e 5 procuram suprir o Sistema Cantareira, através do esquema Jaguari – Atibainha, e, por isso, não são previstos os reservatórios das bacias PCJ. Já o arranjo 7 não prevê o aproveitamento da região da Vertente Marítima (Itatinga e Itapanhaú) e nem do braço do rio Pequeno e do São Lourenço, razão pela qual haverá necessidade de reforço ao Alto Tietê através do esquema Guararema – Biritiba, do rio Paraíba do Sul.

Arranjo 2: Médio Tietê / Alto Paranapanema; PCJ; Ribeira de Iguape; Alto Tietê

Esquemas	Arranjo 2
1A - Itatinga – Itapanhaú	4,58
3 - Braço do Rio Pequeno - Billings	2,14
10 - São Lourenço (França – ETA Cotia)	4,70
13 - Barragem Piraí	1,33
14 - Barragem Jundiuvira - Piraí	0,80
15 - Barragem Campo Limpo	0,76
16, 17 - Barragens Pedreira e Duas Pontes	4,63
21 – Jurumirim – ETA Cotia	9,80
Total da Vazão Média Suprida em 2035 (m³/s)	28,74

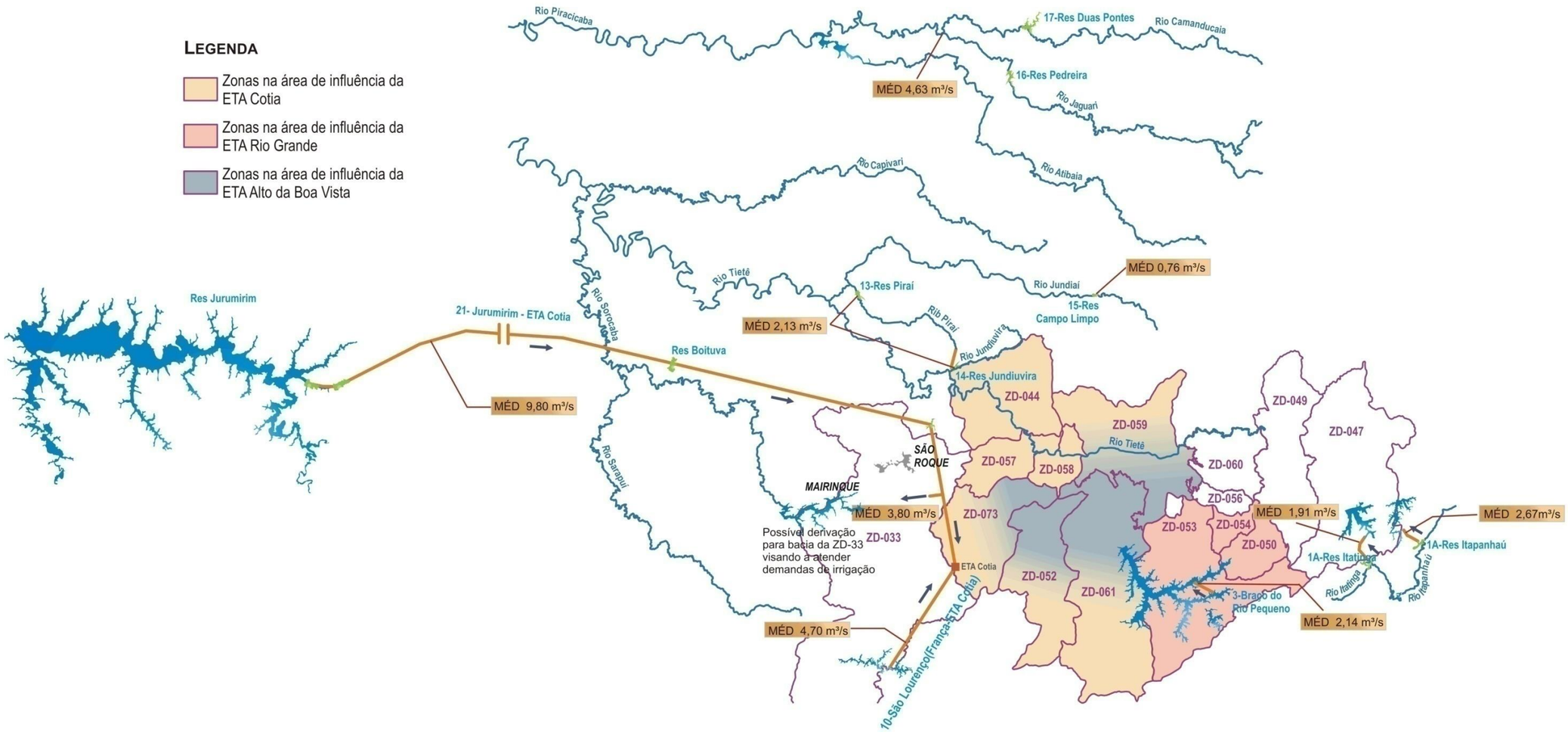


Figura 14: Arranjo 2 - Médio Tietê/ Alto Paranapanema; PCJ; Ribeira de Iguape; Alto Tietê

Arranjo 3: Médio Tietê / Alto Paranapanema; PCJ; Vertente Marítima

Esquemas	Arranjo 3
1A - Itatinga – Itapanhaú	4,59
13 - Barragem Piraí	1,33
15 - Barragem Campo Limpo	0,76
16, 17 - Barragens Pedreira e Duas Pontes	3,17
21 – Jurumirim – ETA Cotia	15,75
22A – Sarapuí - Sorocaba – Salto – Reservatório Piraí	0,26
Total da Vazão Média Suprida em 2035 (m³/s)	25,86

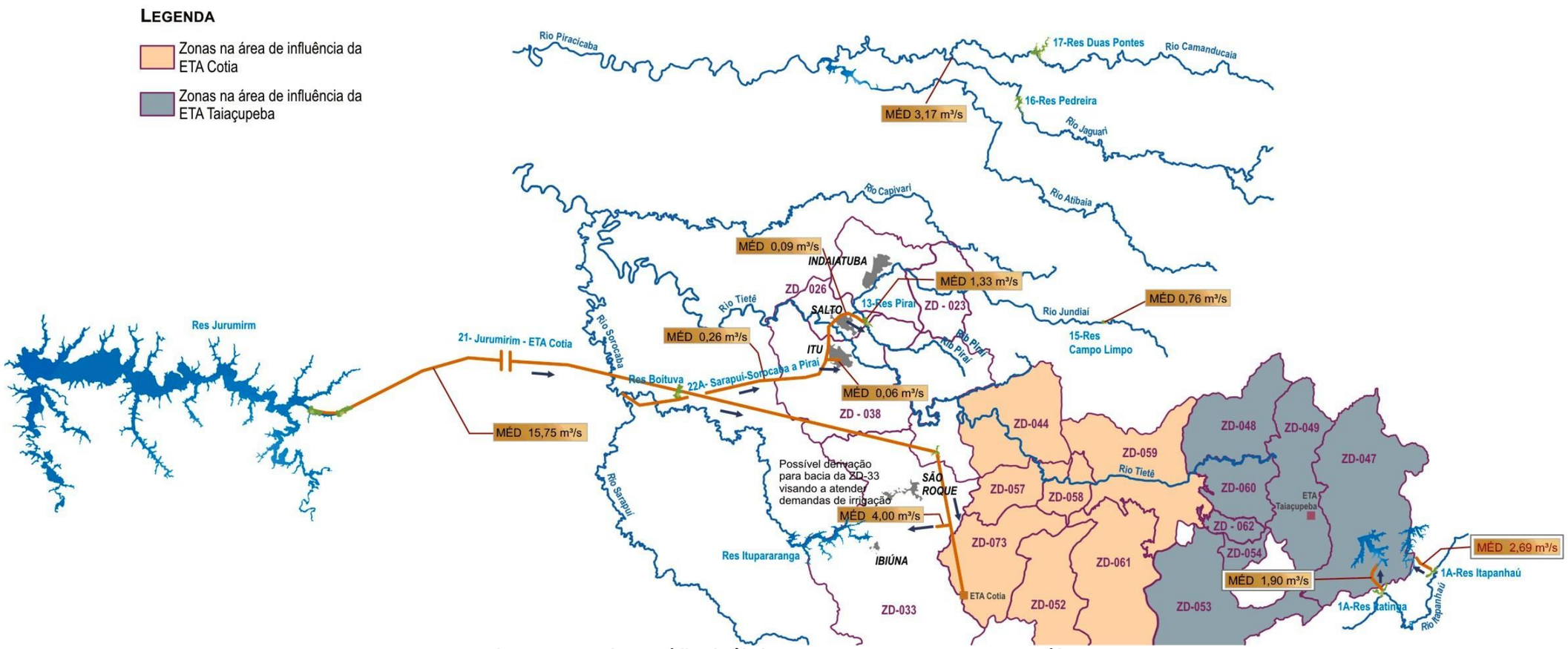


Figura 15: Arranjo 3 - Médio Tietê/ Alto Paranapanema; PCJ; Vertente Marítima

Arranjo 4: Paraíba do Sul; Ribeira de Iguape; Vertente Marítima; Médio Tietê; Alto Tietê

Esquemas	Arranjo 4
1A - Itatinga – Itapanhaú	4,46
3 - Braço do Rio Pequeno - Billings	2,23
10 - São Lourenço (França – ETA Cotia)	4,70
6A - Jaguari – Atibainha	4,14
19A - Atibaia – Rio Jundiaí	0,20
21 – Jurumirim – ETA Cotia	6,76
22 - Sarapuí-Sorocaba – Salto – Reservatório Piraí - Indaiatuba	0,54
Total da Vazão Média Suprida em 2035 (m³/s)	23,03

LEGENDA

- Zonas na área de influência da ETA Cotia
- Zonas na área de influência da ETA Rio Grande
- Zonas na área de influência da ETA Taiaçupeba

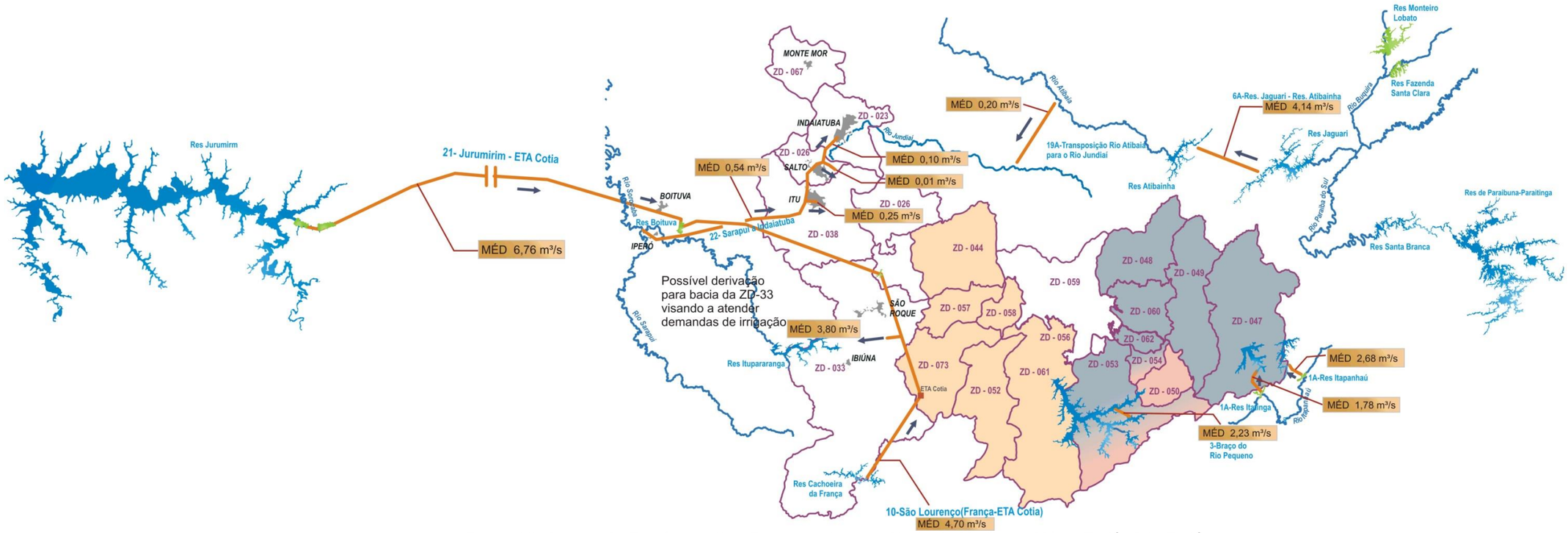


Figura 16: Arranjo 4 - Paraíba do Sul; Ribeira de Iguape; Vertente Marítima; Médio Tietê; Alto Tietê

Arranjo 5: Paraíba do Sul; Vertente Marítima; Médio Tietê / Alto Paranapanema

Esquemas	Arranjo 5
1A - Itatinga – Itapanhaú	4,67
6A - Jaguari – Atibainha	5,13
19A - Atibaia – Rio Jundiaí	0,20
21 – Jurumirim – ETA Cotia	11,66
22 - Sarapuí-Sorocaba – Salto – Reservatório Piraí - Indaiatuba	0,54
Total da Vazão Média Suprida em 2035 (m³/s)	22,20

Figura 17: Arranjo 5 - Paraíba do Sul; Vertente Marítima; Médio Tietê/ Alto Paranapanema

Arranjo 7: Paraíba do Sul; Médio Tietê / Alto Paranapanema

Esquemas	Arranjo 7
6A - Jaguari – Atibainha	3,98
7A - Guararema - Biritiba	4,24
19A - Atibaia – Rio Jundiaí	0,20
21 – Jurumirim – ETA Cotia	12,39
22 - Sarapuí-Sorocaba – Salto – Reservatório Piraí - Indaiatuba	0,54
21A - Reservatório Cabreúva - Barueri	Incluso no 12,39
Total da Vazão Média Suprida em 2035 (m³/s)	21,35

Figura 18: Arranjo 7 - Paraíba do Sul; Médio Tietê/ Alto Paranapanema

7.2. Estimativa de Custos dos arranjos de Obras

A Tabela 40 apresenta o resumo da estimativa parcial de custos dos 8 arranjos estudados, computando-se, por ora, apenas os custos das principais estruturas hidráulicas envolvidas. Todo o detalhamento desta estimativa encontra-se no Anexo 7 do Relatório RI-2.

Essa tabela deve ser interpretada com a devida cautela, pois, trata-se de uma estimativa parcial, sem a inclusão de diversos outros custos que impactam significativamente a comparação dos arranjos, como por exemplo:

- custo de energia de bombeamento das águas nas estações elevatórias: alguns esquemas estudados incluem bombeamentos de centenas de metros, de elevada potência instalada e que necessitará de substações e linhas de transmissões específicas;

- custo de substituição da energia elétrica que deixaria de ser produzida nas usinas hidrelétricas situadas a jusante dos esquemas estudados: alguns esquemas resultam em perdas energéticas da ordem de 70 a 80 MW médios, produção equivalente a hidrelétricas do porte por exemplo da usina de Ibitinga (131 MW instalada e energia assegurada de 74 MWmédios);

- custo de adução e distribuição de água para diferentes zonas de demanda, no interior da Região Metropolitana de São Paulo: alguns dos esquemas estudados terminam nas ETAs propostas na periferia de São Paulo, em Cotia, Embu Guaçu ou Barueri; outros esquemas são apenas reforços aos sistemas de produção já existentes, sem examinar os reflexos desse reforço no sistema existente.

- juros durante o prazo de construção do esquema de obras: alguns esquemas demandam prazos relativamente longos de contrução até que a água possa ser disponibilizada na zona de demanda respectiva; são esquemas muito desfavoráveis do ponto de vista de escalonamento de obras, exigindo elevados investimentos para o primeiro metro cúbico de água.

Tabela 40: Estimativa Parcial (*) de Custos dos Oito Arranjos Estudados (R$)

Regiões	Esquemas	Arranjo **1**	Arranjo **1A**	Arranjo **2**	Arranjo **3**	Arranjo **4**	Arranjo **5**	Arranjo **6**	Arranjo **7**
Vertente Marítima da Serra do Mar e Bacia Hidrográfica do Alto Tietê	1A - Itatinga – Itapanhaú	218.209.965	218.209.965	218.209.965	218.209.965	218.209.965	218.209.965		
	3- Braço do Rio Pequeno - Billings	36.472.974	36.472.974	36.472.974		36.472.974		36.472.974	
Bacia Hidrográfica do rio Ribeira de Iguape (São Lourenço/ Juquiá)	9 - Alto Juquiá (França - ETA Cotia)	2.992.854.097						2.969.927.998	
	10 - São Lourenço (França – ETA Cotia)			666.394.599		666.394.599			
	12 - São Lourencinho - ETA Embu Guaçu		6.814.678.873						
	12A – ETA Embu-Guaçu - Alto Sorocaba		879.631.472						
Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul	6A - Jaguari - Atibainha					330.326.728	380.188.206	237.408.635	349.688.862
	7A - Guararema - Biritiba							603.573.815	603.573.815
Bacias Hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí	13 - Barragem Piraí	40.045.680	40.045.680	40.045.680	40.045.680			40.045.680	
	14 - Barragem Jundiuvira-Piraí	112.584.630	112.584.630	112.584.630					
	15 - Barragem Campo Limpo	187.215.646	187.215.646	187.215.646	187.215.646				
	16 - Barragem Pedreira	48.953.862	48.953.862	48.953.862	48.953.862			48.953.862	
	17 - Barragem Duas Pontes	59.334.847	59.334.847	59.334.847	59.334.847			59.334.847	
	19 - Atibaia - Indaiatuba							138.706.855	
	19A - Atibaia – Rio Jundiaí					Utilização de instalações existentes. Custos desprezados			
Bacias Hidrográficas do Médio Tietê (Sorocaba/ Sarapuí) e do Alto Paranapanema	21 – Jurumirim - ETA Cotia			6.645.768.850	7.627.863.150	6.215.889.045	6.936.024.127		7.210.003.090
	21A - Reservatório Cabreúva - Barueri								149.473.191
	22 - Sarapuí-Sorocaba - Salto - Piraí - Indaiatuba					257.767.436	257.767.436		257.767.436
	22A – Sarapuí - Sorocaba - Salto - Piraí				235.900.692				
Custo por Arranjo (R$)		**3.695.671.701**	**8.397.127.949**	**8.014.981.053**	**8.417.523.842**	**7.725.060.746**	**7.792.189.733**	**4.134.424.666**	**8.570.506.395**

(*) Este quadro não tem a finalidade comparativa de custos entre os arranjos, pois, não incluem outros importantes itens como: custo de energia de bombeamento das águas; custo de substituição da energia elétrica das usinas hidrelétricas afetadas; custo de adução e distribuição de água para diferentes zonas de demanda, no interior da Região Metropolitana de São Paulo; juros durante o prazo de construção do esquema de obras, etc.

8. AVALIAÇÃO DOS ARRANJOS

Aos comentários até aqui desenvolvidos, cabe, ainda, a análise de alguns aspectos específicos considerados relevantes à compreensão e à avaliação de cada um dos arranjos estudados. Três temas podem ser destacados e encontram-se a seguir apreciados: (i) a avaliação dos impactos na qualidade da água; (ii) a verificação na influência das transposições do rio Paraíba do Sul; (iii) a avaliação dos impactos no setor elétrico.

8.1. Avaliação dos Impactos na Qualidade da Água

O propósito deste tópico é realizar a análise dos prognósticos da qualidade da água na área da Macrometrópole em função dos arranjos alternativos. Este procedimento visa subsidiar a tomada de decisão, favorecendo a identificação das diferenças nos prognósticos da qualidade da água entre estes arranjos, e subsidiando a proposição de intervenção de medidas de controle ambiental.

Com o intuito de avaliar a situação da qualidade da água ao longo do tempo e de estabelecer tendências de longo prazo, foram avaliados 93 pontos de monitoramento e considerados os índices publicados, anualmente, pela CETESB e que são relativos ao abastecimento público: a) IQA - Índice de Qualidade das Águas; e b) IAP - Índice de Qualidade das Águas para Fins de Abastecimento Público, sendo a situação de referência os últimos cinco anos (2005, 2006, 2007, 2008 e 2009).

A evolução do IQA e IAP nos cinco últimos anos é apresentada em forma de tabelas e mapas. Nas tabelas de resultados, as células foram coloridas de acordo com a categoria em que se enquadra o valor do índice: a) azul indica qualidade ótima; b) verde indica qualidade boa; c) amarela indica qualidade regular; d) vermelha indica qualidade ruim; e e) roxa indica qualidade péssima. Já os mapas ilustram a classificação de IQA e IAP, no ano de 2009, em cada ponto de monitoramento considerado neste estudo, e a evolução da qualidade da água nos mesmos pontos, indicando por setas se houve estabilidade, melhora ou piora na qualidade em relação ao ano de 2008.

A evolução da qualidade da água apresentou-se, de modo geral, estável, ou seja, houve manutenção na classificação da qualidade da água ao longo dos anos de 2005 a 2009. Em 2009, quando se tem como referência o IQA, 60 dos pontos monitorados enquadraram-se na categoria boa, enquanto que 27 foram classificados como regular e ruim.

Quanto ao IAP, somente os pontos coincidentes com as captações de abastecimento público foram monitorados em 2009. No geral, a qualidade da água é estável em relação ao ano de 2008, variando entre boa e regular em 55 dos pontos de monitoramento. Ressalta-se que em 41 dos pontos monitorados, observou-se uma degradação na classificação das águas.

A Tabela 42 apresenta a evolução do IQA e IAP ao longo dos anos de 2005 a 2009.

Tabela 41: Evolução do IQA e do IAP no período de 2005 a 2009

UGRHI	Ponto de Monitoramento	Corpo d'água	IQA					IAP				
			2005	2006	2007	2008	2009	2005	2006	2007	2008	2009
2	JAGI02900	Rio Jaguari	62	56	56	55	56	60	54	55	-	-
	JAGJ00200	Res. Jaguari	64	70	78	77	77	69	63	71	79	73
	PARB02050	Rio Paraíba	71	68	71	74	77	71	68	70	73	75
	PARB02200	Rio Paraíba	68	65	66	66	68	66	59	63	58	55
	PARB02310	Rio Paraíba	56	57	58	58	60	57	-	65	54	46
	PARB02490	Rio Paraíba	59	57	55	55	55	54	42	44	55	40
	PARB02530	Rio Paraíba	56	52	50	51	57	44	38	41	36	39
	PARB02600	Rio Paraíba	45	51	48	46	48	36	39	37	26	33
	SANT00100	Res. Santa Branca	88	80	82	87	89	88	75	73	-	-
	UNNA02800	Rio Una	57	62	60	56	57	49	-	58	34	36
3	CARO02800	Rio Claro	78	71	76	76	74	75	50	76	75	66
	GRAN02400	Rio Grande	76	74	80	80	81	76	74	79	80	79
	SAFO00300	Rio São Francisco	83	75	81	77	82	84	52	81	79	63
	TOCA02900	Córrego das Tocas	75	69	76	78	80	75	66	76	80	80
5	CPIV02130	Rio Capivari	51	56	48	43	42	44	55	19	28	25
	CPIV02200	Rio Capivari	29	36	33	32	29	22	31	26	-	-
	IRIS02100	Rio Piraí	-	-	77	57	63	-	-	78	45	45
	IRIS02900	Rio Piraí	67	62	74	64	48	47	40	65	51	28
	JUMI00800	Rio Jundiaí-Mirim	-	-	78	77	69	-	-	-	-	29
	JUNA02010	Rio Jundiaí	-	-	51	47	45	-	-	50	37	-
	JUNA04270	Rio Jundiaí	35	37	40	41	38	23	9	14	-	42
	ATIB02010	Rio Atibaia	54	62	56	60	54	32	50	24	53	46
	ATIB02030	Rio Atibaia	-	-	53	60	54	-	-	36	59	50
5	ATIB02035	Rio Atibaia	-	-	56	59	59	-	-	26	52	39
	ATIB02065	Rio Atibaia	52	54	47	52	51	32	55	24	45	-
	ATIB02605	Rio Atibaia	46	49	41	50	46	33	44	40	-	17
	ATIB02800	Rio Atibaia	-	-	40	43	42	-	-	5	40	28
	CMDC02300	Rio Camanducaia	-	-	53	46	46	-	-	35	30	-
	CMDC02900	Rio Camanducaia	59	60	59	49	49	48	52	44	-	30
	CRUM02500	Rio Corumbataí	53	57	50	54	51	41	40	30	44	43
	JAGR02010	Rio Jaguari	-	-	52	55	55	-	-	49	58	49

Tabela 41: Evolução do IQA e do IAP no período de 2005 a 2009 (cont.)

UGRHI	Ponto de Monitoramento	Corpo d'água	IQA					IAP				
			2005	2006	2007	2008	2009	2005	2006	2007	2008	2009
	JAGR02200	Rio Jaguari	-	-	62	57	58	-	-	43	56	47
	JAGR02300	Rio Jaguari	-	-	46	51	52	-	-	24	48	28
	JAGR02500	Rio Jaguari	54	51	50	56	52	40	26	18	44	40
	JAGR02800	Rio Jaguari	56	60	54	56	54	41	58	39	48	29
	PCAB02100	Rio Piracicaba	55	58	53	54	47	47	59	31	47	17
	PCAB02220	Rio Piracicaba	33	43	34	37	32	24	30	20	21	-
	PCBP02500	Braço Piracicaba / Res. Barra Bonita	79	76	76	71	64	67	71	78	-	38
6	JNDI00500	Res. Jundiaí	79	77	83	80	80	66	49	62	57	-
	PEBA00100	Res. Taiacupeba	85	83	78	87	-	81	80	77	-	33
	PEBA00900	Res. Taiacupeba	79	87	87	88	79	71	76	72	84	35
	TIET02090	Rio Tietê	67	69	62	66	59	37	44	22	5	-
	CABU04700	Rio Cabucu	-	-	15	17	22	-	-	-	-	-
	BILL02030	Res. Billings	-	-	-	-	53	-	-	-	-	-
	BILL02100	Res. Billings	70	63	61	64	65	70	28	27	-	-
	BILL02500	Res. Billings	77	77	72	80	81	77	77	61	-	74
	BILL02900	Res. Billings	83	80	79	82	77	83	80	64	-	-
	BITO00100	Braco Taguacetuba	76	76	77	84	84	59	25	12	-	-
	GADE02900	Rio Grande / Jurubatuba	56	54	45	54	54	53	52	43	-	-
	PIRE02900	Ribeirão Pires	33	39	31	30	33	28	34	28	-	47
	RGDE02200	Res. Rio Grande	79	76	75	72	73	76	76	72	-	-
	RGDE02900	Res. Rio Grande	78	84	79	82	78	61	71	44	73	-
	EMGU00700	Rio Embu Guacu	-	63	59	70		-	60	59	-	-
	EMGU00800	Rio Embu Guacu	62	66	62	69	62	54	61	60	-	-
	EMMI02900	Rio Embu Mirim	47	52	47	51	47	41	47	45	-	45
	GUAR00100	Res. Guarapiranga	69	58	64	63	60	68	50	60	-	32
	GUAR00900	Res. Guarapiranga	74	82	76	77	73	58	54	22	43	15
	COGR00900	Res. Cachoeira da Graça	77	75	75	75	77	64	84	27	19	38
	COTI03900	Rio Cotia	35	43	37	36	41	20	16	8	17	76
	CRIS03400	Ribeirão Cristais	56	61	58	64	55	16	47	38	62	-
6	JQJU00900	Res. Paiva Castro / Juqueri	77	84	72	82	78	58	-	54	81	69
	PINH04100	Rio Pinheiros	39	26	35	32	28	36	20	34	-	-
	TGDE00900	Res. Tanque Grande	77	81	70	77	70	36	86	71	76	36
	TIPI04900	Res. Pirapora	19	17	21	22	19	15	13	14	-	28
7	CAMO00900	Res. Capivari Monos	67	73	64	71	70	28	19	5	36	63
	CFUG02900	Canal de Fuga	68	77	70	73	78	60	45	29	42	-
	CUBA02700	Rio Cubatão	62	65	62	65	63	57	39	43	52	-
	CUBA03900	Rio Cubatão	55	56	59	56	58	54	54	59	-	-
	PERE02900	Rio Perequê	67	67	65	62	69	65	55	67	-	-
	MOJI02800	Rio Moji	46	55	44	47	55	34	49	40	-	-
	NAEM02900	Rio Itanhaém	-	-	48	59	56	-	-	-	-	-

Tabela 41: Evolução do IQA e do IAP no período de 2005 a 2009 (cont.)

UGRHI	Ponto de Monitoramento	Corpo d'água	IQA					IAP				
			2005	2006	2007	2008	2009	2005	2006	2007	2008	2009
9	ARAS02900	Rio Araras	38	32	29	21	22	-	-	-	-	-
	ARAS03400	Rio Araras	47	44	39	46	40	-	-	-	-	19
	MOCA02990	Res. Cachoeira de Cima	66	63	60	58	53	-	-	-	-	33
10	TIBB02100	Res. Barra Bonita	82	77	74	77	65	80	77	68	-	-
	TIBB02700	Res. Barra Bonita	86	69	73	81	62	84	49	36	-	51
	TIBT02500	Braço Tietê	55	60	53	59	52	53	57	59	-	35
	TIRG02900	Res. Rasgão	25	19	26	25	23	19	15	20	-	-
	SAUI02900	Rio Sarapuí	71	68	69	64	63	41	47	38	22	-
	SOBU02800	Rio Sorocabuçu	56	65	60	63	62	47	65	28	55	-
	SOIT02100	Res. de Itupararanga	90	89	88	88	88	85	68	70	-	20
	SOIT02900	Res. de Itupararanga	91	89	80	85	86	61	76	65	65	-
	SOMI02850	Rio Sorocamirim	61	64	61	68	60	42	52	32	50	-
	SORO02070	Rio Sorocaba	55	52	46	59	52	50	49	33	-	-
	SORO02100	Rio Sorocaba	39	43	44	47	42	31	42	30	-	-
	SORO02200	Rio Sorocaba	35	37	37	39	37	28	31	35	-	-
	SORO02700	Rio Sorocaba	56	54	57	58	52	33	36	34	37	-
11	JAPI02100	Rio Jacupiranga	50	49	50	51	50	46	46	48	-	-
	JUQI00800	Rio Juquiá	63	71	71	63	67	59	69	70	-	-
	JUQI02900	Rio Juquiá	60	59	60	64	63	54	55	60	-	-
	RIBE02500	Rio Ribeira	72	73	67	69	63	67	70	52	-	-
	RIIG02900	Rio Ribeira de Iguape	63	59	59	60	59	56	54	51	-	-
14	JURU02500	Res. Jurumirim	89	86	85	84	87	59	85	69	-	-

Fontes: Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2005 a 2008 - CETESB, 2006 a 2009.
Relatório de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo 2009 - CETESB, 2010.

Legenda:	Ótima	Boa	Regular	Ruim	Péssima

O mapa 11 e o mapa 12 ilustram, além dos pontos de monitoramento na Macrometrópole Paulista, a classificação de IQA e IAP, respectivamente, no ano de 2009, em cada um desses pontos de monitoramento da CETESB, e a evolução da qualidade da água nos mesmos pontos, indicando por setas se houve estabilidade, melhora ou piora na qualidade com relação ao ano de 2008. Vale lembrar que os dados de IAP são relativos somente aos pontos coincidentes com a captação de água.

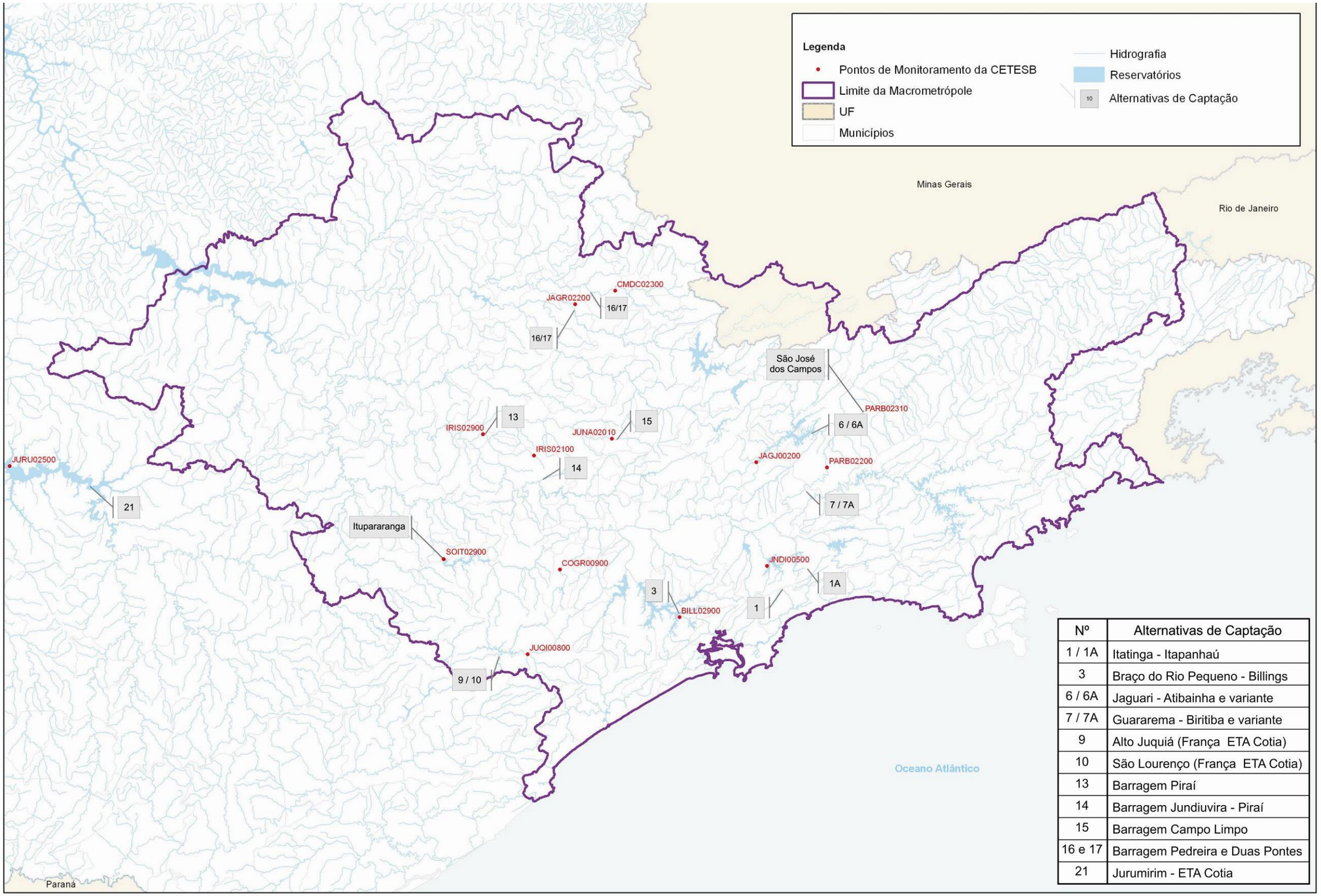
Mapa 11: Evolução de IQA

Mapa 12: Evolução de IAP

Com base na Figura 19, é possível verificar quais arranjos influenciam na qualidade da água das UGRHIs, conforme apresenta a tabela 42 a seguir.

Tabela 42: Áreas com qualidade da água afetada pelos arranjos selecionados

UGRHI	Bacia	Esquemas Hidráulicos	Arranjos
2	Paraíba do Sul	Jaguari-Atibainha	4, 5, 6, 7
		Guararema-Biritiba	6, 7
5	Piracicaba, Capivari e Jundiaí	Barragem Campo Limpo	1, 2, 3
		Barragem Piraí	1, 2, 3, 6
		Barragem Duas Pontes	
		Barragem Pedreira	
6	Alto Tietê	Itatinga-Itapanhaú	1, 2, 3, 4, 5
		Braço do rio Pequeno - Billings	1, 2, 4, 6
10	Sorocaba / Médio Tietê	-	-
11	Ribeira de Iguape / Litoral Sul	Alto Juquiá (França – ETA Cotia)	1, 6
		São Lourenço (França – ETA Cotia)	2, 4
14	Alto Paranapanema	Jurumirim - ETA Cotia	2, 3, 4, 5, 6, 7



Nº	Alternativas de Captação
1 / 1A	Itatinga - Itapanhaú
3	Braço do Rio Pequeno - Billings
6 / 6A	Jaguari - Atibainha e variante
7 / 7A	Guararema - Biritiba e variante
9	Alto Juquiá (França ETA Cotia)
10	São Lourenço (França ETA Cotia)
13	Barragem Piraí
14	Barragem Jundiuvira - Piraí
15	Barragem Campo Limpo
16 e 17	Barragem Pedreira e Duas Pontes
21	Jurumirim - ETA Cotia

Figura 19 – Locais de Captação com a qualidade da água afetada pelos arranjos selecionados

8.1.1. Prognóstico da qualidade da água

O prognóstico da qualidade da água para os arranjos alternativos é realizado com duas abordagens. A primeira abordagem está baseada na avaliação das alterações das vazões a jusante dos pontos de captação e suas implicações na qualidade da água, sendo utilizados os fluviogramas gerados pelo modelo Acquanet e dados do monitoramento de qualidade da água da CETESB. A segunda abordagem é realizada com os modelos matemáticos, sendo utilizados os modelos Qual2-E e SSD-PCJq[24].

8.1.1.1. Prognóstico com utilização dos resultados do Acquanet

A partir dos fluviogramas gerados pelo modelo Acquanet, pode-se avaliar a variação da qualidade da água disponível a jusante dos pontos de captação dos esquemas hidráulicos considerados nos oito arranjos alternativos estudados.

Os fluviogramas foram gerados a partir dos 912 resultados correspondentes aos valores mensais do período de simulação compreendido entre janeiro de 1931 e dezembro de 2006. Além dos pontos localizados a jusante das captações dos esquemas foram gerados fluviogramas para dois pontos adicionais (conforme indicado na Figura 20), um localizado a jusante da barragem de Itupararanga no rio Sorocaba, e outro no rio Paraíba do Sul na cidade de São José dos Campos.

As captações dos esquemas hidráulicos considerados nos oito arranjos alternativos encontram-se, em sua maioria, na UGRHI 5, seguida da UGRHI 6, UGRHI 2, UGRHI 11 e UGRHI 14. A tabela 43 apresenta os pontos de monitoramento de qualidade da água da CETESB localizados próximos às captações de água desses arranjos, assim como a DBO mínima, máxima, e média e o IQA para o ano de 2009. Nesta tabela também estão incluídos os pontos de monitoramento da CETESB localizados nos rios Sorocaba e Paraíba do Sul para o qual se apresentou a estatística do fluviograma.

Tabela 43: Captações de água dos arranjos de alternativas e a qualidade da água

UGHRI	Ponto de Monitoramento	Local da Captação	Esquema para Alternativa de Captação	$DBO_{mínimo}$	$DBO_{máximo}$	$DBO_{média}$	IQA
2	JAGJ00200	Jaguari-Atibainha	3	< 2,0	3,0	2,2	77
	PARB02310	Rio Paraíba do Sul	-	< 2,0	3,0	2,2	60
5	CMDC02300	Barragem Duas Pontes	10	2,0	10,0	5,0	46
	JAGR02200	Barragem Pedreira		< 2,0	2,0	2,0	58
	IRIS02100	Barragem Jundiuvira	8	< 2,0	< 2,0	2,0	63
	IRIS02900	Barragem Piraí	7	< 2,0	11,0	3,5	48
	JUNA02010	Barragem Campo Limpo	9	< 2,0	5,0	3,3	45
6	BILL02900	Braço do rio Pequeno – Billings	2	< 3,0	8,0	4,3	77

[24] Sistema de Suporte à Decisão para as bacias PCJ.

	COGR00900	Alto Juquiá	5	< 3,0	3,0	3,0	77
	JNDI00500	Itatinga-Itapanhaú	1/1A	< 3,0	4,0	3,2	80
	TIET02900	Guararema-Biritiba	4/4A	< 3,0	< 3,0	3,0	59
10	SOIT02900	Rio Sorocaba	-	< 2,0	8,0	3,0	86
11	JUQI00800	São Lourenço	6	< 2,0	< 5,0	3,5	67
14	JURU02500	Jurumirim	11	< 2,0	< 2,0	2,0	87

Fonte: Relatório de Qualidade das Águas Superficiais no Estado de São Paulo 2009 - CETESB, 2010.

Legenda:	Ótima	Boa	Regular

O prognóstico das alterações na qualidade da água está baseado nos dados atuais de monitoramento da CETESB e nas previsões de mudanças de vazão nos locais das captações de acordo com cada um dos oito arranjos alternativos. De acordo com o relatório da CETESB, observa-se que, para o ano 2009, na UGRHI 5 os locais das captações têm a classificação do IQA considerada boa ou regular. Os demais locais de captação apresentam qualidade variando entre ótima e regular. Com relação à DBO, todos os valores médios nos pontos de monitoramento atendem à Resolução CONAMA 357/05 para classe 2, ou seja, a concentração da DBO é igual ou inferior a 5,0 mg/L.

A figura 20 ilustra os valores médios do monitoramento da DBO nos locais a jusante das alternativas de captação da Macrometrópole. Nesta figura também foram incluídos os pontos PARB02310 e SOIT02900 localizados no Rio Paraíba do Sul e Sorocaba.

Nº	Alternativas de Captação
1 / 1A	Itatinga - Itapanhaú
3	Braço do Rio Pequeno - Billings
6 / 6A	Jaguari - Atibainha e variante
7 / 7A	Guararema - Biritiba e variante
9	Alto Juquiá (França ETA Cotia)
10	São Lourenço (França ETA Cotia)
13	Barragem Piraí
14	Barragem Jundiuvira - Piraí
15	Barragem Campo Limpo
16 e 17	Barragem Pedreira e Duas Pontes
21	Jurumirim - ETA Cotia

Figura 20:Valores médios de monitoramento da DBO nos locais de captação

A análise dos dados da Tabela 42 e Tabela 43, além da figura 20 permite verificar que a situação destes pontos não é crítica e não tende a se agravar em função da escolha de um ou outro arranjo alternativo. Considerando que a concentração de DBO represente a influência das cargas orgânicas afluentes a estas bacias, podemos avaliar o impacto da alteração da concentração deste parâmetro através das variações das vazões apresentadas nos fluviogramas para cada uma das captações nos arranjos alternativos. Se o valor da vazão aumenta o valor da concentração diminui, caso a vazão diminua, o valor da concentração aumenta, indicando uma piora da qualidade da água.

Adotou-se como vazão para análise a Q_{90} e como referência para a carga poluidora o valor da DBO média atual. Com a progressiva universalização dos serviços de saneamento, as cargas afluentes aos cursos d'água sofrerão uma redução, que por sua vez implicará numa redução dos valores de DBO nos pontos analisados.

A análise realizada permite os comentários seguintes:

- No caso do esquema 1 (Itatinga), pode-se observar que quando esta captação é considerada (arranjos 1 a 5) tem-se um incremento da Q_{90} implicando numa maior diluição da DBO e, consequentemente, numa situação favorável para a qualidade da água;
- No caso do esquema 6/6A (Jaguari-Atibainha) como a modelagem do SSD – AcquaNet impõe, como restrição, a manutenção das atuais vazões mínimas, isso resulta que a Q_{90} é igual para todos os arranjos, isto é, não há nenhuma implicação na qualidade da água;
- Nos esquemas 1A (Itapanhaú) e 9/10 (Alto Juquiá (França – ETA Cotia)/ São Lourenço (França – ETA Cotia)), que promovem a reversão de vazões para a região da Macrometrópole, os trechos de jusante desses cursos d'água que, atualmente, não apresentam problemas na qualidade da água, não serão afetados;
- No esquema 14 (Jundiuvira - Piraí) e esquema 13 (Barragem Piraí) verificou-se que a construção dos novos barramentos não acarretou o comprometimento da qualidade das águas nos trechos de jusante dos locais de captação;
- Nos demais ocorrem, por conta das captações, reduções de vazões da ordem de 20% o que implicaria um incremento de 25%nos valores de DBO, não comprometendo o limite preconizado para este parâmetro para a Classe 2 pela Resolução Conama 357 de 5,0 mg/l;
- Maior atenção deve ser dada ao esquema 10 (Duas Pontes) que, dentre os pontos analisados, é o ponto que possui hoje o maior valor médio de DBO (equivalente ao limite da preconizado pela Classe 2).
- No ponto estudado no rio Sorocaba tem-se uma regularização de 6 m^3/s a jusante de Itupararanga o que torna todos os arranjos equivalentes do ponto de vista da qualidade da água;
- No ponto estudado no rio Paraíba do Sul o maior percentual de variação entre as vazões com 90% de permanência é igual a 8% em relação à condição sem transposição hídrica do Rio Paraíba do Sul (Arranjos 1, 2, e 3). Neste ponto do rio Paraíba do Sul a DBO máxima monitorada é de 3 mg/L. Assim, uma eventual redução de 8% na vazão implicaria no acréscimo da DBO para 3,3 mg/L, valor este inferior ao limite preconizado para a Classe 2 que é de 5 mg/L. Vale destacar que

para o Paraíba do Sul, nenhuma vazão mínima é inferior à vazão mínima dos arranjos que não contemplam transposição hídrica desta bacia.

8.1.1.2. Prognóstico com utilização de modelo matemático

Os modelos matemáticos constituem importante ferramenta de apoio ao planejamento de programas e projetos de uso e recuperação da qualidade de recursos hídricos e ao atendimento às demandas de abastecimento e coleta e tratamento de efluentes, possibilitando, a partir de cenários atuais e futuros, um prognóstico da qualidade das águas.

Tendo em vista o objetivo da presente atividade de estabelecer prognósticos da qualidade da água para os arranjos alternativos estudados, os seguintes modelos foram selecionados para a presente análise:

- Modelo QUAL2-E utilizado para a RMSP;
- Modelo QUAL2-E utilizado para o Médio Tietê;
- Modelo SSD-PCJq utilizado para as Bacias PCJ.

Com relação ao prognóstico de cargas afluentes aos cursos d'água nestas regiões, a maior parte das intervenções propostas por planos e programas existentes para melhoria da qualidade das águas é relativa à implantação e ampliação do sistema de esgotamento sanitário, havendo também ações para reassentamento de famílias, urbanização de favelas e de educação ambiental, entre outras. Estas ações contribuem para a melhoria da qualidade da água dos reservatórios e demais corpos d'água, das condições ambientais da região, da saúde pública e da qualidade de vida de toda a população. O Estado de São Paulo trabalha com a meta da universalização deste serviço, sendo ela representada por coleta de 90% do esgoto e tratamento de 100% do esgoto coletado.

Os seguintes planos/programas estão em andamento no presente momento na área da Macrometrópole. Estes planos/programas são as iniciativas que ocorrem no Estado, no caminho da meta da universalização dos serviços de saneamento.

- Projeto Tietê: tem por objetivo coletar e tratar os esgotos de cerca de 18 milhões de habitantes da Região Metropolitana de São Paulo, melhorando as condições ambientais e saúde pública;
- Programa de Recuperação de Mananciais - Programa Mananciais: é constituído por um conjunto de ações voltadas à proteção e recuperação dos mananciais utilizados para o abastecimento público da RMSP;
- Programa Córrego Limpo: visa aprimorar o sistema de esgotamento sanitário no entorno dos córregos do município de São Paulo, com o objetivo de reverter a degradação dos mesmos;
- Programa Integrado de Melhoria Ambiental na Área de Mananciais da Represa Billings no Município de São Bernardo do Campo - Pró-Billings: objetiva a melhoria ambiental na Área de Mananciais da Represa Billings para a recuperação da bacia no território do

município, abordando múltiplos aspectos, como uso e ocupação do solo, sistemas de esgotamento sanitário, disposição de resíduos sólidos, educação ambiental, entre outros;

- Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2008-2020: tem por objetivos realizar a consolidação do diagnóstico das bacias, definir cenários futuros para utilização dos recursos hídricos, elaborar proposta de reenquadramento dos corpos d'água, planejar ações para atendimento das demandas hídricas e alcance de metas de qualidade das águas superficiais.

As seguintes premissas foram assumidas paras as simulações:

- Simulações considerando demandas e ofertas de acordo com cada um dos oito arranjos selecionados no ano 2035;
- Universalização do serviço de coleta e tratamento de esgotos representada por 90% de coleta e 100% de tratamento do esgoto coletado.

Na sequência, descreve-se a abordagem das simulações realizadas, as hipóteses adotadas e, então, apresentam-se os resultados.

8.1.2. Abordagem e Resultados da modelagem matemática

8.1.2.1. Região Metropolitana de São Paulo

A área de estudo da modelagem de qualidade da água abrange os 39 municípios da RMSP. Estes municípios foram divididos em 309 bacias de esgotamento, que são as menores unidades espaciais de planejamento do sistema de esgotamento sanitário, as quais correspondem à área drenante onde o esgoto coletado é encaminhado a uma Estação de Tratamento de Esgoto, pertencente ao Sistema Principal – ETEs Barueri, São Miguel, Parque Novo Mundo, Suzano e ABC e aos Sistemas Isolados.

A estrutura do modelo QUAL2-E empregada tem como rios modelados os rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí, conforme apresentado a seguir:

- Tietê - a partir do município de Mogi das Cruzes até o reservatório de Edgard de *Souza, com uma extensão total de 125 km;*

- Pinheiros - partindo do reservatório Billings até a confluência com o rio Tietê, num total de 26 km;

- Tamanduateí - iniciando a 1 km a montante da foz do Ribeirão dos Meninos, até a confluência com o rio Tietê, totalizando 13 km de extensão.

O rio Tietê, na porção modelada da Região Metropolitana de São Paulo, do município de Mogi das Cruzes até a barragem de Edgard de Souza e os rios Pinheiros e Tamanduateí, não sofre ação direta pelos arranjos alternativos propostos neste estudo, pois não há captação de suas águas, nem as de seus afluentes, que causem impacto na qualidade de suas águas.

No trecho simulado, o rio Tietê é enquadrado como Classe 2 até a foz do Ribeirão Botujuru. Deste ponto até a foz do rio Itaquera, o rio Tietê é enquadrado como Classe 3, passando à Classe 4 deste ponto até a Barragem de Edgard de Souza. Os rios Tamanduateí e Pinheiros são enquadrados como Classe 4 em todo o trecho simulado.

Conforme a Resolução CONAMA 357/05, os limites para rios Classe 2 são 5 mg/l (máximo) para DBO e 5 mg/l (mínima) para OD; para rios de Classe 3 são 10 mg/l (máximo) para DBO e 4 mg/l (mínimo) para OD; para rios de Classe 4, não há limites para DBO e o limite mínimo para OD é 2 mg/l.

Pode-se verificar que para a DBO, ao longo do trecho simulado, o rio Tietê apresenta-se dentro dos limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/05 e suas classes de enquadramento. Com referência ao parâmetro OD os resultados estão abaixo dos limites estipulados por esta Resolução desde o ponto de recebimentos dos efluentes tratados da ETE Suzano até a confluência com o rio Tamanduateí. Neste ponto ocorre um ligeiro aumento da concentração de OD, diminuindo novamente na ETE Barueri, voltando a apresentar concentração de 5 mg/l somente após a barragem de Edgard de Souza. Os rios Tamanduateí e Pinheiros apresentam OD dentro dos limites estipulados para rios Classe 4.

Apesar destes rios, nos trechos modelados, não sofrerem influência na quantidade e qualidade de suas águas pelos arranjos alternativos estudados, é importante salientar a hipótese assumida de universalização dos esgoto para o ano de 2035, com 90 do esgoto gerado coletado e 100 de tratamento sobre o coletado. Esta hipótese causa um impacto significativo na concentração de DBO e OD, o que permite um prognóstico dentro dos valores estipulados para as classes encontradas nestes rios, obtendo-se, destacadamente, valores baixos para a concentração de DBO situados entre 5 e 10 mg/L.

8.1.2.2. Médio Tietê

A utilização de modelagem matemática no Médio Tietê teve como objetivo avaliar a influência das intervenções do Projeto Tietê na bacia do Médio Tietê Superior, no trecho compreendido entre a barragem Edgard de Souza e o distrito de Laras na cidade de Laranjal Paulista, localizado à margem do rio Tietê, a cerca de 17 km a jusante da foz do rio Sorocaba.

De modo similar aos estudos do Alto Tietê, o modelo matemático de qualidade da água utilizado é o modelo QUAL2-E. A segmentação estruturada de Edgard de Souza até o distrito de Laras possibilitou uma flexibilidade para o início do modelo. Foram simulados 267 km de rio divididos em 19 trechos, com segmentos de 1 km. Além das contribuições de cabeceiras foram consideradas as contribuições de carga e vazão dos rios Juqueri, Jundiaí, Capivari e Sorocaba. Foram consideradas também as contribuições diretas urbanas dos municípios de Cabreúva, Itu, Salto, Porto Feliz e Laranjal Paulista, além das barragens Pirapora, Rasgão, São Pedro e Porto Góes.

Os estudos realizados apresentam o comportamento dos parâmetros DBO e OD, ao longo do rio Tietê – Médio Tietê, para o ano de simulação de 2035. Para estas simulações, foi adotado o regime de vazão mínima. Como pode ser observado nestas figuras, os resultados

para as simulações com reversões nos rios Jundiaí, Jundiuvira, e Sorocaba, simulações I, II, e IV são coincidentes, e tem uma qualidade da água similar ao da simulação III, onde não há reversão nestes rios.

Na Tabela 44 estão detalhadas as quatro simulações realizadas, que estão associadas a arranjos alternativos estudados e aos esquemas hidráulicos que integram a região de simulação.

Tabela 44: Simulações e arranjos de alternativas para o Médio Tietê

Simulação	I	II	III	IV
Esquema Proposto	Arranjo			
	1 e 2	3	4, 5 e 7	6
Barragem Campo Limpo	sim	sim	não	não
Barragem Piraí	sim	sim	não	sim
Barragens Duas Pontes e Pedreira	sim	sim	não	sim
Barragem Jundiuvira	sim	não	não	não

No trecho simulado, o rio Tietê é enquadrado como Classe 4, do reservatório de Edgard de Souza até o reservatório de Pirapora, passando para Classe 2 desse ponto até o reservatório de Barra Bonita. Em todas as simulações ao longo do rio Tietê, a concentração de DBO mostrou-se de acordo com os limites das classes de enquadramento da Resolução CONAMA 357/05 em praticamente toda sua extensão. O valor da concentração de OD apresentou conformidade com os limites da Resolução em toda a extensão, concentração acima de 6 mg/L do reservatório de Rasgão até o reservatório de Barra Bonita.

8.1.2.3. Bacia dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí

O modelo SSD-PCJq (Sistema de Suporte à Decisão para Análise Quantitativa e Qualitativa de Corpos d'água das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí), desenvolvido no âmbito da elaboração do Plano das Bacias PCJ, é capaz de simular e avaliar cenários diversos de utilização dos recursos hídricos na bacia, verificando o reflexo desses usos na qualidade da água, ao longo dos principais corpos d´água da região, dando suporte ao gerenciamento das Bacias PCJ.

Para adequar as Bacias PCJ ao modelo, o território das Bacias PCJ foi dividido em 225 áreas de contribuição, onde cada uma delas representa um trecho de curso d'água. As demandas e os lançamentos ocorridos no interior da área de contribuição são associados ao trecho correspondente ou, mais especificamente, ao nó jusante desse trecho.

O modelo calcula, por análises quantitativas, as concentrações de parâmetros de qualidade da água, como oxigênio dissolvido e demanda bioquímica de oxigênio.

Para estas simulações foi adotado o regime de vazão com Q_{90} no ano de 2035. A tabela 45 apresenta o detalhamento das quatro simulações realizadas para as Bacias PCJ, apontando quais os esquemas de captação operam, ou não, em cada um dos 8 arranjos alternativos. Do mesmo modo que na RMSP e no Médio Tietê foram consideradas as demandas de 2035 e simulados os parâmetros OD e DBO.

Tabela 45: Simulações e arranjos de alternativas para a Bacia do PCJ

Simulações	I	II	III	IV
Aproveitamento Proposto	Arranjos			
	1 e 2	3	4, 5 e 7	6
Barragem Jundiuvira/ Transposição para Piraí	sim	não	não	não
Jurumirim-Sorocaba/ Abastecimento de municípios da Bacia do Jundiaí	não	sim	sim	não
Barragem Campo Limpo	sim	sim	não	não
Barragem Piraí	sim	sim	não	sim
Barragem Duas Pontes	sim	sim	não	sim
Barragem Pedreira	sim	sim	não	sim

Os resultados obtidos indicam que o comportamento dos parâmetros DBO e OD, ao longo das Bacias PCJ, situam-se dentro dos limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/05, para as classe de uso em que os corpos d'água estão enquadrados.

Observou-se que, em todas as simulações, os resultados são semelhantes. Isto decorre das pequenas variações nos cursos d'água, que não implicam na alteração da qualidade da água. Nesta região, como nas demais, a qualidade de água dos cursos d'água estará mais condicionada à infraestrutura de saneamento implantada do que ao arranjo alternativo estudado.

8.2. Verificação na influência das trasposições do rio Paraíba do Sul

Dentre os arranjos estudados, aqueles que consideram a transposição de vazões da bacia do rio Paraíba do Sul para as bacias do rio Piracicaba e do Alto Tietê – esquemas Jaguari-Atibainha e Guararema-Biritiba – requerem análises complementares no sentido de verificar se as retiradas hídricas impactam e, com que grau de relevância, as disponibilidades hídricas remanescentes.

Os arranjos alternativos que consideram a transposição de vazões da bacia do rio Paraíba do Sul, são apresentados na Tabela 46 a seguir.

Tabela 46: Transposição de Vazões da Bacia do Rio Paraíba do Sul

Esquema de Transferência	Vazões Transferidas (m^3/s) por Arranjo						
	1	2	3	4	5	6	7
Jaguari – Atibainha (*)	-	-	-	4,14	5,13	1,29	3,98
Guararema – Biritiba (**)	-	-	-	-	-	4,69	4,24

Notas: (*) Transposição do Reservatório Jaguari para a Bacia PCJ

(**) Transposição do rio Paraíba do Sul, jusante do Reservatório Santa Branca, para a Bacia do Alto Tietê

Constituem pré-condições para as simulações envolvendo a bacia do rio Paraíba do Sul, tanto nas situações de bacia isolada ou quando consideram a transposição de vazões, a imposição e verificação do atendimento às restrições de vazões mínimas normatizadas. As restrições impostas são descritas em seguida:

- 30 m^3/s a jusante do reservatório de Paraibuna;
- 40 m^3/s a jusante do reservatório de Santa Branca;
- 10 m^3/s a jusante do reservatório Jaguari;
- 80 m^3/s a jusante do reservatório de Funil;
- 119 m^3/s como limite mínimo para a vazão média de bombeamento em Santa Cecília;
- 71 m^3/s (vazão instantânea) a jusante do reservatório de Santa Cecília.

As restrições acima são integralmente atendidas em todos os arranjos simulados, considerando, inclusive, o cenário de vazões correspondente ao horizonte de 2035.

Para avaliar os efeitos sobre as vazões mínimas foram estabelecidos como elementos de comparação, as vazões resultantes ao longo dos rios Jaguari e Paraíba do Sul nas simulações realizadas para os arranjos 1 a 3. Nesses arranjos não ocorrem transposições de vazões, logo, as vazões remanescentes ao longo das calhas principais são coincidentes, optando-se pela apresentação somente dos valores decorrentes do Arranjo 1.

Para as comparações foram definidas 7 (sete) seções de interesse coincidentes com pontos de controle de vazões do SSD AcquaNet, localizadas na Figura 21, a seguir.

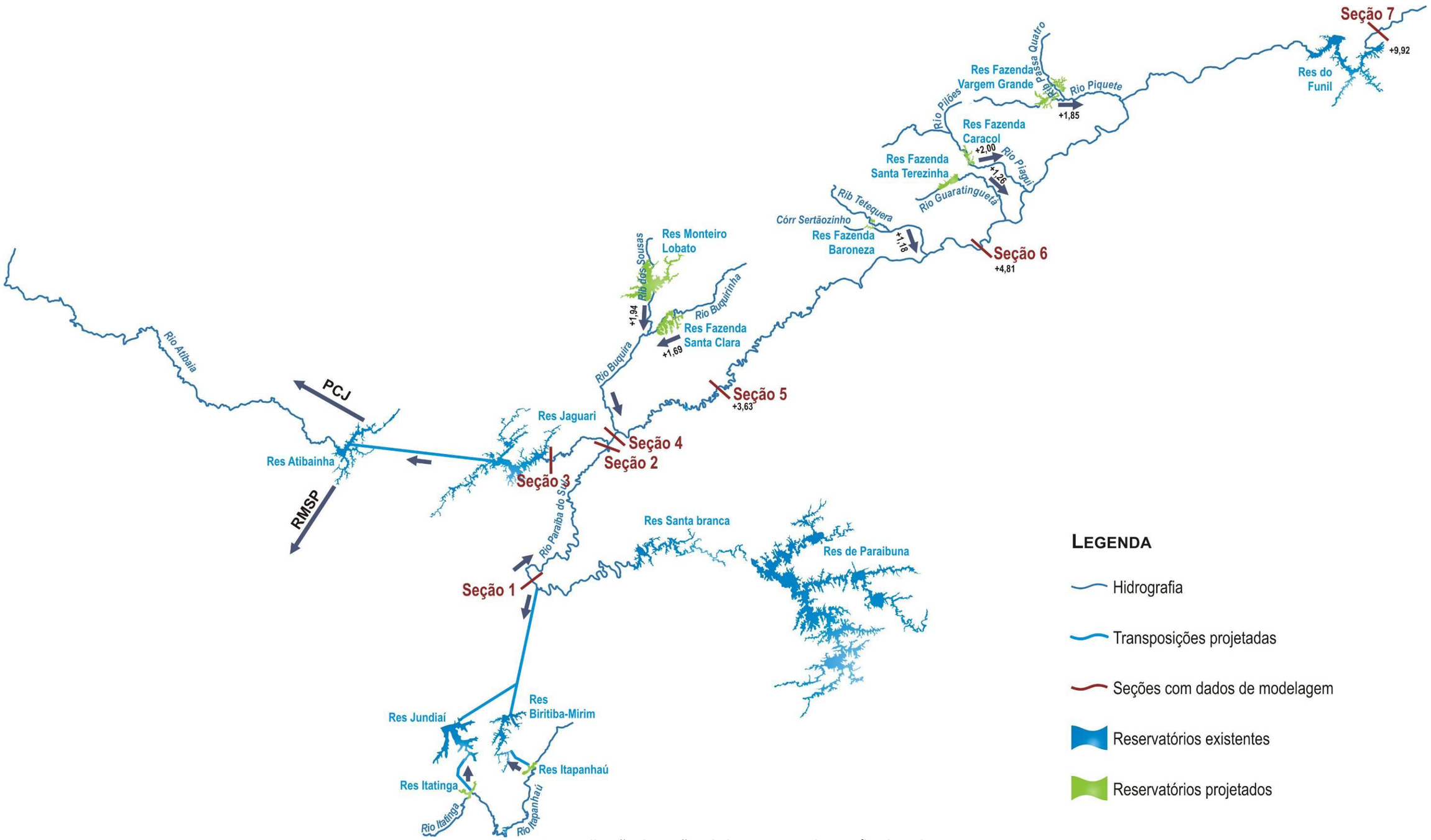


Figura 21: Localização de seções de interesse no rio Paraíba do Sul

Na Figura 21 é possível observar, além da localização de sete seções de interesse para verificação da vazões remanescentes, os esquemas das transposições simuladas – Jaguari-Atibainha e Guararema-Biritiba – os reservatórios existentes e os reservatórios projetados na margem esquerda do rio Paraíba do Sul, os quais serão comentados mais adiante.

As vazões mínimas configuradas, nas sete seções elegidas, nas simulações realizadas para os arranjos 4, 5, 6 e 7, são mostradas na Tabela 47 a seguir.

Tabela 47: Vazões Mínimas na Bacia do Rio Paraíba do Sul

Seções de Interesse							
Rio	PBS	PBS	Jaguari	PBS	PBS	PBS	PBS
Local	Seção 1	Seção 2	Seção 3	Seção 4	Seção 5	Seção 6	Seção 7
Área(km^2)	5.400,0	5.852,0	1.839,2	7.691,2	8.392,9	10.561,2	13.410,0
Arranjo	**Vazões Mínimas (m^3/s)**						
1	**40,47**	**41,40**	**10,31**	**60,13**	**60,80**	**61,36**	**84,56**
4	40,47	41,40	10,31	59,92	60,80	61,36	84,56
5	40,47	41,40	10,31	59,92	60,80	61,36	84,56
6	40,47	36,40	10,31	54,92	55,80	56,36	84,56
7	40,47	36,40	10,31	54,92	57,31	59,36	84,56

Nota: Vazões mínimas considerando o atendimento às demandas de 2035.

Na tabela anterior, observa-se que as vazões mínimas configuradas em alguns dos arranjos estudados resultaram em valores inferiores aos do Arranjo 1 para algumas das seções de interesse selecionadas. Vale ressaltar que, embora, as vazões mínimas em algumas das seções intermediárias resultarem inferiores às obtidas para o Arranjo 1, as vazões de restrições normatizadas são integralmente atendidas.

Considerando que as vazões mínimas do Arranjo 1 são obtidas em uma alternativa em que não são efetuadas transposições hídricas da bacia do rio Paraíba do Sul, buscou-se constatar se as potencialidades hídricas da bacia são afetadas com as retiradas de vazões. Dessa maneira, foram realizadas novas simulações impondo-se a condição de atendimento às vazões mínimas do Arranjo 1, ou seja, esses valores passam a representar restrições adicionais a serem atendidas no trecho paulista do rio Paraíba do Sul. A Tabela 40 apresenta a nova configuração de vazões resultantes nos cursos principais da bacia.

Tabela 48: Vazões Mínimas na Bacia do Rio Paraíba do Sul

Seções de Interesse							
Rio	PBS	PBS	Jaguari	PBS	PBS	PBS	PBS
Local	Seção 1	Seção 2	Seção 3	Seção 4	Seção 5	Seção 6	Seção 7
Área(km^2)	5.400	5.852	1.839	7.691	8.393	10.561	13.410
Arranjo	**Vazões Mínimas (m^3/s) (*)**						
1	**40,47**	**41,40**	**10,31**	**60,13**	**60,80**	**61,36**	**84,56**
4	43,31	44,68	10,31	61,34	65,36	66,88	84,56
5	43,31	44,68	10,31	61,34	65,36	66,88	84,56
6	43,31	44,68	10,31	61,94	65,98	66,88	84,56
7	43,31	44,68	10,31	61,34	65,36	66,88	84,56

Nota: (*) – Simulação com meta de atendimento às vazões mínimas do Arranjo 1.

- Vazões mínimas considerando o atendimento às demandas de 2035.

A Tabela 48 mostra que, mesmo em condições de transposições hídricas, é possível garantir as vazões mínimas que resultam do Arranjo 1. No entanto, para o atendimento à condição de vazão mínima, ocorre uma maior liberação de vazões a partir do Reservatório de Paraíbuna, conforme mostrado na tabela anterior (Seção 1).

Vale frizar que em todos os arranjos foi verificado o atendimento aos critérios e condições descritos anteriormente fato que, não se verificando o esgotamento total dos volumes armazenados no Reservatório Paraibuna, atesta a grande e suficiente capacidade de regularização desse aproveitamento hidráulico.

Para avaliar a eficácia da implantação dos reservatórios da margem esquerda do rio Paraíba do Sul, considerou-se, inicialmente, o Arranjo 7, o qual considera as maiores transposições de vazões dessa bacia. Avaliou-se a implantação gradual de um até os seis reservatórios projetados, comparando-se o comportamento dos volumes alocados no Reservatório Paraibuna.

A inserção dos reservatórios seguiu uma ordem de montante para jusante, com o objetivo de obter um efeito sinérgico progressivo e, também, segundo os maiores volumes de armazenamento disponíveis.

As simulações foram encerradas a partir do momento em que fosse igualado o volume obtido para a permanência igual a 95% do tempo do Arranjo 1. Considerou-se, portanto, como alternativa de resolução a quantidade de novos reservatórios que possibilita essa igualdade (ou proximidade aceitável).

Com a inserção de apenas um reservatório – Monteiro Lobato, não ocorre uma recomposição dos volumes alocados no reservatório. Já com a adição do reservatório Santa Clara, praticamente, são reconstituídos os volumes para uma freqüência de 95% do tempo, sendo esta a configuração recomendada para o Arranjo 7 que é o caso mais crítico em termos de vazões transferidas da bacia do rio Paraíba do Sul.

Uma vez definida a recomendação de apenas dois dos reservatórios projetados, foram analisados os arranjos 4, 5 e 6 de forma a verificar se os mesmos também são otimizados para essa configuração.

Analisando-se os resultados fornecidos e considerando a freqüência igual a 95% do tempo como referência, extrai-se:

- Para o Arranjo 4 (transposição de 4,14 m^3/s pelo esquema Jaguari – Atibainha), a reconstituição dos volumes requer somente a implantação do Reservatório Monteiro Lobato;
- No Arranjo 5 (com transposição de 5,13 m^3/s pelo esquema Jaguari – Atibainha), são necessários os reservatórios Monteiro Lobato e Santa Clara; e,
- O Arranjo 6 (transposição de 1,29 m^3/s e 4,69 m^3/s, respectivamente, pelos esquemas Jaguari – Atibainha e Guararema – Biritiba), necessita apenas da implantação do reservatório Monteiro Lobato.

8.3. Avaliação no setor elétrico

No presente tópico, serão estimados e analisados os impactos de perdas ou ganhos em geração de energia elétrica que os arranjos definidos no capítulo 6 poderiam gerar, determinando-se o cômputo do impacto médio na geração de energia no Sistema Interligado Nacional (SIN).

Considerou-se, para fins destes cálculos, que as vazões retiradas/ transpostas dos aproveitamentos hidrelétricos envolvidos nos arranjos estudados retornam em 80 gerando energia a partir da UHE Barra Bonita, não tendo sido considerado que uma parcela dessas vazões poderia retornar pela UHE Henry Borden. No entanto, as vazões retiradas do aproveitamento do braço do rio Pequeno foram deduzidas da geração de energia em Henry Borden.

Metodologicamente, o trabalho objetivou calcular as diferenças de cada um dos arranjos estudados, em termos dos impactos sobre a energia firme, determinada pela capacidade instalada de energia que tem interferência com a disponibilidade hídrica da região da Macrometrópole Paulista.

A Energia Firme do Sistema Elétrico (EFS) é a maior demanda que pode ser suprida continuamente (isto é, sem interrupções) mesmo na ocorrência das piores vazões registradas no período histórico utilizado no planejamento do setor elétrico. Este período é denominado período crítico e, no Brasil, ocorreu na primeira metade da década de 50.

O ONS – Operador Nacional do Sistema – determina a energia firme individual de cada usina do sistema integrado (com isso calcula-se o parâmetro de produtibilidade), como sendo a sua geração média no período crítico, ou seja, aquela que contribui para a Energia Firme do Sistema (EFS). Convém mencionar que a energia firme da operação integrada de um conjunto de usinas é maior que a soma das energias firmes de cada uma das usinas que compõem o conjunto.

O cálculo da Energia Firme leva em conta a diversidade hidrológica que se verifica no sistema integrado brasileiro, a influência dos reservatórios de regularização de vazões e as usinas a fio d' água que estão submetidas às vazões sazonais e voláteis.

Por outro lado, a Energia Assegurada do Sistema (EAS) leva em conta os fatores probabilísticos. A partir de cenários hidrológicos (vazões afluentes às usinas), busca-se a determinação de qual confiabilidade (por exemplo, 95%) está associada aos diferentes níveis de demanda que podem ser atendidos. Para a Energia Assegurada do Sistema, quando, para um determinado nível de confiabilidade, a demanda superar a EAS, está-se em face do que se chama "desequilíbrio estrutural". Isto não quer dizer, obrigatoriamente, que esteja ocorrendo o desabastecimento de energia, mas, sim, que o sistema está operando com margem de segurança inferior à planejada, o que não é desejável.

A Energia Assegurada de cada usina do sistema é uma distribuição da EAS – Energia Assegurada do Sistema. O critério, atualmente utilizado, consiste em se estabelecer a Energia Assegurada de cada usina como uma proporção em relação a sua Energia Firme. A Energia Assegurada é a base para o cálculo para fixar o montante de energia que determinada produtora de energia pode contratar com as empresas de distribuição ou com os consumidores livres.

Assim sendo, qualquer alteração na Energia Firme da usina impacta a energia assegurada e, deste modo, há a ocorrência de perdas financeiras. Como referência de planejamento, pode-se considerar que cada 1 MWm (megawatt médio) de Energia Assegurada corresponde a uma receita anual de R$ 1 milhão.

Portanto, a metodologia proposta para o presente estudo parte da determinação da energia firme. Para isso, foi utilizado o software Monalisa, para a solução de um modelo de programação não linear, no qual se busca maximizar a produção de energia total do sistema supondo a repetição das vazões históricas (em particular do período crítico), incluindo restrições operativas e ambientais das usinas, tais como o balanço hídrico, os limites de armazenamento, as vazões mínimas, etc..

O procedimento baseou-se na busca da comparação entre a Energia Firme calculada pelo software Monalisa, nas condições "sem projeto" e "com os arranjos estudados".

Como qualquer modelo de representação matemática, o Monalisa requer que se informem as restrições de planejamento que devem ser obrigatoriamente atendidas e que são determinantes para os resultados a serem obitdos pela modelagem.

O Monalisa requer para a realização dos cálculos:

- Vazões mínimas a jusante;
- Vazão de irrigação e demais usos consuntivos;
- Limites de intercâmbio entre os sistemas;
- Evaporação;

- Perdas Hidráulicas;
- Vazões afluentes (históricas e sintéticas);
- Capacidade instalada;
- Restrições elétricas.

Foi também incluída na avaliação a cascata de aproveitamentos hidrelétricos do rio Juquiá que não pertencem ao SIN mas que pode ser impactada pela implantação de alguns arranjos alternativos.

Tal como explicado anteriormente, a função objetivo do Monalisa é maximizar a energia firme de todos os sistemas simulados durante o período crítico, e, por esta razão, a geração média ao longo de todo o horizonte simulado não é um valor a ser considerado dado que não é foco do processo de otimização do modelo.

A tabela 49 e a tabela 50, a seguir, apresentam os resultados obtidos, onde se compara a situação para o caso "sem arranjo" com cada um dos oito arranjos propostos para o suprimento de água da Macrometrópole Paulista em termos de ganhos e perdas energéticas de cada usina, em MWm e em percentual (relativamente a energia firme do Modelo Monalisa), respectivamente.

Como era esperado, as maiores perdas para a energia elétrica estão nos arranjos 1 e 6 que utilizam grandes vazões do reservatório França (Rio Juquiá). Em seguida, as maiores perdas estão nos arranjos 2, 3 e 4 que contam, para sua estrutração, do esquema hidráulico do Reservatório Jurumirim – ETA Cotia. Nesses arranjos observam-se, respectivamente, perdas de 34,61 MWm, 16,34 MWm e 22,5 MWm. A maior perda que se verifica no arranjo 2 se deve ao efeito acumulado da utilização simultânea do esquema hidráulico São Lourenço (França – ETA Cotia) e do esquema hidráulico Jurumirim - ETA Cotia, sendo que o primeiro afeta um aproveitamento hidrelétrico de alta produtibilidade. O arranjo 3, por sua vez, possui uma grande capacidade instalada (15,75 m^3/s) no esquema hidráulico do Jurumirim - ETA Cotia, o que causa perdas do sistema elétrico que não são inteiramente compensadas com o retorno das águas na cascata do Rio Tietê.

Os arranjos 5 e 7 podem ser considerados como aqueles que melhor equilibram as perdas e ganhos dos diferentes sistemas elétricos afetados, observando-se uma perda de 4,46 MWm para o arranjo 7 e ganho de 2,56 MWm para o arranjo 5.

A retirada de água do reservatório da UHE do França causa perdas de energia não só nessa UHE mas também em todas as 5 (cinco) UHEs situados a jusante (Fumaça, Barra, Porto Raso, Alecrim e Serraria) e envolvem os Arranjos de números 1, 2, 4 e 6, como mostrado na Tabela 49.

Cabe, no entanto, frisar que pelo Decreto Presidencial de 27/06/1996, que outorgou à CBA concessão de uso de bem público para os aproveitamentos hidrelétricos no rio Juquiá-Guaçu, pelo prazo de 20 anos, ficou preservado "o direito de derivação das águas do Alto Juquiá, com reversão de até 4,7 m^3/s, para abastecimento da Região Metropolitana da

Cidade de São Paulo". Essa vazão, até a presente data, não foi aproveitada para a citada finalidade.

Assim, no que concerne às perdas de energia firme causadas pelos Arranjos 1, 2, 4 e 6, é necessário destacar que das vazões transpostas do reservatório do França, uma vazão de até 4,7 m^3/s já está com o direito de derivação preservado para abastecimento de água urbano. Portanto, em caso de eventual implantação de um desses Arranjos tal vazão não deverá ser considerada como causa de perdas de energia na cascata de UHEs da CBA no rio Juquiá Guaçu. A última linha da Tabela 49 procura ilustrar este aspecto, descontando-se 4,7 m^3/s dos cálculos efetuados.

Tabela 49: Ganhos e Perdas de Energia Firme das Usinas, nos Diferentes Arranjos de Obras (MWmédios)

Usinas	Arranjo 1	Arranjo 1A	Arranjo 2	Arranjo 3	Arranjo 4	Arranjo 5	Arranjo 6	Arranjo 7
Barra Bonita	2,42	2,42	2,00	2,51	2,61	2,78	2,47	2,77
A Souza Lima	2,90	2,90	2,84	3,01	3,13	3,33	2,97	3,32
Ibitinga	2,89	2,89	2,82	2,99	3,12	3,31	2,95	3,30
Mário Lopes Leão	3,09	3,09	3,02	3,20	3,34	3,55	3,16	3,53
Nova Avanhandava	4,01	4,01	3,92	4,16	4,33	4,60	4,10	4,59
Total AES/Tietê	**15,31**	**15,31**	**14,60**	**15,86**	**16,54**	**17,57**	**15,65**	**17,51**
Complexo Ilha Solteira	5,85	5,85	5,70	6,04	6,30	6,69	5,97	6,66
Jupiá	3,02	3,02	2,95	3,12	3,25	3,46	3,08	3,44
Porto Primavera	2,43	2,43	2,37	2,51	2,62	2,78	2,48	2,77
Jaguari	-	-	-	-	-2,96	-3,86	-1,22	-3,21
Paraibuna	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Cesp	**11,30**	**11,30**	**11,02**	**11,66**	**9,20**	**9,07**	**10,32**	**9,66**
Henry Borden	-15,64	-15,64	-14,88	-	-14,63	-	-9,50	-
Total Emae	**-15,64**	**-15,64**	**-14,88**	**-**	**-14,63**	**-**	**-9,50**	**-**
Santa Branca	-	-	-	-	-	-	-	-
Ilha dos Pombos	-	-	-	-	-0,55	-1,03	-0,20	-0,69
Total Light	**-**	**-**	**-**	**-**	**-0,55**	**-1,03**	**-0,20**	**-0,69**
Funil	-	-	-	-	-1,06	-2,01	-0,32	-1,33
Total Furnas	**-**	**-**	**-**	**-**	**-1,06**	**-2,01**	**-0,32**	**-1,33**
Piraju	-	-	-2,52	-4,01	-1,72	-2,98	-	-3,21
Ourinhos	-	-	-1,04	-1,65	-0,71	-1,23	-	-1,32

Tabela 49: Ganhos e Perdas de Energia Firme das Usinas, nos Diferentes Arranjos de Obras (MWmédios) (cont.)

Usinas	Arranjo 1	Arranjo 1A	Arranjo 2	Arranjo 3	Arranjo 4	Arranjo 5	Arranjo 6	Arranjo 7
França	-14,10	-	-4,02	-	-4,02	-	-12,82	-
Fumaça	-17,05	-	-4,86	-	-4,86	-	-15,50	-
Jurupará	-	-	-	-	-	-	-	-
Barra	-13,18	-	-3,75	-	-3,75	-	-11,98	-
Porto Raso	-9,54	-	-2,72	-	-2,72	-	-8,68	-
Alecrim	-21,79	-	-6,21	-	-6,21	-	-19,81	-
Serraria	-7,12	-	-2,03	-	-2,03	-	-6,47	-
Total CBA	**-82,79**	**-**	**-27,14**	**-5,67**	**-26,01**	**-4,21**	**-75,26**	**-4,53**
Jurumirim	-	-	-3,10	-4,93	-2,11	-3,66	-	-3,94
Chavantes	-	-	-6,76	-10,74	-4,61	-7,99	-	-8,60
Lucas Nogueira Garcez	-	-	-1,47	-2,23	-1,07	-1,72	-	-1,83
Canoas II	-	-	-1,42	-2,26	-0,97	-1,68	-	-1,81
Canoas I	-	-	-1,66	-2,64	-1,14	-1,97	-	-2,12
Capivara	-	-	-3,82	-6,10	-2,58	-4,51	-	-4,87
Taquaruçu	-	-	-2,38	-3,81	-1,61	-2,82	-	-3,04
Rosana	-	-	-1,86	-2,97	-1,26	-2,19	-	-2,37
Total Duke Energy	**-**	**-**	**-22,48**	**-35,67**	**-15,35**	**-26,53**	**-**	**-28,57**
Itaipu	16,27	16,27	4,27	-2,52	9,36	4,59	16,59	3,48
Total Itaipu	**16,27**	**16,27**	**4,27**	**-2,52**	**9,36**	**4,59**	**16,59**	**3,48**
Total, MWm	**-55,56**	**27,23**	**-34,61**	**-16,34**	**-22,50**	**-2,56**	**-42,71**	**-4,46**
Total, descontando-se 4,7 m3/s (*)	**-31,97**	**27,23**	**-11,03**	**-16,34**	**1,08**	**-2,56**	**-19,13**	**-4,46**

(*) Decreto Presidencial de 27/06/1996, preserva “o direito de derivação das águas do Alto Juquiá, com reversão de até 4,7 m3/s, para abastecimento da Região Metropolitana da Cidade de São Paulo”.

Tabela 50: Variação dos Ganhos e Perdas de Energia Firme (%)

Usinas	Arranjo 1	Arranjo 1A	Arranjo 2	Arranjo 3	Arranjo 4	Arranjo 5	Arranjo 6	Arranjo 7
Barra Bonita	6,30	6,30	5,20	6,53	6,81	7,23	6,44	7,21
A Souza Lima	5,60	5,60	5,48	5,80	6,04	6,42	5,72	6,40
Ibitinga	4,66	4,66	4,56	4,83	5,03	5,35	4,76	5,33
Mário Lopes Leão	3,82	3,82	3,73	3,96	4,13	4,38	3,90	4,37
Nova Avanhandava	3,65	3,65	3,57	3,78	3,94	4,19	3,73	4,17
Total AES/Tietê	**4,46**	**4,46**	**4,26**	**4,62**	**4,82**	**5,12**	**4,56**	**5,11**
Complexo Ilha Solteira	0,33	0,33	0,32	0,34	0,36	0,38	0,34	0,38
Jupiá	0,32	0,32	0,31	0,33	0,35	0,37	0,33	0,37
Porto Primavera	0,29	0,29	0,28	0,30	0,31	0,33	0,30	0,33
Jaguari	-	-	-	-	-20,93	-27,23	-8,61	-22,70
Paraibuna	-	-	-	-	-	-	-	-
Total Cesp	**0,31**	**0,31**	**0,31**	**0,32**	**0,26**	**0,25**	**0,29**	**0,27**
Henry Borden	-12,02	-12,02	-11,44	-	-11,24	-	-7,30	-
Total Emae	**-12,02**	**-12,02**	**-11,44**	**-**	**-11,24**	**-**	**-7,30**	**-**
Santa Branca	-	-	-	-	-	-	-	-
Ilha dos Pombos	-	-	-	-	-0,48	-0,91	-0,17	-0,61
Total Light	**-**	**-**	**-**	**-**	**-0,39**	**-0,75**	**-0,14**	**-0,49**
Funil	-	-	-	-	-1,10	-2,08	-0,33	-1,38
Total Furnas	**-**	**-**	**-**	**-**	**-1,10**	**-2,08**	**-0,33**	**-1,38**
Piraju	-	-	-6,00	-9,54	-4,10	-7,09	-	-7,63
Ourinhos	-	-	-3,57	-5,67	-2,44	-4,22	-	-4,54
França	-80,00	-	-22,79	-	-22,79	-	-72,73	-

Tabela 50: Variação dos Ganhos e Perdas de Energia Firme (%) (cont.)

Usinas	Arranjo 1	Arranjo 1A	Arranjo 2	Arranjo 3	Arranjo 4	Arranjo 5	Arranjo 6	Arranjo 7
Fumaça	-75,81	-	-21,59	-	-21,59	-	-68,92	-
Jurupará	-	-	-	-	-	-	-	-
Barra	-62,26	-	-17,73	-	-17,73	-	-56,59	-
Porto Raso	-60,88	-	-17,34	-	-17,34	-	-55,34	-
Alecrim	-59,99	-	-17,09	-	-17,09	-	-54,53	-
Serraria	-57,70	-	-16,43	-	-16,43	-	-52,45	-
Total CBA	**-42,06**	**-**	**-13,79**	**-2,88**	**-13,22**	**-2,14**	**-38,23**	**-2,30**
Jurumirim	-	-	-6,13	-9,75	-4,19	-7,25	-	-7,80
Chavantes	-	-	-3,61	-5,74	-2,46	-4,27	-	-4,59
Lucas Nogueira Garcez	-	-	-2,52	-3,82	-1,83	-2,94	-	-3,14
Canoas II	-	-	-2,75	-4,36	-1,87	-3,25	-	-3,49
Canoas I	-	-	-2,65	-4,22	-1,81	-3,14	-	-3,38
Capivara	-	-	-1,13	-1,81	-0,77	-1,34	-	-1,44
Taquaruçu	-	-	-1,08	-1,73	-0,73	-1,28	-	-1,38
Rosana	-	-	-0,95	-1,52	-0,64	-1,12	-	-1,21
Total Duke Energy	**-**	**-**	**-1,93**	**-3,07**	**-1,32**	**-2,28**	**-**	**-2,46**
Itaipu	0,22	0,22	0,06	-0,03	0,13	0,06	0,23	0,05
Total Itaipu	**0,22**	**0,22**	**0,06**	**-0,03**	**0,13**	**0,06**	**0,23**	**0,05**
Total	**-0,43**	**0,21**	**-0,27**	**-0,13**	**-0,17**	**-0,02**	**-0,33**	**-0,03**
Total, descontando-se 4,7 m3/s	**-0,25**	**0,21**	**-0,08**	**-0,13**	**0,01**	**-0,02**	**-0,15**	**-0,03**

Nota: Variação computando-se o Ganho(ou Perda) de uma usina em relação a energia firme respectiva, do Modelo Monalisa.