

Nota Técnica n.º ____/SOC

Em, 14 de janeiro de 2004.

Ao Senhor Superintendente de Outorga e Cobrança
 Assunto: Reserva de disponibilidade hídrica para o aproveitamento hidrelétrico Queluz
 Ref.: Processo nº **02501.002505/2003-44**

1. INTRODUÇÃO

Esta Nota Técnica trata da solicitação de declaração de reserva de disponibilidade hídrica para o aproveitamento hidrelétrico Queluz a ser implantado no rio Paraíba do Sul, na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, formulada pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL em 13 de novembro de 2003 (fl.2). A declaração de reserva de disponibilidade hídrica será emitida pela ANA em atendimento ao disposto na Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, e em conformidade com a Resolução ANA nº 131, de 11 de março de 2003. As principais características do aproveitamento, conforme o projeto original, são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Características do aproveitamento hidrelétrico Queluz.

Latitude do eixo de barramento	22° 33' 00" S
Longitude do eixo de barramento	44° 47' 00" W
Municípios/UF	Queluz/SP e Lavrinhas/SP
Rio	Paraíba do Sul
Bacia hidrográfica	Paraíba do Sul
Área de drenagem do eixo de barramento	12.732 km ²
Potência instalada	30 MW
Número de unidades	2
Energia média	22,7 MW _{med}
Área inundada do reservatório no NA máximo normal	1,27 km ²
Área inundada do reservatório no NA máximo maximorum	1,71 km ²
Volume máximo do reservatório no NA máximo normal	8,843 hm ³
Altura máxima da barragem (margem esquerda)	18,50 m
Nível d'água máximo maximorum a montante	486,00 m
Nível d'água máximo normal a montante	484,50 m
Nível d'água mínimo normal a montante	484,50 m
Queda de projeto	11,50 m
Vazão máxima turbinada	135,00 m ³ /s
Vazão mínima remanescente na fase de enchimento	54,08 m ³ /s
Vazão mínima Q _{95%}	131,00 m ³ /s
Vazão média Q _{MLT}	217,08 m ³ /s

2. ANÁLISE PRELIMINAR

A documentação foi enviada, inicialmente, pelo Departamento de Água e Energia Elétrica de São Paulo – DAEE sob a forma de pedido de outorga de direito de uso de recursos hídricos acompanhado de Parecer Técnico de Outorga favorável e outros documentos.

Para que tivesse início a respectiva análise técnica, foi solicitada à ANEEL a confirmação do pedido de declaração de reserva de disponibilidade hídrica, conforme Ofício nº 926/2003/SOC-ANA (fl. 11). Em resposta, a ANEEL encaminhou os Ofícios nº 469/2003-SIH/ANEEL (fl. 2) e nº 476/2003-SIH/ANEEL (fl. 21), formalizando o pedido de declaração de reserva de disponibilidade hídrica.

Informações complementares foram solicitadas à ANEEL conforme Ofício nº 1059/2003/SOC-ANA (fl. 12). Em resposta, foram encaminhados documentos e informações (fls. 13 e 33) que completam as informações que atendem à Resolução nº 131, de 2003, e permitem o desenvolvimento das análises técnicas necessárias à emissão da declaração de reserva de disponibilidade hídrica.

O aproveitamento hidrelétrico Queluz possui potência instalada igual a 30 MW e inunda área inferior a 3 km², o que permite o seu enquadramento como Pequena Central Hidrelétrica, estando sujeito a autorização de uso do potencial hidráulico pela ANEEL. O aproveitamento tem por finalidade a produção independente de energia elétrica e fará parte do Sistema Interligado Nacional.

O rio Paraíba do Sul, de primeira ordem, atravessa a divisa entre os Estados de São Paulo e Rio de Janeiro e serve de divisa entre os Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais. O Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul está instituído e atuante. O Plano de Bacia existente, elaborado em 2001, possui estudos de demandas atuais e futuras, para o horizonte de 2007. O aproveitamento hidrelétrico Queluz não consta no Plano.

O Sistema Informações sobre o Potencial Hidrelétrico Brasileiro e as informações sobre Estudos de Inventário da Partição de Queda do rio Paraíba do Sul, apresentadas no Projeto Básico, indicam a existência de 5 aproveitamentos hidrelétricos em operação, dispensados de outorga, e prevêem a implantação de mais 9 aproveitamentos hidrelétricos, dentre eles a PCH Queluz e a PCH Queluz, em análise na ANA.

3. ANÁLISE HIDROLÓGICA

O Projeto Básico do aproveitamento apresenta estudos hidrológicos que compreendem a estimativa da série de vazões naturais afluentes ao eixo de barramento, estudo de cheias, estudos de vazões máximas em períodos de estiagem e estudo da vida útil do reservatório. Esses estudos foram analisados pela ANEEL, conforme Parecer Técnico nº 53/2003-SIH/ANEEL (fl. 13 a 16), que os considerou adequados e recomendou complementação do estudo sedimentológico, efetuada conforme esclarecimento do projetista (fls. 5 e 6).

A série de vazões médias mensais (fls. 9 e 10) foi composta a partir da série levantada na revisão do estudo de inventário da bacia do rio Paraíba do Sul, da correlação com dados do posto Pindamonhangaba (58183000, 9.576 km²) e dos dados observados diretamente no posto Queluz (25235000, 12.752 km²), como mostra a tabela 2.

Tabela 2 – Estimativa da série de vazões afluentes ao eixo de barramento¹.

Período	Metodologia
1931 /1978	Série obtida na revisão do estudo de inventário, pela soma de: ⇒ vazões defluentes regularizadas pelos reservatórios a montante ⇒ vazões incrementais no trecho entre o reservatório a montante e o eixo de barramento, obtida pelas vazões incrementais entre o reservatório a montante e o reservatório de Funil e relações de área de drenagem.
1979/1987 e 1996/1999	Vazões observadas no posto Queluz.
1988/1995 e 2000	Correlação com o posto Pindamonhangaba

¹ Os reservatórios a montante, com significativa capacidade de regularização, iniciaram operação em 1978.

A série obtida na revisão de estudos de inventário apresenta boa correlação com os dados obtidos com base no posto Queluz, no período de 1931 a 1978. No período posterior, o ajuste não se mostrou adequado, optando-se pelos valores observados no posto de Queluz e correlações com o posto Pindamonhangaba. Considerando-se a boa qualidade das correlações e a pequena diferença entre áreas de drenagem entre o posto Queluz e o aproveitamento, a série de vazões determinada pode ser considerada satisfatória.

O estudo de cheias baseou-se nos dados de vazões máximas anuais observadas no posto Pindamonhangaba, no período de 1973 a 2000, aplicando-se a distribuição de Gumbel. Metodologia semelhante foi adotada na determinação das cheias de projeto das enseadeiras, utilizando-se os valores máximos observados no período de maio a outubro.

Segundo os estudos sedimentológicos realizados, baseados nos dados do posto Cachoeira Paulista (58218200, 11.477 km²) não deve haver retenção de material sólido no reservatório. A tabela 3 apresenta um resumo dos resultados dos estudos hidrológicos.

Tabela 3 – Aspectos hidrológicos do aproveitamento.

Vazão Q _{95%}	131,00 m ³ /s
Vazão mensal máxima	769,00 m ³ /s
Vazão mensal média	217,08 m ³ /s
Vazão mensal mínima	67,60 m ³ /s
Vazão máxima com Tr = 10.000 anos	2.241,00 m ³ /s

4. ANÁLISE DO EMPREENDIMENTO

Os aspectos referentes à compatibilidade com estudos de inventário, reservatório, geologia, cartografia, hidrometeorologia, sedimentologia, geotecnia, estudos energéticos, econômicos, sócio-ambientais, custos e cronograma foram analisados pela ANEEL, conforme Parecer Técnico nº 135/2003-SPH/ANEEL (fl. 27 a 33). Portanto, esta análise se limita a descrever aspectos relevantes do aproveitamento.

Tabela 4 – Aspectos relevantes do aproveitamento.

Tempo de enchimento estimado ¹	7,57 dias
Tempo de residência	11,32 horas
Famílias realocadas	0
Altura máxima da barragem da margem direita	16,00 m
Altura máxima da barragem da margem esquerda	18,50 m
Altura máxima do dique	15,00 m
Vazão de projeto do vertedor (Tr = 10.000 anos)	2.241,00 m ³ /s
Vazão de projeto das obras de desvio (Tr = 1.000 anos)	1.572,00 m ³ /s

¹ Estimado pela SOC/ANA considerando-se a vazão de enchimento igual a 20% da vazão mínima média mensal, ou seja, 20% de 67,60 m³/s = 13,52 m³/s (vazão remanescente = 80% da vazão mínima média mensal).

O aproveitamento constitui-se por uma barragem de concreto na margem esquerda e no leito do rio, acoplada a um dique de proteção a uma linha férrea existente na margem direita. Na ombreira direita localiza-se o vertedor, controlado por comportas de segmento, a tomada d'água, o canal de fuga e a casa de força. Segundo o cronograma físico, as obras serão executadas em 2 anos, sendo que o enchimento do reservatório está previsto para o 23º mês.

Considerando-se que não há desvio do rio, que os tempos de enchimento e de residência são reduzidos e que o aproveitamento operará a fio d'água, não devem ocorrer variações significativas no regime fluvial do rio Paraíba do Sul.

5. DEMANDAS HÍDRICAS PARA USOS MÚLTIPLOS

Demandas hídricas consuntivas atuais e futuras na referentes ao consumo humano, à dessedentação de animais, à irrigação e às indústrias são quantificadas a partir de dados secundários disponibilizados para cada Município e segundo parâmetros definidos no Plano de Bacia. A agregação dessas demandas é efetuada com base nas áreas territoriais dos Municípios localizados na bacia do rio Paraíba do Sul e a montante do aproveitamento hidrelétrico. Como o horizonte do Plano de Bacia é 2007, suas projeções de demanda não foram utilizadas.

5.1. Áreas dos Municípios e Drenadas

A tabela 5 apresenta as áreas dos Municípios localizados na bacia do rio Paraíba do Sul e a montante do aproveitamento hidrelétrico, utilizadas na quantificação das demandas consuntivas.

Tabela 5 – Áreas dos Municípios e a montante do eixo de barramento.

Município	Total (km²)	Drenada (km²)	Irrigada (km²)
Aparecida	120,93	120,93	1,61
Areias	306,55	147,60	0,00
Arujá	97,45	97,45	1,40
Caçapava	369,91	369,91	3,31
Cachoeira Paulista	287,85	287,85	1,79
Canas	50,76	50,76	0,00
Cruzeiro	304,57	304,57	0,78
Cunha	1.407,12	1.373,08	0,25
Guararema	270,50	270,50	4,08
Guaratinguetá	751,44	751,44	12,17
Guarulhos	317,11	90,60	1,54
Igaratá	293,31	282,03	0,27
Itaquaquetuba	81,78	20,44	0,92
Jacareí	460,05	460,05	7,17
Jambeiro	183,75	183,75	0,00
Lagoinha	255,92	255,92	0,09
Lavrinhas	166,86	166,86	0,28
Lorena	416,48	416,48	4,68
Moji das Cruzes	725,45	215,37	35,50
Monteiro Lobato	332,74	332,74	0,02
Natividade da Serra	832,61	821,20	0,30
Paraibuna	809,80	753,56	1,71
Pindamonhangaba	730,15	730,15	224,97
Piquete	175,88	175,88	2,70
Potim	44,64	44,64	2,64
Queluz	249,44	102,04	0,30
Redenção da Serra	309,10	309,10	0,40
Roseira	130,19	130,19	7,21
Salesópolis	425,81	33,62	3,44
Santa Branca	275,00	275,00	0,28
Santa Isabel	361,50	361,50	1,26
São José dos Campos	1.099,57	1.099,57	4,22
São José do Barreiro	570,69	34,24	0,06
São Luís do Paraitinga	617,13	605,91	0,66
Silveiras	414,69	414,69	0,62
Taubaté	625,93	625,93	12,63
Tremembé	192,40	192,40	17,58
Total	14.815,60	12.772,53	356,55

5.2. Demandas Urbana e Rural a montante

As demandas urbana e rural fornecem uma estimativa da necessidade de água para consumo humano. A área drenada pelo rio Paraíba do Sul no eixo de barramento abriga 30 sedes municipais. A projeção dessas demandas foi realizada a partir das taxas de crescimento

obtidas com base no documento Estudo dos Eixos Nacionais de Integração e Desenvolvimento, contratado pelo Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão. As demandas consuntivas urbana e rural e suas respectivas populações atendidas, considerando-se os parâmetros da tabela 6, constam da tabela A1, em anexo a esta Nota Técnica.

Tabela 6 – Parâmetros utilizados na estimativa de demanda consuntiva urbana e rural.

Parâmetro	Valor
Captação per capita rural	100 L/hab.dia
Coefficiente de retorno da demanda rural	0,50
Consumo per capita urbano (população inferior a 10.000 hab.)	165 L/hab.dia
Consumo per capita urbano (população entre 10.000 e 50.000 hab.)	190 L/hab.dia
Consumo per capita urbano (população entre 50.000 e 100.000 hab.)	210 L/hab.dia
Consumo per capita urbano (população entre 100.000 e 200.000 hab.)	220 L/hab.dia
Consumo per capita urbano (população entre 200.000 e 1.000.000 hab.)	250 L/hab.dia
Coefficiente do dia de maior consumo	1,20
Coefficiente de perdas (meta do Plano de Bacia)	0,20
Coefficiente de retorno da demanda urbana	0,80

5.3. Demanda para Criação de Animais a montante

A demanda hídrica para criação de animais fornece uma estimativa da necessidade de água para dessedentação de animais. As demandas atual e futura foram estimadas a partir de dados da Pesquisa Pecuária Municipal sobre efetivo de rebanhos e seu crescimento observado no período 1996 a 2001, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Também foram utilizados o consumo do índice BEDA, considerando-se os rebanhos bovino, suíno, eqüino, asinino, ovino e caprino, para compatibilização com o Plano de Bacia. A tabela A2, em anexo a esta Nota Técnica, apresenta essas demandas e os rebanhos atendidos, considerando-se os parâmetros da tabela 7 e o coeficiente de retorno de 0,50.

Tabela 7 – Captações por cabeça dos rebanhos.

Rebanho	Valor (L/cab.dia)
Bovino	100,0
Equino	100,0
Asinino	100,0
Ovino	20,0
Caprino	20,0
Suíno	25,0

5.4. Demanda para Irrigação a montante

As demandas atuais e futuras para irrigação foram estimadas a partir das áreas irrigadas municipais levantadas pelo Censo Agropecuário de 1995/1996 realizado pelo IBGE e do consumo médio anual específico adotado no Plano de Bacia¹. Na estimativa da demanda consuntiva foi considerado o consumo específico de 0,2221 L/s/ha, adotado pelo Plano de Bacia para o Estado de São Paulo.

¹ Para compatibilização com o Plano de Bacia, não foi considerada a variação mensal da demanda para irrigação.

A previsão de crescimento de áreas irrigadas foi estimada a partir das taxas municipais de crescimento de áreas plantadas entre 1995 e 2001, determinada a partir da Pesquisa Agropecuária Municipal do IBGE, e considerando-se constante a relação entre área irrigada e área plantada verificada em 1995.

Nos Municípios em que a taxa verificada mostrou-se negativa, considerou-se nulo o crescimento de áreas irrigadas, como mostra a tabela A3, em anexo a esta Nota Técnica. Nos Municípios de Moji das Cruzes e Pindamonhangaba, em que as áreas irrigadas informadas pelo Censo Agropecuário são excessivamente altas e superiores às áreas plantadas, foi considerado que as áreas irrigadas são iguais às áreas plantadas totais.

A tabela A4, em anexo a esta Nota Técnica, apresenta as demandas consuntivas médias mensais previstas para 2003, 2013, 2023 e 2033.

5.5. Demanda Industrial a montante

O Plano de Bacia indica que existem 199 indústrias na sub-bacia do rio Paraíba do Sul a montante da UHE Funil, não prevendo-se a instalação de novas indústrias. A vazão alocada é de 0,68 m³/s, prevendo-se um aumento de 10% em 7 anos.

No cadastro de outorgas da ANA constam 16 empreendimentos industriais que consomem 1,61 m³/s. Em favor da segurança, foi adotado esse valor como representativo das demandas industriais a montante, prevendo-se incrementos da ordem de 14,3% a cada 10 anos. A tabela A5 apresenta a lista de empreendimentos cadastrados na ANA e a tabela 8 apresenta as demandas consuntivas médias mensais previstas para 2003, 2013, 2023 e 2033.

Tabela 8 – Previsão de demandas consuntivas industriais em 2003, 2013, 2023 e 2033.

Ano	Demanda industrial consuntiva (m³/s)
2003	0,943
2013	1,077
2023	1,231
2033	1,407

5.6. Demanda Hídrica Total a montante

Aplicando-se as metodologias descritas foram estimadas as demandas consuntivas mensais médias previstas para os anos de 2003, 2013, 2023 e 2033. A tabela 9 apresenta o somatório das demandas consuntivas mensais médias atuais e futuras na área a montante do aproveitamento.

Tabela 9 – Demandas consuntivas médias mensais atuais e futuras (m³/s).

Mês	2003	2013	2023	2033
Janeiro	4,61	5,15	5,67	6,22
Fevereiro	4,61	5,15	5,67	6,22
Março	4,61	5,15	5,67	6,22
Abril	4,61	5,15	5,67	6,22
Mai	4,61	5,15	5,67	6,22
Junho	4,61	5,15	5,67	6,22
Julho	4,61	5,15	5,67	6,22
Agosto	4,61	5,15	5,67	6,22
Setembro	4,61	5,15	5,67	6,22
Outubro	4,61	5,15	5,67	6,22
Novembro	4,61	5,15	5,67	6,22
Dezembro	4,61	5,15	5,67	6,22

5.7. Demandas Hídricas a Jusante

O Plano Nacional de Viação prevê a implantação de hidrovía no rio Paraíba do Sul no trecho entre a foz e a cidade de Jacareí, com 670 km de extensão. O aproveitamento Queluz insere-se nesse trecho. Todavia, diversas barragens encontram-se em operação no mesmo trecho, inviabilizando a implantação da hidrovía em toda sua extensão. Portanto, a princípio, não há a necessidade de previsão de estruturas de transposição (eclusas), alocações de vazão para manutenção de níveis d'água a jusante ou restrições operativas do aproveitamento.

Na fase de enchimento, deverá ser mantida a jusante a vazão mínima de 54,08 m³/s, que representa 80% da vazão média mensal mínima (67,60 m³/s).

6. AVALIAÇÃO DE IMPACTOS SOBRE A GERAÇÃO

A avaliação de impactos de usos consuntivos a montante do aproveitamento sobre a geração foi baseada em simulações da operação do reservatório e da geração de energia, utilizando-se modelo de rede de fluxo e os parâmetros da tabela 10. A série de vazões utilizada, determinada pelo projetista e constante do CD anexo ao processo (fls. 9 e 10), estende-se pelo período de 1931 a 2000.

Tabela 10 – Parâmetros para a simulação energética e econômica.

Parâmetro	Valor
Rendimento das turbinas	93%
Rendimento dos geradores	98%
Vazão máxima turbinada	270 m ³ /s
Potência máxima	30 MW
Custo de investimento total (mar./2002)	R\$ 110.249.243,00
Custo de operação e manutenção (mar./2002)	R\$ 5,00 / MWh
Taxa de juros anual	12%
Período de exploração	30 anos

No modelo de rede de fluxo foram retiradas as vazões alocadas para múltiplos usos (tabela 9) a montante do reservatório, determinando-se as vazões turbinadas. Essas vazões foram utilizadas na estimativa das energias médias geradas mensalmente, apresentadas na tabela 11.

Tabela 11 – Estimativa de energias geradas em cada horizonte de usos consuntivos.

Parâmetro	Projeto original	2003	2013	2023	2033
Energia média (MWmed)	23,43	23,05	23,00	22,96	22,91
Energia média (MWh/ano)	205.235	201.901	201.506	201.123	200.720

O impacto dos usos consuntivos a montante sobre a atratividade econômica do empreendimento para o setor elétrico foi avaliada com base no índice de mérito ou custo da energia gerada, representado pela relação entre os custos de investimento, operação e manutenção anuais e a energia média anual gerada. Os custos de investimento² anualizados e os custos anuais de operação e manutenção foram devidamente atualizados para agosto de 2003 com base no IGP-M. A tabela 12 mostra que o custo da energia gerada aumenta de **94,61 R\$/MWh**, na situação projetada originalmente, para **96,32 R\$/MWh**, na situação que considera os usos consuntivos.

Tabela 12 – Simulação de impactos energéticos e econômicos sobre a geração.

Situação	Projeto original	Usos consuntivos
Energia média (MWmed)	23,43	22,98
Energia média (MWh/ano)	205.235	201.313
Custo O&M (R\$)	1.354.225,23	1.328.346,25
Custo investimento anual	18.062.135,80	18.062.135,80
Custo total anual (R\$)	19.416.361,03	19.390.482,05
Índice de mérito (R\$/MWh)	94,61	96,32

Essa avaliação indica que os usos múltiplos não representam impactos significativos sobre a geração e o aproveitamento continua atrativo ao setor elétrico, uma vez que o custo da energia gerada é inferior ao custo marginal de expansão da geração no horizonte 2003 – 2012 de 101,73 R\$/MWh³ (34 US\$/MWh) determinado pela ELETROBRAS⁴, a preços de agosto de 2003.

² Custos de investimento não consideram o sistema de transmissão associado

³ US\$ 1,0000 = R\$ 2,9922 (fonte: Banco Central – cotação de 15/08/2003).

⁴ Plano Decenal de Expansão 2003 – 2012 Sumário Executivo. Ministério de Minas e Energia – Secretaria de Energia. Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos – CCPE. 2002.

7. CONCLUSÃO

Diante das análises apresentadas e considerando-se a solicitação da ANEEL, recomenda-se a emissão da declaração de reserva de disponibilidade hídrica para o aproveitamento hidrelétrico Queluz no rio Paraíba do Sul nas seguintes condições:

I)	Latitude do eixo de barramento:	22° 33' 00''
II)	Longitude do eixo de barramento:	44° 47' 00''
III)	Nível d'água máximo maximorum a montante	486,00 m
IV)	Nível d'água máximo normal a montante:	484,50 m
V)	Nível d'água mínimo normal a montante:	484,50 m
VI)	Área inundada do reservatório no nível d'água máximo normal:	1,27 km ²
VII)	Área inundada do reservatório no nível d'água máximo maximorum:	1,71 km ²
VIII)	Volume do reservatório no nível d'água máximo normal:	8,84 hm ³
IX)	Altura máxima das barragens:	18,50 m
X)	Potência instalada:	30,00 MW
XI)	Vazão máxima turbinada:	270,00 m ³ /s
XII)	Vazão mínima remanescente na fase de enchimento	54,08 m ³ /s
XIII)	Validade da declaração	3 anos
XV)	Vazões médias mensais destinadas para múltiplos usos consuntivos a montante, em m ³ /s, de acordo com o quadro abaixo:	

Mês	2003	2013	2023	2033
Janeiro	4,61	5,15	5,67	6,22
Fevereiro	4,61	5,15	5,67	6,22
Março	4,61	5,15	5,67	6,22
Abril	4,61	5,15	5,67	6,22
Maio	4,61	5,15	5,67	6,22
Junho	4,61	5,15	5,67	6,22
Julho	4,61	5,15	5,67	6,22
Agosto	4,61	5,15	5,67	6,22
Setembro	4,61	5,15	5,67	6,22
Outubro	4,61	5,15	5,67	6,22
Novembro	4,61	5,15	5,67	6,22
Dezembro	4,61	5,15	5,67	6,22

As vazões requeridas pelo aproveitamento hidrelétrico serão atendidas pelas vazões naturais afluentes subtraídas das vazões médias mensais apresentadas no quadro do item XV, destinadas para múltiplos usos a montante.

Atenciosamente,

ALAN VAZ LOPES
SOC/ANA

NOTA TÉCNICA Nº ____ - ANEXO

Tabela A1 – População atendida e demanda urbana e rural nos anos 2003, 2013, 2023 e 2033.

Município	População atendida				Vazão (m³/s)			
	2003	2013	2023	2033	2003	2013	2023	2033
Aparecida	35.150	36.529	37.755	38.978	0,023	0,024	0,025	0,026
Areias	522	592	536	554	0,000	0,000	0,000	0,000
Arujá	66.317	89.335	109.079	128.547	0,048	0,065	0,079	0,093
Caçapava	79.050	87.649	95.532	104.823	0,056	0,062	0,068	0,074
Cachoeira Paulista	28.235	31.292	33.572	35.079	0,018	0,020	0,022	0,023
Canas	3.795	4.322	4.586	5.144	0,002	0,002	0,003	0,003
Cruzeiro	74.617	78.336	81.712	85.077	0,054	0,057	0,059	0,062
Cunha	22.662	22.399	22.307	21.853	0,014	0,014	0,014	0,014
Guararema	23.247	27.749	31.566	34.582	0,015	0,018	0,020	0,022
Guaratinguetá	107.215	116.398	124.193	131.952	0,078	0,084	0,090	0,095
Guarulhos	0	8.820	10.391	11.944	0,000	0,005	0,006	0,007
Igaratá	8.790	10.522	11.412	11.621	0,005	0,006	0,007	0,007
Itaquaquecetuba	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
Jacareí	199.238	223.478	243.398	263.199	0,151	0,169	0,184	0,199
Jambeiro	4.137	4.548	4.355	4.070	0,002	0,003	0,003	0,002
Lagoinha	5.012	5.195	4.835	4.505	0,003	0,003	0,003	0,003
Lavrinhas	6.359	7.168	8.309	9.438	0,004	0,004	0,005	0,005
Lorena	79.911	85.898	91.048	96.177	0,058	0,062	0,066	0,070
Moji das Cruzes	7.614	10.477	12.004	13.516	0,004	0,006	0,007	0,008
Monteiro Lobato	3.672	3.905	3.646	3.148	0,002	0,002	0,002	0,002
Natividade da Serra	6.987	7.245	7.026	5.736	0,004	0,004	0,004	0,003
Paraibuna	16.638	17.743	18.210	17.591	0,010	0,010	0,011	0,010
Pindamonhangaba	133.080	154.301	171.454	188.481	0,101	0,116	0,129	0,142
Piquete	15.283	15.615	15.981	16.346	0,010	0,010	0,010	0,011
Potim	14.623	17.619	20.025	22.410	0,010	0,012	0,013	0,015
Queluz	486	599	639	708	0,000	0,000	0,000	0,000
Redenção da Serra	4.042	4.052	3.594	2.840	0,002	0,002	0,002	0,002
Roseira	9.200	11.025	12.484	13.931	0,005	0,006	0,007	0,008
Salesópolis	432	582	663	702	0,000	0,000	0,000	0,000
Santa Branca	13.811	15.937	18.262	20.564	0,009	0,010	0,012	0,013
Santa Isabel	45.599	51.649	56.872	61.509	0,029	0,033	0,036	0,039
São José dos Campos	4.180	4.308	3.904	3.764	0,002	0,002	0,002	0,002
São José do Barreiro	0	471	521	570	0,000	0,000	0,000	0,000
São Luís do Paraitinga	10.438	10.716	10.538	9.280	0,006	0,006	0,006	0,005
Silveiras	5.471	5.762	5.555	4.813	0,003	0,003	0,003	0,003
Taubaté	255.009	287.879	314.792	341.537	0,218	0,245	0,268	0,291
Tremembé	36.972	43.316	48.381	53.871	0,024	0,028	0,031	0,035
Total	1.327.794	1.503.431	1.639.135	1.768.860	0,972	1,097	1,197	1,294

Tabela A2 – Demanda consuntiva para criação de animais nos anos 2003, 2013, 2023 e 2033.

Município	BEDAs				Vazões (m³/s)			
	2003	2013	2023	2033	2003	2013	2023	2033
Aparecida	2.600	2.747	2.893	3.040	0,002	0,002	0,002	0,002
Areias	6.237	8.972	11.707	14.442	0,004	0,005	0,007	0,008
Arujá	156	156	156	156	0,000	0,000	0,000	0,000
Caçapava	22.715	22.787	22.859	22.930	0,013	0,013	0,013	0,013
Cachoeira Paulista	13.797	14.234	14.671	15.107	0,008	0,008	0,008	0,009
Canas	3.737	8.408	13.078	17.749	0,002	0,005	0,008	0,010
Cruzeiro	11.953	12.000	12.046	12.093	0,007	0,007	0,007	0,007
Cunha	38.836	42.123	45.409	48.697	0,022	0,024	0,026	0,028
Guararema	15.554	18.559	21.564	24.569	0,009	0,011	0,012	0,014
Guaratinguetá	36.750	43.083	49.416	55.750	0,021	0,025	0,029	0,032
Guarulhos	102	105	109	113	0,000	0,000	0,000	0,000
Igaratá	12.611	21.192	29.774	38.356	0,007	0,012	0,017	0,022
Itaquaquecetuba	60	71	81	92	0,000	0,000	0,000	0,000
Jacaré	17.347	20.577	23.807	27.037	0,010	0,012	0,014	0,016
Jambeiro	9.938	9.974	10.010	10.046	0,006	0,006	0,006	0,006
Lagoinha	17.431	23.628	29.824	36.021	0,010	0,014	0,017	0,021
Lavrinhas	7.656	9.134	10.612	12.091	0,004	0,005	0,006	0,007
Lorena	21.477	22.227	22.977	23.727	0,012	0,013	0,013	0,014
Moji das Cruzes	2.506	4.521	6.535	8.549	0,001	0,003	0,004	0,005
Monteiro Lobato	7.426	7.426	7.426	7.426	0,004	0,004	0,004	0,004
Natividade da Serra	19.908	23.984	28.058	32.133	0,012	0,014	0,016	0,019
Paraibuna	20.091	20.146	20.200	20.254	0,012	0,012	0,012	0,012
Pindamonhangaba	47.662	57.662	67.662	77.662	0,028	0,033	0,039	0,045
Piquete	4.653	4.864	5.075	5.286	0,003	0,003	0,003	0,003
Potim	5.933	10.100	14.266	18.433	0,003	0,006	0,008	0,011
Queluz	3.004	3.011	3.019	3.026	0,002	0,002	0,002	0,002
Redenção da Serra	10.180	10.385	10.591	10.796	0,006	0,006	0,006	0,006
Roseira	5.310	5.460	5.610	5.760	0,003	0,003	0,003	0,003
Salesópolis	329	407	484	561	0,000	0,000	0,000	0,000
Santa Branca	11.856	11.976	12.096	12.216	0,007	0,007	0,007	0,007
Santa Isabel	14.079	26.412	38.745	51.079	0,008	0,015	0,022	0,030
São José dos Campos	12.836	13.054	13.272	13.491	0,007	0,008	0,008	0,008
São José do Barreiro	1.977	1.979	1.980	1.982	0,001	0,001	0,001	0,001
São Luís do Paraitinga	15.856	16.660	17.465	18.269	0,009	0,010	0,010	0,011
Silveiras	12.527	14.167	15.807	17.447	0,007	0,008	0,009	0,010
Taubaté	39.747	53.160	66.573	79.987	0,023	0,031	0,039	0,046
Tremembé	7.620	7.930	8.239	8.549	0,004	0,005	0,005	0,005
Total	482.458	573.280	664.095	754.920	0,279	0,332	0,384	0,437

Tabela A3 – Previsão de áreas plantadas e irrigadas nos anos 2003, 2013, 2023 e 2033.

Município	Área plantada municipal (ha)				Área Irrigada na bacia (ha)			
	2003	2013	2023	2033	2003	2013	2023	2033
Aparecida	270	270	270	270	86	86	86	86
Areias	411	529	647	766	0	0	0	0
Arujá	12	27	42	57	140	140	140	140
Caçapava	2.820	2.820	2.820	2.820	234	234	234	234
Cachoeira Paulista	567	567	567	567	94	94	94	94
Canas	553	1.245	1.937	2.628	0	0	0	0
Cruzeiro	432	432	432	432	67	67	67	67
Cunha	3.956	3.956	3.956	3.956	23	23	23	23
Guararema	1.018	1.400	1.782	2.163	582	800	1.019	1.236
Guaratinguetá	2.456	2.603	2.750	2.896	853	905	956	1.006
Guarulhos	7	15	23	32	44	44	44	44
Igaratá	90	143	196	250	43	68	93	119
Itaquaquecetuba	19	42	65	89	23	23	23	23
Jacareí	457	537	617	697	834	980	1.126	1.272
Jambeiro	358	358	358	358	0	0	0	0
Lagoinha	667	667	667	667	6	6	6	6
Lavrinhas	149	149	149	149	26	26	26	26
Lorena	683	683	683	683	169	169	169	169
Moji das Cruzes	2.215	2.248	2.281	2.315	658	667	677	687
Monteiro Lobato	111	116	121	126	1	1	1	1
Natividade da Serra	1.366	1.378	1.390	1.401	17	17	18	18
Paraibuna	751	751	751	751	88	88	88	88
Pindamonhangaba	3.313	3.731	4.149	4.568	3.313	3.731	4.149	4.568
Piquete	175	175	175	175	163	163	163	163
Potim	207	215	223	232	102	106	110	114
Queluz	234	234	234	234	11	11	11	11
Redenção da Serra	885	1.253	1.621	1.990	41	58	75	92
Roseira	702	702	702	702	362	362	362	362
Salesópolis	914	1.104	1.294	1.484	26	32	37	43
Santa Branca	172	317	462	607	87	160	233	306
Santa Isabel	276	621	966	1.311	126	126	126	126
São José dos Campos	335	348	361	375	248	258	267	278
São José do Barreiro	1.028	1.028	1.028	1.028	0	0	0	0
São Luís do Paraitinga	883	883	883	883	42	42	42	42
Silveiras	277	282	287	292	19	20	20	20
Taubaté	3.634	3.669	3.704	3.739	903	911	920	929
Tremembé	2.431	2.431	2.431	2.431	1.464	1.464	1.464	1.464
Total	34.834	37.929	41.024	44.124	10.896	11.883	12.869	13.858

Tabela A4 – Demanda consuntiva para irrigação nos anos 2003, 2013, 2023 e 2033.

Mês	Vazão (m³/s)			
	2003	2013	2023	2033
Aparecida	0,019	0,019	0,019	0,019
Areias	0,000	0,000	0,000	0,000
Arujá	0,031	0,031	0,031	0,031
Caçapava	0,052	0,052	0,052	0,052
Cachoeira Paulista	0,021	0,021	0,021	0,021
Canas	0,000	0,000	0,000	0,000
Cruzeiro	0,015	0,015	0,015	0,015
Cunha	0,005	0,005	0,005	0,005
Guararema	0,129	0,178	0,226	0,275
Guaratinguetá	0,190	0,201	0,212	0,224
Guarulhos	0,010	0,010	0,010	0,010
Igaratá	0,009	0,015	0,021	0,026
Itaquaquecetuba	0,005	0,005	0,005	0,005
Jacareí	0,185	0,218	0,250	0,283
Jambeiro	0,000	0,000	0,000	0,000
Lagoinha	0,001	0,001	0,001	0,001
Lavrinhas	0,006	0,006	0,006	0,006
Lorena	0,038	0,038	0,038	0,038
Moji das Cruzes	0,146	0,148	0,150	0,153
Monteiro Lobato	0,000	0,000	0,000	0,000
Natividade da Serra	0,004	0,004	0,004	0,004
Paraibuna	0,019	0,019	0,019	0,019
Pindamonhangaba	0,736	0,829	0,921	1,015
Piquete	0,036	0,036	0,036	0,036
Potim	0,023	0,024	0,024	0,025
Queluz	0,003	0,003	0,003	0,003
Redenção da Serra	0,009	0,013	0,017	0,020
Roseira	0,080	0,080	0,080	0,080
Salesópolis	0,006	0,007	0,008	0,010
Santa Branca	0,019	0,036	0,052	0,068
Santa Isabel	0,028	0,028	0,028	0,028
São José dos Campos	0,055	0,057	0,059	0,062
São José do Barreiro	0,000	0,000	0,000	0,000
São Luís do Paraitinga	0,009	0,009	0,009	0,009
Silveiras	0,004	0,004	0,004	0,004
Taubaté	0,201	0,202	0,204	0,206
Tremembé	0,325	0,325	0,325	0,325
Total	2,420	2,639	2,858	3,078