

Agência Nacional de Águas - ANA

Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE

**DADOS DE REFERÊNCIA ACERCA DA OUTORGA DO
SISTEMA CANTAREIRA**

16 de Agosto 2013 – V 1.1

Sumário

.....	1
DADOS DE REFERÊNCIA ACERCA DA OUTORGA DO SISTEMA CANTAREIRA	1
1. INTRODUÇÃO.....	2
2. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA CANTAREIRA	3
2.1. Detalhes das Estruturas Hidráulicas do Sistema Cantareira	4
2.1.1. Barragens Jaguari e Jacaré.....	4
2.1.2. Barragem Cachoeira	6
2.1.3. Barragem Atibainha.....	7
2.1.4. Barragem Paiva Castro	8
2.1.5. Barragem Águas Claras	9
2.1.6. Canal de Ligação Jaguari-Jacaré	10
2.1.7. Túnel 7: Jaguari-Jacaré - Cachoeirinha	11
2.1.8. Túnel 6: Cachoeirinha – Atibainha.....	11
2.1.9. Túnel 5: Atibainha - Rio Juqueri-Mirim.....	12
2.1.10. Túneis 1 e 4: EE Sta Inês - Águas Claras	13
2.1.11. Túnel 3: Paiva Castro - EE Sta Inês	13
2.1.12. Túnel 2: Águas Claras - ETA Guaraú	14
2.1.13. EE Sta Inês: Estação Elevatória de Santa Inês	14
2.1.14. ETA Guaraú: Estação de Tratamento de Água Guaraú.....	15
2.2. Quadro resumo das principais características das estruturas do Sistema Cantareira	17
3. OUTORGA DO SISTEMA CANTAREIRA DE 2004.....	20
3.1. Documentos Normativos	20
3.2. Visão geral da Portaria DAEE nº 1213/2004 (renovação de outorga, de 2004).....	21
3.2.1. Condições gerais da outorga.....	21
3.2.2. Condições de retiradas do Sistema Cantareira e a partição das águas.....	22
3.2.3. As condicionantes da outorga de 6 de agosto de 2004	22
3.3. Cumprimento das Condicionantes da Portaria DAEE Nº 1213	24
3.3.1. Elaboração do Plano de Contingência (artigo 11).....	24
3.3.2. Rede de monitoramento (artigo 12).....	25
3.3.3. Atualização das curvas cota-área-volume dos reservatórios (artigo 13)	27
3.3.4. Revisão dos estudos hidrológicos e hidráulicos (artigo 14)	29
3.3.5. Termo de Compromisso com metas de tratamento de esgotos (artigo 15)	30
3.3.6. Redução da dependência da Sabesp em relação ao Sist. Cantareira (artigo 16)	30
3.3.7. Programas de Controle de perdas, uso racional e reuso (artigo 17)	32
4. DADOS HIDROLÓGICOS E DE OPERAÇÃO DO SISTEMA CANTAREIRA	33
4.1. Série de Vazões Naturais nos Aproveitamentos do Sistema Cantareira	33
4.2. Análise das Séries de Vazões Naturais nos Aproveitamentos.....	34
4.3. Modelo de Operação do Sistema Cantareira	39
4.3.1. Curvas de Aversão a Risco	39
4.3.2. Operacionalização do modelo	41
4.3.3. Resultados do Modelo de Operação entre 2004 e 2012	42
4.3.4. Operação para Controle de Cheias	46
5. ESTIMATIVA DE DEMANDAS DE ÁGUA.....	50
6. DADOS DE QUALIDADE DA ÁGUA	51
7. BALANÇO HÍDRICO E CENÁRIOS DE REFERÊNCIA.....	53
8. ANEXOS.....	56

1. INTRODUÇÃO

O Sistema Cantareira é formado por uma série de reservatórios, túneis e canais, que captam e desviam água de alguns dos cursos de água da bacia do rio Piracicaba para o rio Juqueri, na bacia do Alto Tietê, de onde, no reservatório de Paiva Castro, as águas são bombeadas para o reservatório de Águas Claras, tendo como finalidade o abastecimento de parte da Região Metropolitana de São Paulo.

A importância do Sistema Cantareira, sobretudo pelos montantes hídricos envolvidos, é evidenciada nos planos de recursos hídricos, tanto das bacias doadoras, como das receptoras de suas águas.

Diante da proximidade do fim da vigência da outorga emitida pelo DAEE à SABESP e considerando a experiência acumulada nos últimos nove anos, notadamente na operacionalização do Banco de Águas, na publicação mensal dos Boletins de Monitoramento dos Reservatórios do Sistema Cantareira e nas operações de controle de cheias, evidencia-se a oportunidade de revisão das condições de operação dos reservatórios do Sistema Cantareira e dos critérios e procedimentos para a outorga do direito de uso de recursos hídricos de domínio da União, no âmbito das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

Sendo assim, o presente documento reúne os dados de referência (documentos normativos, séries de vazões e de qualidade da água, demandas, dados operacionais, entre outros) acerca da outorga do Sistema Cantareira.

O capítulo 2 apresenta a descrição do Sistema Cantareira e de seus principais componentes, apresentando, em detalhes, as estruturas hidráulicas do Sistema.

No capítulo 3, são apresentadas as informações relativas à outorga do Sistema Cantareira de 2004, com seus documentos normativos e as condicionantes da mesma.

No capítulo 4, são apresentados os dados hidrológicos e de operação do Sistema, com atualização das séries de vazões naturais aos aproveitamentos, realizando-se uma análise estatística das séries de vazões. É apresentado o Modelo de Operação em vigor e os resultados da operação entre 2004 e 2012.

No capítulo 5, são apresentadas as estimativas de demanda de água. Para tal, serão adotados como referência os dados do Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (2010 a 2020) – Bacias PCJ – e do Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – RMSP.

No capítulo 6, são apresentados os dados de qualidade de água. O monitoramento de qualidade das águas, na área de interesse, é realizado pelo IGAM, na parte mineira, e pela CETESB e SABESP, em São Paulo.

Finalmente, no capítulo 7, é apresentado o balanço hídrico e os cenários de referência, que têm como base os estudos do Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água e do Plano Diretor de Aproveitamento dos Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista (em andamento).

.

2. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA CANTAREIRA

O Sistema Cantareira é formado por uma série de reservatórios, túneis e canais, que captam e desviam água de alguns dos cursos de água da bacia do rio Piracicaba para a bacia do rio Juqueri, realizando, nesse momento, a transposição de águas para a bacia do Alto Tietê. A finalidade dessa transposição é o abastecimento de parte da Região Metropolitana de São Paulo - RMSP, constituindo seu maior sistema produtor. Atualmente, o Sistema Cantareira contribui com o abastecimento de aproximadamente 33 m³/s para a RMSP, abastecendo 8,8 milhões de pessoas nas zonas norte, central, parte da leste e oeste da Capital e nos municípios de Franco da Rocha, Francisco Morato, Caieiras, Guarulhos (parte), Osasco, Carapicuíba, Barueri (parte), Taboão da Serra (parte), Santo André (parte) e São Caetano do Sul.

O Sistema Cantareira abrange seis reservatórios - Jaguari, Jacaréi, Cachoeira, Atibainha, Paiva Castro e Águas Claras, sendo os quatro primeiros localizados nos afluentes do rio Piracicaba de mesmo nome. Esses reservatórios, que são ligados por túneis e canais, têm o objetivo de reter água e transpor para a Estação de Tratamento de Água - ETA Guaraú. As principais obras de regularização do Sistema estão esquematizadas na Figura 2.1. No Item 2.1 estão descritos detalhadamente os diversos componentes do Sistema.



Figura 2.1 - Esquema simplificado do Sistema Cantareira.

2.1. Detalhes das Estruturas Hidráulicas do Sistema Cantareira

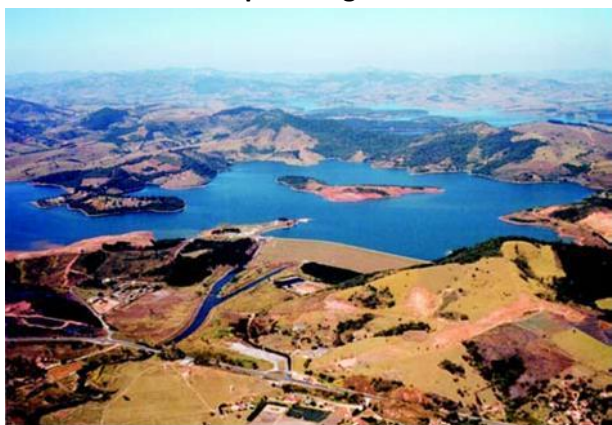
2.1.1. Barragens Jaguari e Jacareí

Localização: Rodovia Fernão Dias, km 8, Vargem

Período de construção: 1977 a 1982

Início de operação: maio/1982

Represa Jaguari



Represa Jacareí



Reservatório único formado pelas barragens Jaguari e Jacareí
Informações Hidrológicas • Precipitação média na bacia: 1.592 mm * • Dados na seção de barramento: ▪ Área de drenagem: 1.027 km² (Jaguari) e 203 km² (Jacareí): Total = 1.230 km² * ▪ Vazão média = 25,2 m³/s *
Características do Reservatório • Volumes: ▪ Vol Útil = 808,12 hm³ (entre cotas 820,80 e 844,00 m) * ▪ Vol Morto (NA mín norm) = 239,43 hm³ * ▪ Área inundada máx = 49,91 km² (cota 844,00 m) * ▪ Área mín = 21,15 km² (cota 820,80 m) * • Níveis de água: ▪ Máximo normal: 844,00 m ▪ Mínimo normal: 820,80 m

Barragem Jaguari	Barragem Jacaré
Características da barragem • Tipo: aterro compactado • Volume do maciço: 4,55hm³ • Comprimento: 700 m • Cota de coroamento: 847,00 m • Altura máxima: 55 m	Características da barragem • Tipo: aterro compactado • Volume do maciço: 6,37 hm³ • Comprimento: 1.300 m • Cota de coroamento: 847,00 m • Altura máxima: 50 m
Órgãos de Controle • Vazões a jusante: ▪ Descarregador de fundo com 2 válvulas dispersoras com 1.000 mm de diâmetro cada ▪ Cota do eixo das válvulas: 797,07* m • Segurança da barragem: ▪ 3 vertedores de superfície tipo Creager ▪ Cota da crista: 834,97 m * ▪ Comprimento total de crista: 18,00 m (3 vãos de 6,0 m), com comportas.	Órgãos de Controle • Vazões a jusante: ▪ Descarregador de fundo com 2 válvulas dispersoras com 1.000 mm de diâmetro cada ▪ Cota do eixo das válvulas: 799,02 m • Vazões p/ São Paulo (tomada seletiva): ▪ 6 aberturas: 1,5m (larg.) e 8,0m (alt.) ▪ Níveis das soleiras ▪ Comportas 1 e 2: 818,00 m ▪ Comportas 3 e 4: 827,00 m ▪ Comportas 5 e 6: 836,00 m

Fonte: Sabesp – “Data Oper 1989 atualizado em função das informações fornecidas pela SABESP, e-mail 8 julho de 2004.

(*) Dados atualizados com base no Relatório de Consolidação das Principais Características Operacionais do Sistema Cantareira (Hidro, 2009).

2.1.2. Barragem Cachoeira

Localização: Estrada do Rio Cachoeira, km 2, Piracaia

Período de construção: 1969 a 1974

Início de operação: novembro/1974

Represa Cachoeira



Informações Hidrológicas • Precipitação média na bacia: 1763 mm * • Dados na seção de barramento: ▪ Área de drenagem: 392 km² * ▪ Vazão média: 8,5 m³/s *	Características da barragem • Tipo: aterro compactado • Volume do maciço: 0,55 hm³ • Comprimento: 310 m • Cota de coroamento: 827,67 m * • Altura máxima: 40 m
Características do Reservatório • Volumes: ▪ Útil: 69,75 hm³ * ▪ Morto (N.A. mínimo normal): 46,81 hm³ * • Áreas inundadas ▪ Máxima: 8,6 km² * ▪ Mínima: 5,2 km² * • Níveis de água: ▪ Máximo normal: 821,88 m * ▪ Mínimo normal: 811,72 m *	Órgãos de Controle • Vazões a jusante: ▪ Tomada de água com comporta plana quadrada, para abertura de 2,0 x 2,0 m entre cotas 808,00m * e 810,00m, instalada na estrutura do vertedor tulipa e acionada localmente. • Segurança contra cheias: ▪ Vertedor tulipa com crista na cota 821,88 m * e diâmetro externo de 10,0* m

Fonte: Sabesp – “Data Oper 1989

(*) Dados atualizados com base no Relatório de Consolidação das Principais Características Operacionais do Sistema Cantareira (Hidro, 2009).

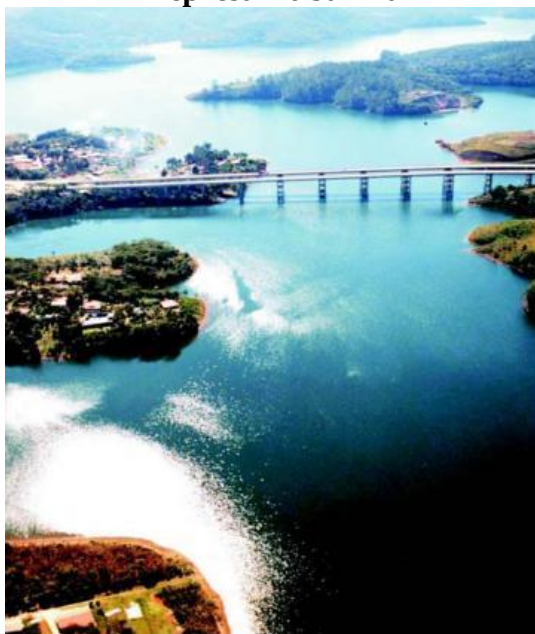
2.1.3. Barragem Atibainha

Localização: Rodovia D. Pedro I, km 48 - Nazaré Paulista

Período de construção: 1969 a 1973

Início de operação: fevereiro/1975

Represa Atibainha



Informações Hidrológicas • Precipitação média na bacia: 1642 mm * • Dados na seção de barramento: ▪ Área de drenagem: 312 km² * ▪ Vazão média: 6,0 m³/s *	Características da barragem • Tipo: aterro compactado • Volume do maciço: 1,15 hm³ • Comprimento: 410 m • Cota de coroamento: 791,32 m * • Altura máxima: 38 m
Características do Reservatório • Volumes: ▪ Útil: 95,26 hm³ * ▪ Morto (N.A. mínimo normal): 194,93 hm³ * • Áreas inundadas ▪ Máxima: 21,8 km² * ▪ Mínima: 17,8 km² * • Níveis de água: ▪ Máximo normal: 786,72 m * ▪ Mínimo normal: 781,88 m *	Órgãos de Controle • Vazões mínimas a jusante: ▪ Comporta plana quadrada para abertura de largura 1,0 m e altura de 1,10 m entre as cotas 774,27 m e 775,37 m, instaladas na estrutura do vertedor tulipa e acionada localmente. • Segurança da barragem: ▪ Vertedor tulipa com crista na cota 786,72 m * e diâmetro de 6,00* m.

Fonte: Sabesp – “Data Oper 1989”

(*) Dados atualizados com base no Relatório de Consolidação das Principais Características Operacionais do Sistema Cantareira (Hidro, 2009).

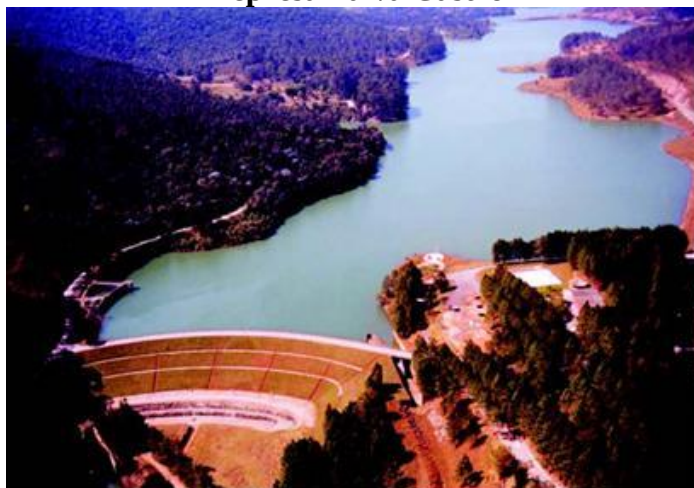
2.1.4. Barragem Paiva Castro

Localização: Rodovia SP 23, km 46,5 - Franco da Rocha

Período de construção: 1968 a 1972

Início de operação: maio/1973

Represa Paiva Castro



Informações Hidrológicas • Precipitação média na bacia: 1593 mm * • Dados na seção de barramento: ▪ Área de drenagem: 369 km² * ▪ Vazão média: 4,6 m³/s *	Órgãos de Controle • Vazões mínimas a jusante: ▪ Válvula borboleta de diâmetro 1.000 mm, com eixo na cota 734,41* m. ▪ Válvula esfera de diâmetro 330* mm, com eixo na cota 734,41 m. ▪ Válvulas instaladas na estrutura do descarregador principal. • Segurança da barragem: ▪ Descarregador principal com duas comportas setor de largura 4,02* m e altura 10,60* m, sobre dois vertedores perfil Creager, com cristas na cota 739,02 m * e largura 3,90 m. ▪ Descarregador de emergência com dois diques encaixados em estrutura de concreto na ombreira esquerda da barragem, com nível de soleira na cota 743,20 m, níveis das cristas do dique 1 na cota 747,30 m e dique 2 na cota 747,75 m e largura de 5,0 m.
Características do Reservatório • Volumes: ▪ Útil: 7,61 hm³ * ▪ Morto (N.A. mínimo normal): 25,33 hm³ * • Áreas inundadas ▪ Máxima: 4,6 km² * ▪ Mínima: 3,8 km² * • Níveis de água: ▪ Máximo normal: 745,61 m ▪ Mínimo normal: 743,80 m	
Características da barragem • Tipo: aterro compactado • Volume do maciço: 0,2 hm³ • Comprimento: 270 m • Cota de coroamento: 750,24 m * • Altura máxima: 22 m	

Fonte: Sabesp – “Data Oper 1989”

(*) Dados atualizados com base no Relatório de Consolidação das Principais Características Operacionais do Sistema Cantareira (Hidro, 2009).

2.1.5. Barragem Águas Claras

Localização: Estrada de Santa Inês, km 11 - Caieiras

Período de construção: 1969 a 1971

Início de operação: novembro/1973

Represa Águas Claras



Informações Hidrológicas • Precipitação média na bacia: 1.600 mm • Dados na seção de barramento: ▪ Área de drenagem: 26 km² ▪ Vazão média: 0,45 m³/s	Características da barragem • Tipo: aterro compactado • Volume do maciço: 0,12 hm³ • Comprimento: 120 m • Cota de coroamento: 864,42 m • Altura máxima: 24 m
Características do Reservatório • Volumes: ▪ Útil: 0,76 hm³ ▪ Morto: 0,57 hm³ • Níveis de água: ▪ Máximo normal: 860,32 m ▪ Mínimo normal: 850,75 m	Órgãos de Controle • Vazões a jusante: ▪ 1 comporta plana de fundo para abertura de seção quadrada de base 1,50 m e cota de soleira 843,50 m. • Segurança da barragem contra cheias: ▪ Vertedor tulipa com crista na cota 860,16 m e diâmetro externo de 5,30 m. ▪ Vertedor lateral do canal coberto de acesso ao túnel tipo Creager de comprimento 22,40 m.

- Fonte: Sabesp – “Data Oper 1989”.

(*) Dados atualizados com base no Relatório de Consolidação das Principais Características Operacionais do Sistema Cantareira (Hidro, 2009).

2.1.6. Canal de Ligação Jaguari-Jacareí

Túnel escavado em rocha

Os reservatórios Jaguari e Jacareí funcionam como um conjunto único graças à sua interligação, propiciada por um canal aberto de 700 m de comprimento e seção variável. Dispõe de estrutura de controle de vazão para níveis de água próximos ao mínimo, constituída de vertedor de 4 m de altura e 15 m de largura de crista.

- Comprimento total: 670 m
- Trecho escavado em rocha: 210 m
- Cota do fundo:
 - 817,50 em 560 m
 - 813,50 em 110 m

Características de seção trapezoidal no trecho escavado em solo

- Base: 10,0 m
- Talude das paredes: 1:2
- Bermas de 4,0 m de largura nas cotas 838,00 m a 850,00 m
- Proteção em concreto, até a cota 822,50 m
- Proteção com rip-rap, até a cota 850,00 m
- Proteção com grama a partir da cota 850,00 m



Barragens dos rios Jaguari e Jacareí. Detalhe do canal superficial que faz a ligação entre os reservatórios.

2.1.7. Túnel 7: Jaguari-Jacareí - Cachoeirinha

Túnel escavado em rocha e revestido de concreto

- Área da seção transversal variável: 28 m²
- Extensão: 5.885 m
- Declividade: 17,96%
- Cota de fundo no início do túnel: 809,60 m
- Cota de fundo no final do túnel: 806,72 m
- Capacidade máxima de transporte: 35,0 m³/s



Emboque do Túnel 7



Desemboque do Túnel 7.

2.1.8. Túnel 6: Cachoeirinha – Atibainha

- Extensão: 4.769 m
- Cota no início do túnel: 802,80 m
- Cota no final do túnel: 800,50 m

Tomada de Água

- Tipo: estrutura de concreto implantada à margem da represa, com comporta setor operada localmente e acionada por guincho localizado na parte superior da estrutura.
- Dimensões da abertura na seção da comporta:
 - Largura de 2,63* m e altura de 2,89 * m.
 - Cota da soleira: 808,35* m



Emboque do túnel 6



Desemboque do Túnel 6.

2.1.9. Túnel 5: Atibainha - Rio Juqueri-Mirim

Túnel escavado em rocha e revestido de concreto

- Extensão: 9.840 m

Tomada de Água

- Tipo: estrutura de concreto munida de comporta setor operada localmente, acionada por guincho na parte superior da estrutura.
- Dimensões de abertura:
 - Largura de 2,61* m e altura de 3,37* m.

Estrutura de desemboque

- Desemboque em canal livre sem órgãos de operação.
- Cota de fundo: 767,35 m.



Emboque do Túnel 5.



Desemboque do Túnel 5, vertedor e confluência das águas transpostas com o rio Juqueri.

2.1.10. Túneis 1 e 4: EE Sta Inês - Águas Claras

Túnel escavado em rocha e revestido de concreto

- Extensão: 1.184 m
- Cotas de fundo:
 - No emboque: 856,55 m
 - No desemboque do túnel: 855,89 m
- Vazão de dimensionamento: 33,0 m³/s

2.1.11. Túnel 3: Paiva Castro - EE Sta Inês

Túnel escavado em rocha e revestido de concreto

- Extensão: 994 m
- Seção transversal: circular de diâmetro 4,40 m e área de 15,20 m²
- Declividades: 10% nos primeiros 104 m e 0,5% no restante
- Vazão de dimensionamento: 33,0 m³/s para nível de água na captação de 743,0 m.



Estação Elevatória Santa Inês e tomada d'água no reservatório Paiva Castro.

2.1.12. Túnel 2: Águas Claras - ETA Guaraú

A ligação Águas Claras - Guaraú compreende: tomada de água no reservatório Águas Claras; túnel 2 de 4.878 m de comprimento escavado em rocha, revestido em concreto nos seus trechos inicial e final e apenas na base em seu trecho intermediário.

Tomada de água

- Estrutura de tomada de água do túnel 2, munida de comporta plana e operada localmente.
- Dimensões de abertura:
 - Largura de 4,00 m e altura de 3,65 m.
 - Cota da soleira: 844,75 m.

2.1.13. EE Sta Inês: Estação Elevatória de Santa Inês

Localização: Estrada de Santa Inês, km 20 - Caieiras

Período de construção: 1967 a 1972

Início de operação das bombas 1 a 3: dezembro/1973

Início de operação bomba 4: outubro/1993

Capacidade total: 33,0 m³/s



Casa de Máquinas: A casa de máquinas está implantada cerca de 70 m abaixo da superfície do terreno, vizinha ao maciço da Serra da Cantareira. É acessível por túnel em rampa (para veículos) e por escadas e elevador a partir do edifício central de operação

Dimensões de abertura: quadrada de base de 3,80 m

Tipo: estrutura de concreto, munida de duas comportas tipo stop-log

Chaminé de Equilíbrio: Túnel vertical escavado em rocha e revestido em concreto, altura de 55,50m; seção transversal circular com diâmetro de 8,00 m. Possui obturador circular junto à base da chaminé com diâmetro de 2,27 m.

Casa de Válvulas: Escavada em rocha com comprimento de 48,40 m e largura de 6,30 m, válvula borboleta de diâmetro 2.400 mm.

Grupos Moto-Bombas: A ESI possui 4 grupos moto-bombas que recalcam 11 m³/s (nominais) a altura manométrica de 120 m, tendo cada bomba a potência de 20.000 HP.

2.1.14. ETA Guaraú: Estação de Tratamento de Água Guaraú



Vista da ETA Guaraú

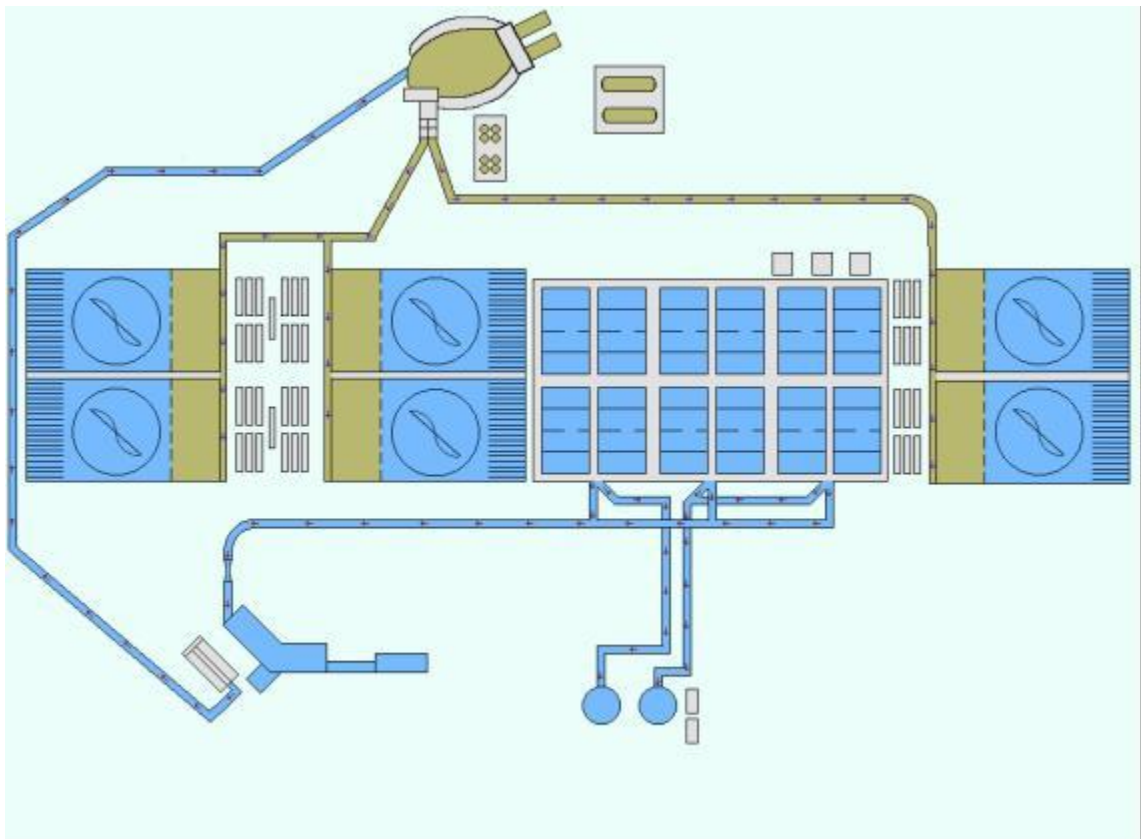
Descrição Geral: A Estação de Tratamento de Água do Guaraú corresponde, em planta, a um retângulo alongado de aproximadamente 700 m de comprimento por 120 m de largura.

As unidades atualmente em operação têm capacidade de tratamento nominal de 33,0 m³/s.

Componentes principais

- **Câmaras de mistura rápida**
 - Dimensões internas:
 - 5 m de comprimento
 - 0,17 m de largura
 - 3 m de profundidade
 - Número de câmaras existentes: 2 unidades
- **Câmaras de floculação**
 - Dimensões internas de cada câmara:
 - 47,0 m de comprimento
 - 35,30 m de largura
 - 4,90 m profundidade
 - Número de câmaras existentes: 6 unidades
 - Número de câmaras projetadas: 2 unidades
 - Número de floculadores por câmara: 12 unidades
 - Número total de floculadores em operação: 72 unidades

- **Decantadores**
 - Dimensões internas de cada decantador:
 - 125,00 m de comprimento
 - 47,00 m de largura
 - 4,90 m profundidade mínima e 5,20 m de profundidade máxima (no centro do decantador)
 - Número de unidades existentes: 6 unidades
 - Número de unidades projetadas: 2 unidades
 - Comprimento do vertedor de água decantada em cada decantador: 1.230 m
 - Taxa de decantação: 60,6 m³/m² x dia



Planta esquemática da ETA Guaraú

2.2. Quadro resumo das principais características das estruturas do Sistema Cantareira

Os dois quadros a seguir resumem as principais características dos reservatórios que compõem o Sistema Cantareira

QUADRO 1 - APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA - RESUMO DOS DADOS OPERACIONAIS CONSOLIDADOS

Estruturas		Aproveitamentos				
		Jaguari	Jacaré	Cachoeira	Atibainha	Paiva Castro
Maciços - aterro compactado	Altura máxima (m)	55	50	40	38	22
	Extensão (m)	700	1.300	310	410	270
	Cota de coroamento (m)	847,00 (847,00)	847,00	827,67 (827,28)	791,32 (791,00)	750,24 (750,00)
Vertedor Superfície	Tipo / Dimensões (m) L (largura) x H (altura)	<i>Creager com comporta Setor</i> abertura – 6,00 x 11,14		<i>Tulipa</i>	<i>Tulipa</i>	<i>Creager com comporta Setor</i> abertura – 4,02 x 10,60 (4,00 X 6,70 m)
	Dimensão (m)	3 vãos de 6,0 m (3 X 6,0 m)		Ø 10,0 (Ø 11,0)	Ø 6,0 (Ø 6,5)	2 vãos de 4,02 m (2 X 4,0 m)
	Cota da soleira (m)	834,97 (835,00)		821,88 (821,78)	786,72 (786,87)	739,02 (738,91)
Descarregador de Fundo	Tipo de controle	<i>2 válvulas</i> <i>dispersoras</i>	<i>2 válvulas</i> <i>dispersoras</i>	<i>Comporta plana</i>	<i>Comporta plana</i>	<i>Válvula borboleta e válvula</i> <i>esférica paralelas</i>
	Dimensão (m)	Ø 1,0	Ø 1,0	Abertura 2,0 X 2,0	Abertura 1,0 (L) e 1,10 (H)	Ø 1,0 (1,0) (borboleta) Ø 0,33 (0,30/0,35) (esfera)
	Cota do eixo / soleira (m)	(eixo) 797,07 (798,15/799,02)	(eixo) 799,02 (798,15/799,02)	(soleira) 808,00	(soleira) 774,27	(eixo) 734,41 (734,20)

Estrutura		Transferência de Vazões		
Túnel	Denominação	Túnel 7	Túnel 6	Túnel 5
	Ligação	Jacaré - Cachoeira	Cachoeira - Atibainha	Atibainha - Paiva Castro
Tomada d'água (Emboque)	Localização/ Reservatório	Jacaré	Cachoeira	Atibainha
	Tipo	Torre de concreto com tomada d'água seletiva com 6 aberturas dispostas simetricamente em 3 pares	Estrutura de concreto com comporta de setor instalada na margem do reservatório	Estrutura de concreto com comporta de setor instalada na margem do reservatório
	Dimensões da abertura da seção da comporta	Largura: 1,5 m Altura: 8,0 m	Largura: 2,63 m Altura: 2,89 m (2,87 m)	Largura: 2,61 m Altura: 3,37 m (2,87 m)
	Cota da soleira da abertura da comporta	Abertura 1 e 2: 818,0 m Abertura 3 e 4: 827,0 m Abertura 5 e 6: 836,0 m	808,35 m (807,80 m)	775,25 m (775,20 m) (777,90 m, cota, na seção de entrada, do fundo do canal de aproximação da tomada d'água)

Em fonte normal: Dados dos relatórios da Sabesp de outubro de 2009.

Em Itálico: Dados anteriormente utilizados pela Sabesp, não revisados e, por isso, mantidos.

Em Itálico e entre parênteses: Dados anteriormente utilizados pela Sabesp, revisados e substituídos pelos números em fonte normal.

Referência: Relatório Sabesp “Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda.

QUADRO 2 - APROVEITAMENTOS DO SISTEMA CANTAREIRA - RESERVATÓRIOS E RESUMO DAS VERIFICAÇÕES HIDROLÓGICAS

Tipo de Dado/Característica		Aproveitamentos			
		Jaguari / Jacareí	Cachoeira	Atibainha	Paiva Castro
Área de drenagem controlada (km ²)		1.230 (1.252)	392 (410)	312 (305)	369 (314)
Níveis e Cotas (m)	Coroamento do maciço	847,00 (847,00)	827,67 (827,28)	791,32 (791,00)	750,24 (750,00)
	N.A. máximo <i>maximorum</i>	845,11	825,21	788,02	749,44
	N.A. máximo normal	844,00	821,88 (821,78)	786,72 (786,86)	745,61
	N.A. mínimo normal	820,80	811,72 (811,16)	781,88 (781,67)	743,80
	N.A. mínimo <i>minimorum</i>	818,00	808,35 (807,80)	777,90	743,00
Volumes (10 ⁶ m ³)	Total	1.047,55	116,56	290,19	32,94
	Útil	808,12	69,75	95,26	7,61
TR = 10.000 anos	Vazão de pico do hidrograma afluente (m ³ /s)	3.482	1.383	1.257	1.467
	Volume do hidrograma afluente (10 ⁶ m ³)	142,14	37,82	30,98	34,73
	Vazão máxima efluente (m ³ /s)	1.179	187	58	264
	Borda livre (m)	1,89	2,46	3,30	0,80
TR = 100 anos	Vazão de pico do hidrograma afluente (m ³ /s)	1.677	662	625	716
	Volume do hidrograma afluente (10 ⁶ m ³)	71,02	18,84	16,03	17,63
TR = 50 anos	Vazão de pico do hidrograma afluente (m ³ /s)	1.426	566	539	608
	Volume do hidrograma afluente (10 ⁶ m ³)	60,93	16,25	13,96	15,13

Em fonte normal: Dados dos relatórios da Sabesp de outubro de 2009

Em Itálico: Dados anteriormente utilizados pela Sabesp, não revisados e, por isso, mantidos.

Em Itálico e entre parênteses: Dados anteriormente utilizados pela Sabesp, revisados e substituídos.

Volumes úteis dos reservatórios: Entre os N.A. mínimo normal e máximo normal.

Referência: Relatório Sabesp “Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda.

3. OUTORGA DO SISTEMA CANTAREIRA DE 2004

3.1. Documentos Normativos

A autorização para derivação de até 33 m³/s foi dada pela Portaria nº 750, do Ministério das Minas e Energia - MME (Anexo 1.1), publicada em 08 de agosto de 1974, estabelecendo um prazo de 30 anos de vigência.

Em vista do final do prazo de validade da outorga do Sistema Cantareira e diante da necessidade de obter subsídios para o exame do seu pedido de renovação, que passou a ser de responsabilidade da ANA, a Agência realizou interlocuções com o Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) e, principalmente, com o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), de São Paulo. Dessas atividades de articulação resultou uma Nota Técnica Conjunta ANA/DAEE, que apresentou subsídios para a análise do pedido de outorga do Sistema Cantareira e propôs as condições de operação dos seus reservatórios, mediante a realização de estudos hidrológicos e operacionais, formalizadas por meio da Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 428, de 04 de agosto de 2004 (Anexo 1.2).

Por meio da Resolução nº 429, de 04 de agosto de 2004 (Anexo 1.3), a ANA definiu critérios e procedimentos técnicos de análise de pedidos de outorga, bem como delegou competência para emissão de outorgas de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União, para os Estados de São Paulo e Minas Gerais, no âmbito das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Dessa forma, a renovação da outorga do Sistema Cantareira passou a ser de competência do DAEE, devendo, portanto, respeitar as condições de operação estabelecidas na Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 428, de 04 de agosto de 2004.

Ato contínuo, por meio da Portaria DAEE nº 1213, de 06 de agosto de 2004 (Anexo 1.4), que veio a substituir a Portaria MME nº 750/1974, o DAEE outorgou à SABESP o direito de uso de recursos hídricos do Sistema Cantareira, definindo as vazões máximas médias mensais de captação para fins de abastecimento urbano da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP, cuja operação segue as condições estabelecidas na Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 428/2004. O prazo de concessão estipulado pela mencionada Portaria é de 10 (dez) anos, vencendo em agosto de 2014.

Tendo em vista a necessidade de compatibilizar o abastecimento de água e o controle de cheias, foi emitida a Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 614, de 09 de Novembro de 2010 (Anexo 1.5). Ficou definido que os meses compreendidos entre outubro e junho corresponderiam ao período de controle de cheias, quando a SABESP deverá verificar a necessidade de realização de estudos para alocação de volumes de espera (níveis máximos operacionais para cada reservatório) para amortecer as ondas de cheias afluentes aos reservatórios, de forma a minimizar os possíveis impactos.

Assim, a outorga emitida pelo DAEE e as resoluções conjuntas ANA/DAEE disciplinam a operação dos reservatórios do Sistema, estabelecendo a metodologia para determinação das vazões a serem retiradas e sua distribuição entre a RMSP e a porção da bacia do rio Piracicaba a jusante dos reservatórios do Sistema.

As normas hoje em vigor estipulam os valores a serem revertidos para a RMSP em ordem de prioridade, sendo de prioridade primária a vazão de 24,8 m³/s e prioridade secundária a vazão de 6,2 m³/s, o que totaliza a possibilidade de reversão de 31 m³/s para a RMSP. Para os Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – Comitês PCJ, a vazão total de descarregamento foi estipulada em 5 m³/s, sendo a vazão primária de 3 m³/s e secundária de 2 m³/s.

Esses instrumentos introduziram também o conceito do “Banco de Águas”, um mecanismo de compensação pelos volumes economizados a partir das retiradas máximas permitidas, no qual

cada usuário passou a ter o direito de utilizar este volume posteriormente. De uma forma prática, tal mecanismo permite o armazenamento do volume não utilizado no período de chuvas para uso em períodos de estiagem, ou seja, funciona como uma “poupança” para consumo em períodos secos mais críticos.

A operacionalização da metodologia estabelecida conta com a emissão de dois comunicados conjuntos ANA/DAEE ao mês, um primeiro de pré-planejamento, cinco dias úteis antes do fim do mês, e um segundo, no fim do mês, de planejamento. Este informa as vazões a serem praticadas pelos Comitês PCJ e pela SABESP, operadora dos reservatórios do Sistema.

Diante da proximidade do fim da vigência da outorga emitida pelo DAEE à SABESP e considerando a experiência acumulada nos últimos nove anos, notadamente na operacionalização do Banco de Águas, na publicação mensal dos Boletins de Monitoramento dos Reservatórios do Sistema Cantareira e nas operações de controle de cheias, tem-se a oportunidade de revisão das condições de operação dos reservatórios do Sistema Cantareira e dos critérios e procedimentos para a outorga do direito de uso de recursos hídricos de domínio da União, no âmbito das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.

Tal condição é reforçada pela publicação da Resolução ANA nº 436, de 1º de abril de 2013 (Anexo 1.6), que estabelece procedimentos e diretrizes gerais para delegar competência aos estados e Distrito Federal para emissão de outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União. Entre outros, tal resolução determina que, em até seis meses após a publicação da referida resolução, os entes federados que já possuem delegação de outorga deverão pactuar com a ANA uma Agenda Operativa, sob pena de revogação da delegação. A implementação da Agenda Operativa prevê, quando cabível, a revisão da respectiva Resolução de delegação.

Ainda, além dos elementos já presentes à época da primeira renovação, relativos ao atendimento às necessidades de uso da água para a RMSP e para os Comitês PCJ, deverão ser incorporadas as diretrizes regulatórias estabelecidas no Plano das Bacias PCJ 2010-2020 e a crescente demanda das bacias PCJ para refinamento dos critérios de operação dos reservatórios da bacia em torno da gestão de cheias.

3.2. Visão geral da Portaria DAEE nº 1213/2004 (renovação de outorga, de 2004).

3.2.1. Condições gerais da outorga

O Anexo 1.4 contém a íntegra da renovação de outorga de 2004. O presente item contém apenas os aspectos considerados mais relevantes dessa portaria, e tem o objetivo de facilitar a compreensão dos seus principais itens.

O prazo de validade estabelecido para a outorga foi de 10 anos, com vencimento em 05 de agosto de 2014.

As estruturas hidráulicas e os usos abrangidos pela outorga são:

- Cinco reservatórios e seis barragens: Jaguari-Jacaré (2 barragens), Cachoeira e Atibainha, nas bacias PCJ, Paiva Castro (no rio Juqueri) e Águas Claras (no rib. Santa Inês);
- Túneis para transposição de vazões entre os reservatórios: T.7 (Jacaré – Cachoeira), T.6 (Cachoeira – Atibainha), T.5 (Atibainha/PCJ – Juqueri/AT), T.3 (Juqueri – EESI-Estação Elevatória de Santa Inês), T.2/4 (EESI – Águas Claras) e T.1 (Águas Claras – ETA Guaraú);

- Canal do rio Juqueri: desde o desemboque do T.5 até o reservatório de Paiva Castro, incluindo a barragem da Cascata;
- Capacidade máxima dos túneis T.7, T.6 e T.5: 35 m³/s;
- Vazões máximas médias mensais: T.5: 31 m³/s, EESI: 33 m³/s e Águas Claras/Ribeirão Santa Inês: 33 m³/s.

3.2.2. Condições de retiradas do Sistema Cantareira e a partição das águas

Os artigos 4º a 10 da Portaria DAEE nº 1213/2004 tratam da determinação de vazões de retirada médias mensais do Sistema Cantareira e sua partição entre as bacias PCJ e do Alto Tietê. Com relação a este tema recomenda-se a leitura do item 4.3 do presente documento, que contém descrições detalhadas sobre o Modelo de Operação do Sistema Cantareira.

Quanto às vazões mínimas para jusante dos aproveitamentos, a Portaria DAEE nº 1213/2004 estabeleceu o seguinte:

- A jusante dos barramentos do PCJ: Serão definidas mensalmente pelo PCJ em função das regras de partição das águas descritas no item 4.3 do presente documento e das demandas identificadas pelo Comitê PCJ;
- A jusante da barragem Paiva Castro (rio Juqueri): 1 m³/s.

A Portaria estabeleceu também que em situações emergenciais as regras operacionais definidas podem ser desconsideradas.

Quanto aos limites para outorga nas bacias de montante do Sistema Cantareira, o artigo 18 da Portaria DAEE nº 1213/2004 estabeleceu que o DAEE, ao analisar os requerimentos respectivos, observará os limites estabelecidos na Resolução ANA n.º 429/2004, que delega competência e define os critérios e procedimentos para a outorga do direito de uso de recursos hídricos de domínio da União, no âmbito das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.

3.2.3. As condicionantes da outorga de 6 de agosto de 2004

Os artigos 11 a 17 da Portaria DAEE nº 1213/2004 introduziram sete condicionantes para a SABESP, que são resumidas a seguir.

a) **Elaboração do Plano de Contingência**, em articulação com DAEE, ANA e CBHs PCJ e AT, no prazo de 12 meses (artigo 11).

b) **Implantação, manutenção e operação de estações fluviométricas e limnimétricas** disponibilizando informações que compreendem (artigo 12):

- b.1. Manter curvas de descarga (curva-chave) dos postos fluviométricos efetuando medições regulares de vazão.
- b.2. Ajustar programa de implantação das estações com ANA e DAEE, no prazo de 6 meses.
- b.3. Implantar estações de monitoramento de qualidade dos corpos d'água do Sistema Cantareira, com orientação da CETESB.
- b.4. Após aprovação do programa dos itens b.2 e b.3, prazo de 12 meses para implantação.

c) **Atualização das curvas cota-área-volume dos reservatórios**, no prazo de 12 meses refazendo, posteriormente, as Curvas de Aversão a Risco (artigo 13).

d) **Revisão dos estudos hidrológicos e hidráulicos** para verificação da capacidade das estruturas extravasoras relativamente às vazões de cheia de projeto (considerando as restrições de vazões para jusante das barragens), no prazo de 12 meses (artigo 14).

d.1. **Verificação das curvas cota-descarga** de todas as estruturas hidráulicas do sistema.

d.2. **Realização de análises e avaliações, hidráulicas e sedimentológicas**, dos rios Jaguari, Jacareí, Cachoeira, Atibainha e Juqueri, a jusante dos barramentos do Sistema Cantareira.

e) Firmar **Termo de Compromisso** (da SABESP em conjunto com municípios e entidades operadoras dos serviços de saneamento na área do Comitê PCJ) estabelecendo **metas, para os próximos 10 (dez) anos**, de tratamento de esgotos urbanos, de controle de perdas físicas nos sistemas de abastecimento de água e de ações que contribuam para a recarga do lençol freático. O Termo de Compromisso deverá ser firmado em até 90 (noventa) dias, por proposta do Comitê PCJ. (artigo 15)

f) **Providenciar estudos e projetos que viabilizem a redução da dependência da Sabesp em relação ao Sistema Cantareira**, considerando os Planos de Bacia dos Comitês PCJ e AT, no prazo de 30 meses (artigo 16).

g) **Manter programas permanentes de controle de perdas, uso racional da água**, combate ao desperdício e incentivo ao reuso de água, apresentando, anualmente, relatórios ao DAEE e à ANA que disponibilizarão os dados ao Comitê das Bacias Hidrográficas do Alto Tietê e dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (artigo 17).

A situação de atendimento a cada uma dessas condicionantes introduzidas na Portaria DAEE nº 1213/2004 é apresentada no item subsequente.

3.3. Cumprimento das Condicionantes da Portaria DAEE N° 1213

Desde a publicação da Portaria DAEE nº 1213/2004, o DAEE e a ANA, com a participação da Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, têm acompanhado o cumprimento das suas condicionantes.

Os itens a seguir apresentam um balanço da situação atual do cumprimento dessas condicionantes.

3.3.1. Elaboração do Plano de Contingência (artigo 11)

Esta condicionante refere-se à elaboração do Plano de Contingência, em articulação com DAEE, ANA e CBHs PCJ e AT, no prazo de 12 meses. Todavia, em vista de sua dependência com a revisão das curvas cota-volume dos reservatórios (concluídas em 06/2008), dos estudos hidrológicos e hidráulicos, das verificações das curvas de descarga das estruturas hidráulicas e das análises de volumes de espera e vazões de restrição, concluídos em 2009, o prazo fixado se mostrou impraticável. Com isso, a Sabesp apresentou seus planos de contingência para todos os aproveitamentos componentes do Sistema Cantareira (barragens e seus reservatórios) posteriormente ao prazo original. Entretanto, após as chuvas intensas e persistentes, de caráter extraordinário, que se abateram sobre a região Sudeste ao final daquele ano e no princípio de 2010, novos estudos sobre as regras operacionais dos reservatórios foram desenvolvidos.

Após as chuvas do início de 2010, DAEE, ANA e Sabesp, ouvindo os Comitês PCJ, deram prosseguimento a entendimentos visando estabelecer critérios, limites e formas de operação dos aproveitamentos do Sistema Cantareira para o período de cheias 2010 – 2011.

E, como parte das ações previstas no “Plano de Trabalho para Prevenção de Cheias nas Bacias dos Rios Piracicaba e Juqueri” – desenvolvido conjuntamente por ANA, DAEE, Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos, Sabesp e Comitês de Bacias envolvidos – a Sabesp elaborou um novo modelo de simulação para prever o comportamento dos reservatórios com base na longa série de vazões afluentes de que dispõe, organizando os resultados de níveis a serem atingidos e vazões a serem descarregadas (nos meses subsequentes) pela probabilidade da ocorrência dos eventos.

Assim, foi entregue ao DAEE, em 20/10/10, uma Nota Técnica denominado de “*Regras de operação para controle de cheias dos reservatórios do Sistema Cantareira: Planejamento – determinação dos volumes de espera e plano de operação em tempo real para controle de cheias*”. O modelo, aprovado pelos órgãos gestores e em utilização desde o final de 2010, permite tomadas de decisão antecipadas, mensalmente, sobre os níveis máximos a serem mantidos nos reservatórios e vazões médias a serem descarregadas, com possibilidade de se analisar o comportamento dos reservatórios nos 12 meses seguintes.

Em 9/11/2010, foi publicada a Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 614, dispondo “sobre as condições de operação dos reservatórios do Sistema Cantareira no período de controle de cheias”. No “Anexo III – Planos de contingência – Fluxos da operação das estruturas hidráulicas em função dos níveis nos reservatórios”, da referida Nota Técnica, a Sabesp apresentou a atualização de seus planos de contingência das barragens do Sistema Cantareira, incorporando as novas determinações estabelecidas pelos órgãos gestores e outorgantes, ANA e DAEE.

Em função da evolução tecnológica das operações dos aproveitamentos do Sistema Cantareira e da nova versão de plano de contingência produzido pela Sabesp, considera-se atendida a condicionante expressa no Art. 11 da Portaria DAEE nº 1213/2004.

No entanto, Planos de contingência para barragens não são produtos técnicos finais. Seus conteúdos necessitam de atualizações periódicas por sofrerem influência de diversos fatores intervenientes externos, como alteração na ocupação do solo, mudanças na estratégia da Coordenadoria de Defesa Civil, nos quadros das prefeituras e dos responsáveis pela defesa civil nos municípios, avanços tecnológicos e mudanças de restrições, critérios e limites para as operações. Podem mesmo sofrer alterações durante os períodos críticos de chuvas intensas, em função de eventos que venham a ocorrer.

Dessa forma, a Sabesp, como responsável pela operação das barragens, deverá incorporar modificações em seus planos de contingência sempre que cabível ou necessário.

3.3.2. Rede de monitoramento (artigo 12)

Trata-se da implantação, manutenção e operação de uma rede de monitoramento com estações fluviométricas e limnimétricas disponibilizando informações que compreendem:

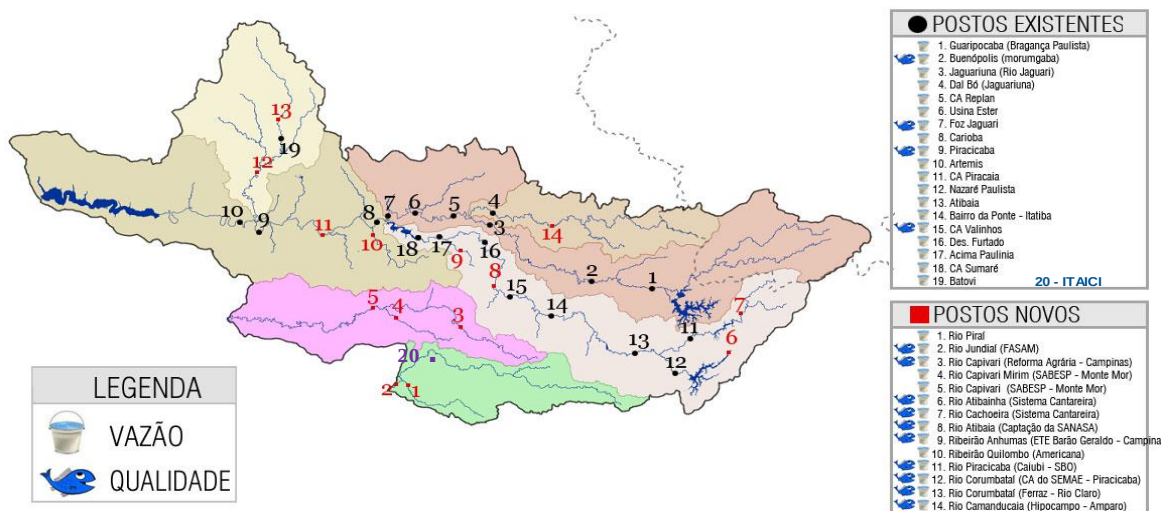
- a. Manter curvas de descarga (curva-chave) dos postos fluviométricos, efetuando medições regulares de vazão.
- b. Ajustar programa de implantação das estações com ANA e DAEE, no prazo de 6 meses.
- c. Implantar estações de monitoramento de qualidade dos corpos d'água do Sistema Cantareira, com orientação da CETESB.
- d. Após aprovação do programa dos itens (b) e (c), prazo de 12 meses para implantação.

A elaboração de programa de implantação de estações de monitoramento de quantidade e qualidade foi atendido pela Sabesp, que, em 4/5/2005 encaminhou o relatório "Redes de Monitoramento Quantidade/Qualidade de Água no Sistema Cantareira".

A ata de reunião da Câmara Técnica de Monitoramento Hidrológico (CT-MH) do CBH-PCJ, de 27/7/2005 informa que:

- foram instalados no Túnel 5 postos de medição de chuva e de níveis d'água nos reservatórios e de vazão;
- a rede telemétrica do DAEE nas bacias PCJ complementa a rede de monitoramento;
- foi proposta a instalação de 2 (duas) sondas tipo "Logotronic" captações de Bragança Paulista, no Rio Jaguari, e Atibaia, no Rio Atibaia. Demais postos de coleta e análise de água localizam-se nos rio Cachoeira e Atibainha.

Postos fluviométricos da rede de monitoramento PCJ - S. Paulo			
Código	Curso d'água	Local	Município
E3-110T/3E-116T	Rio Cachoeira	Captação Piracaia	Piracaia
3E-089T	Rio Atibainha	Nazaré Pta.	Nazaré Paulista
E3-111T / 3E-063T	Rio Atibaia	Atibaia	Atibaia
D3-048T / 3D-006T	Rio Atibaia	Bairro da Ponte	Itatiba
D3-051T/3D-007T	Rio Atibaia	Captação Valinhos	Valinhos
D3-055T / 3D-003T	Rio Atibaia	Desembargador Furtado	Campinas
D4-120T / 4D-009RT	Rio Atibaia	Acima de Paulínia	Paulínia
D4-122 / 4D-033	Rio Atibaia	Captação Sumaré	Paulínia
D3-047T / 3D-015T	Rio Jaguari	Guaripocaba	Bragança Paulista
D3-040T / 3D-009T	Rio Jaguari	Buenópolis	Morungaba
D3-045T / 3D-008T	Rio Jaguari	Jaguariúna	Jaguariúna
D3-044T / 3D-001T	Rio Camanducaia	Dal Bo	Jaguariúna
D4-123 / 4D-034	Rio Jaguari	Captação Petrobrás	Paulínia
D4-052RT / 4D-001T	Rio Jaguari	Usina Ester	Cosmópolis
D4-121T / 4D-013T	Rio Jaguari	Foz	Limeira
D4-097T / 4D-010T	Rio Piracicaba	Carioba	Americana
D4-095T / 4D-015T	Rio Piracicaba	Piracicaba	Piracicaba
D4-061T / 4D-007T	Rio Piracicaba	Artemis	Piracicaba
D4-043 / 4D-018T	Rio Corumbataí	Batovi	Rio Claro
E4-864AN / 4E-017	Rio Jundiá	Itaici	Indaiatuba



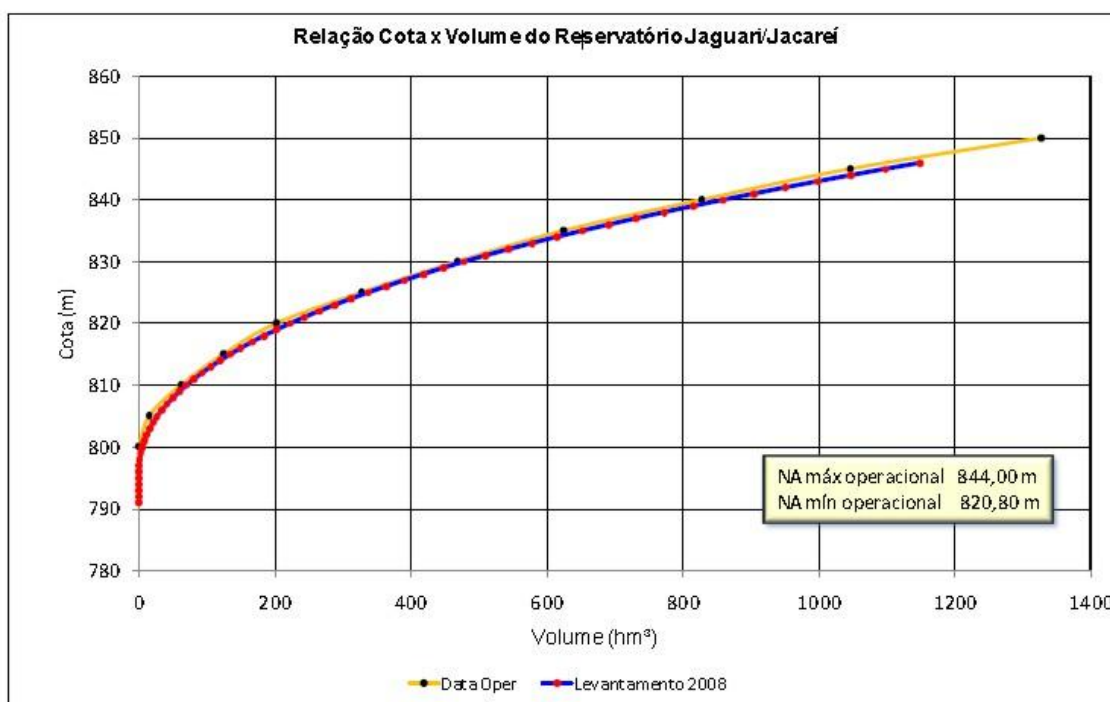
Localização da Rede Telemétrica PCJ - Completa

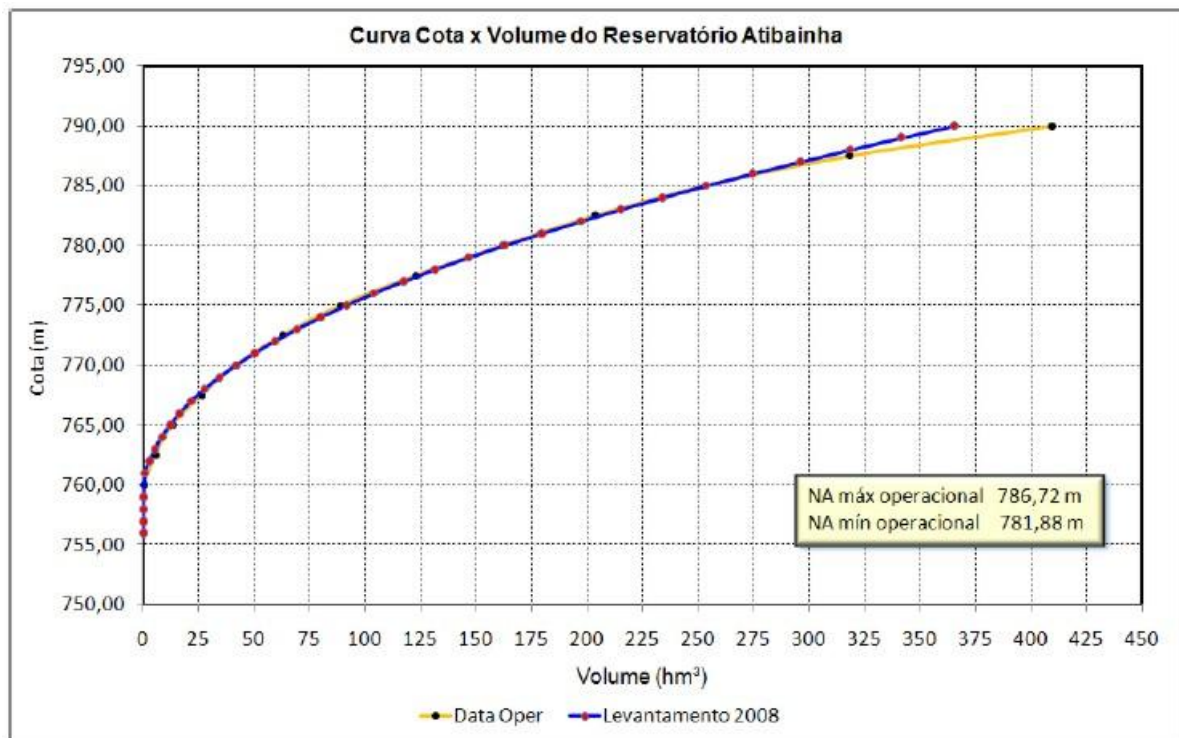
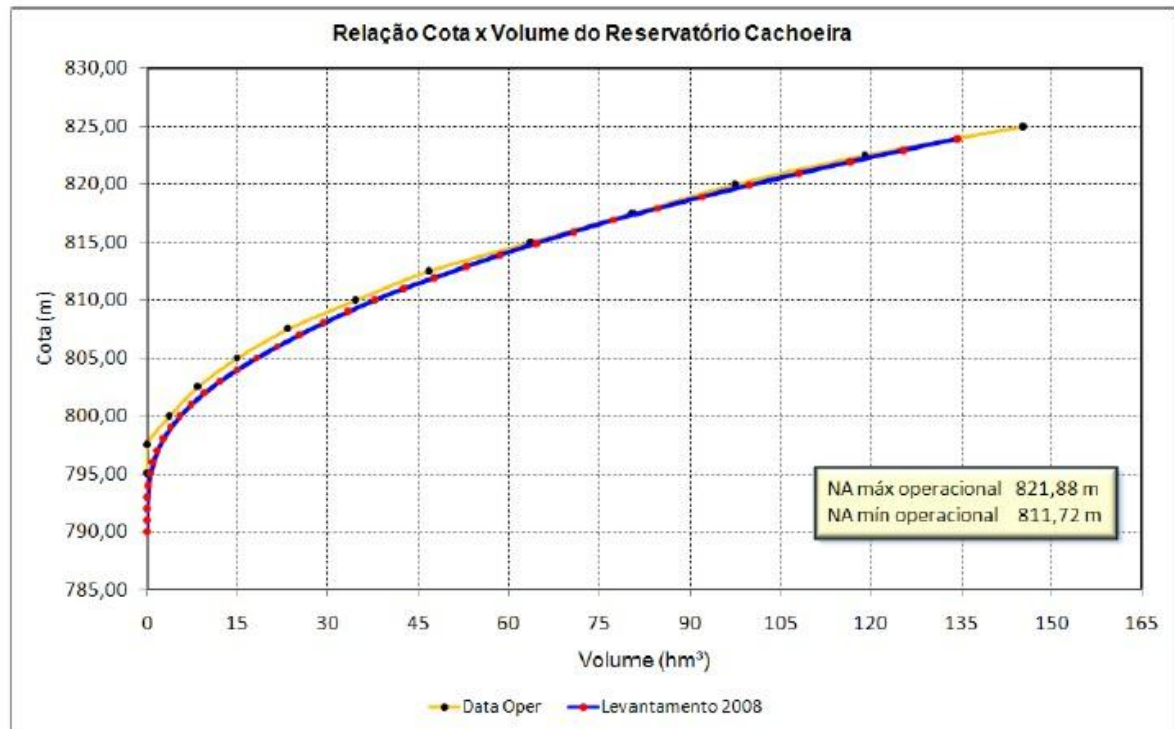
3.3.3. Atualização das curvas cota-área-volume dos reservatórios (artigo 13)

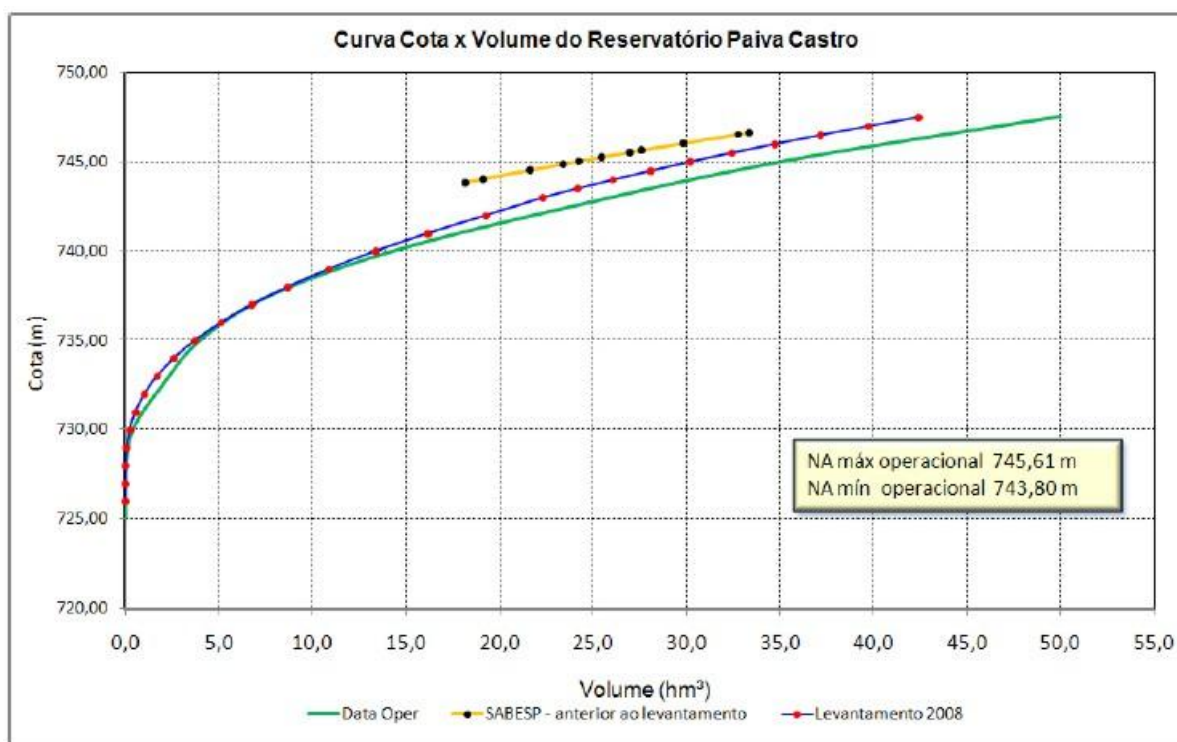
Esta condicionante refere-se à atualização das curvas cota-área-volume dos reservatórios do Sistema Cantareira, no prazo de 12 meses refazendo, posteriormente, as Curvas de Aversão a Risco.

Devido aos problemas ocorridos nos processos licitatórios, a Sabesp solicitou prorrogações de prazo para o atendimento a esta condicionante em 2006, 2007 e 2008. A dilação de prazos para a conclusão dos levantamentos de campo para a atualização das curvas cota – volume acabou estendendo, também, o atendimento aos artigos 11 e 14, até 2009. O Relatório da Sabesp de título "Equações Consolidado Cota x Área x Volume - Sistema Cantareira - Contrato nº 22541/06C", encaminhado ao DAEE em 30/06/08 e executado pela empresa "Azimute Engenheiros Consultores S/C Ltda" atende ao solicitado na condicionante.

Observação: como as diferenças entre as curvas cota-volume dos reservatórios constituintes do Sistema Equivalente (ou seja, reservatórios Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha), anteriores e atuais, se mostraram de pequena magnitude, como se demonstra nas ilustrações abaixo, decidiu-se por não atualizar as curvas de aversão ao risco.







3.3.4. Revisão dos estudos hidrológicos e hidráulicos (artigo 14)

Esta condicionante trata da revisão dos estudos hidrológicos e hidráulicos para verificação da capacidade das estruturas extravasoras relativamente às vazões de cheia de projeto (considerando as restrições de vazões para jusante das barragens), no prazo de 12 meses, compreendendo:

- Verificação das curvas cota-descarga de todas as estruturas hidráulicas do Sistema.
- Realização de análises e avaliações, hidráulicas e sedimentológicas, dos rios Jaguari, Jacaré, Cachoeira, Atibainha e Juqueri, a jusante dos barramentos do Sistema Cantareira.

Em vista dos atrasos para atendimento da atualização das curvas cota-volume, a Sabesp desenvolveu parte da revisão dos estudos hidrológicos e hidráulicos das barragens do Sistema Cantareira, numa primeira fase, até o final de 2008.

Em 2009, o DAEE solicitou complementações que foram apresentadas em outubro de 2009. Após análises do DAEE e da ANA, os relatórios, em suas versões finais, foram entregues em maio de 2010, a saber:

- “Reconstituição de vazões naturais do Sistema Cantareira” – ago/09;
- “Relatório de consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira” – out/09;
- “Estudos de cheias para avaliação dos volumes de espera dos aproveitamentos do Sistema Cantareira” – out/09.

Após avaliação do DAEE e da ANA, a versão final desses relatórios foi entregue ao DAEE em maio de 2010.

Os produtos decorrentes do atendimento a esta condicionante estão sintetizados no Anexo 3 do presente documento.

3.3.5. Termo de Compromisso com metas de tratamento de esgotos (artigo 15)

Esta condicionante trata do Termo de Compromisso (da SABESP em conjunto com municípios e entidades operadoras dos serviços de saneamento na área do Comitê PCJ) estabelecendo metas, para os próximos 10 (dez) anos, de tratamento de esgotos urbanos, de controle de perdas físicas nos sistemas de abastecimento de água e de ações que contribuam para a recarga do lençol freático. O Termo de Compromisso deverá ser firmado em até 90 (noventa) dias da publicação da outorga, por proposta do Comitê PCJ.

O Termo de Compromisso, firmado por Sabesp e municípios (não operados pela concessionária), com metas de tratamento de esgotos, foi assinado em 23/12/04. O primeiro Termo aditivo foi firmado em 11/5/06.

O controle e acompanhamento desta condicionante estão sendo efetuados no âmbito dos Comitês PCJ.

3.3.6. Redução da dependência da Sabesp em relação ao Sist. Cantareira (artigo 16)

Esta condicionante refere-se às providências da Sabesp para realização de estudos e projetos que viabilizem a redução de sua dependência do Sistema Cantareira, considerando os Planos de Bacia dos Comitês PCJ e AT, no prazo de 30 meses.

Em 2006, a Sabesp apresentou ao DAEE o Plano Diretor de Abastecimento de Água da RMSP – PDAA, com horizonte de planejamento de 2025 para a região do Alto Tietê e suas vizinhanças. O relatório, a partir de estudos de evolução da população e das demandas na RMSP, analisa as possibilidades de expansão dos sistemas existentes, bem como, a incorporação de novos mananciais, sintetizando as ações necessárias de curto, médio e longo prazo. Com isso, a Sabesp pretendia atender à condicionante do artigo 16. Entretanto, a avaliação do DAEE e do Governo de estado foi que o PDAA não atendia plenamente ao anseio expresso no artigo. Em decorrência, o Governo do Estado de São Paulo decidiu por promover estudos mais abrangentes compreendendo as bacias do Alto Tietê e Piracicaba, Capivari e Jundiaí e também as regiões circunvizinhas.

Diante dessa constatação, foi editado o Decreto Estadual nº 52.748, de 26 de fevereiro de 2008, que instituiu um Grupo de Trabalho composto pelos Secretários de Estado titulares das Pastas de Economia e Planejamento, Saneamento e Energia (atual Saneamento e Recursos Hídricos) e do Meio Ambiente. O propósito desse Grupo foi o de revisar os estudos existentes propondo um conjunto de alternativas de novos mananciais para o uso múltiplo de recursos hídricos da “Macrometrópole”, com prioridade para o abastecimento público, bem como, as diretrizes para o aproveitamento dos mananciais existentes e medidas de racionalização do uso da água até o horizonte de 2035.

Esta decisão teve origem na constatação de que o problema da escassez hídrica há longa data, não era mais exclusivo da RMSP, devendo ser estudado em todo território da denominada Macrometrópole Paulista. Para efeito desse decreto, a Macrometrópole de São Paulo foi considerada como sendo composta pelas Regiões Metropolitanas de São Paulo (RMSP), Campinas (RMC) e Baixada Santista (RMBS), acrescida de regiões limítrofes ou adjacentes de interesse para o objetivo dos trabalhos definidos no referido decreto. São, total ou

parcialmente incluídas nessa Macrometrópole, principalmente as Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) do Alto Tietê (AT); do Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ); da Baixada Santista (BS); do Sorocaba e Médio Tietê (SMT); do Paraíba do Sul (PS) e do Ribeira do Iguape e Litoral Sul (RB).

O Governo do Estado de São Paulo concluiu que, em função dos diferentes usos e usuários da água e, em particular, da diversidade de operadores dos sistemas de saneamento e de inúmeros conflitos que envolvem os recursos hídricos, o problema extrapolava as competências institucionais da Sabesp requerendo uma ação de planejamento integrado conduzida diretamente pelo Estado, em sintonia com os instrumentos de planejamento das principais políticas públicas afetas.

O Grupo de Trabalho criado por esse decreto, após alguns meses de discussão, elaborou o Termo de Referência para a contratação dos estudos da Macrometrópole. Foi estabelecido, dentre outros itens, que “... sem prejuízo de novas soluções, recomenda-se o exame das alternativas de aproveitamentos integrados dos recursos hídricos superficiais já cogitadas ou estudadas, como as dos rios Itatinga e Itapanhaú, na vertente marítima; represa de Jurumirim, no Alto Paranapanema; bacia do rio Ribeira do Iguape; bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí; bacia do rio Paraíba do Sul; bem como, de recursos hídricos subterrâneos do aquífero Guarani” sem esquecer também o reservatório de Barra Bonita, no rio Tietê, tendo em vista a preocupação de – num primeiro momento – inventariar todas as possibilidades físicas, no entorno e no interior da Macrometrópole.

Faz parte também dessas alternativas, um amplo programa de gestão da demanda de água, o qual deverá identificar as medidas aplicáveis no âmbito dos setores usuários, agrícola, industrial, doméstico e comercial – com ênfase no abastecimento público –, como forma de reduzir ou adiar as necessidades de expansão da oferta de água. Esse programa deverá conter um elenco de ações, metodologia de execução e metas para redução de perdas, melhorias tecnológicas e substituição de equipamentos, uso racional da água, reuso de efluentes tratados, política tarifária e incentivos fiscais. Será efetuado também um mapeamento dos potenciais usuários para água de reuso, com as respectivas concentrações geográficas e dimensionamento da demanda. Incluirá ainda o estudo para aperfeiçoamento das ações em curso e proposição de novas medidas não estruturais, tais como aquelas visando ao controle do uso do solo, reflorestamento ciliar e educação ambiental.

O Decreto nº 52.748/2008 estabeleceu ainda que a proposta a ser apresentada pelo Grupo de Trabalho deveria ser compatível com os planos de recursos hídricos (estabelecidos pela Lei estadual nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991 e Lei federal nº 9.433, de 7 de janeiro de 1997) aprovados, e buscar a conciliação entre as políticas públicas de saneamento, recursos hídricos, meio ambiente e desenvolvimento regional, e outras que interfiram com o uso múltiplo dos recursos hídricos.

E assim, com base no Termo de Referência já citado, foi contratado pelo DAEE, em novembro de 2008 o estudo de título “Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista” com a COBRAPE – Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos. As principais fases desse trabalho, em síntese, são:

- Caracterização da área e consolidação de estudos existentes (quantidade e qualidade).
- Estudo de demandas e balanço hídrico.
- Subsídios a um programa de gestão da demanda.
- Estudo de alternativas de aproveitamento.
- Apresentação e discussão em Seminários Regionais.

- Infraestrutura de adução e medidas de contingência.
- Programa de Investimentos.
- Apresentação e discussão em Seminário Final.
- Relatório Final de Consolidação.

No entanto, houve, durante o desenvolvimento dos trabalhos, dificuldades de ordem administrativa que resultaram na interrupção dos estudos por aproximadamente dois anos, tendo sido retomado o contrato somente em janeiro de 2013.

No momento o contrato está em fase de elaboração do relatório final, com previsão de conclusão para outubro de 2013, após a realização de seminários regionais.

O item 7 do presente documento, de título “Balanço hídrico e cenários de referência” contém algumas informações sobre os estudos desenvolvidos para a Macrometrópole Paulista.

Com os resultados e conclusões desse contrato a Sabesp poderá adequar seu planejamento estratégico e desenvolver outros projetos mais específicos e as possíveis parcerias para fazer frente aos investimentos necessários à implementação das soluções apontadas pelos estudos.

Diante do exposto e considerando a elevada complexidade do tema, a verificação do atendimento da condicionante estabelecida no Art. 16 da Portaria DAEE nº 1213/2004 depende da conclusão dos mencionados estudos.

3.3.7. Programas de Controle de perdas, uso racional e reuso (artigo 17)

Esta condicionante refere-se à manutenção, pela Sabesp, de programas permanentes de controle de perdas, uso racional da água, combate ao desperdício e incentivo ao reuso de água, apresentando, anualmente, relatórios ao DAEE e à ANA que disponibilizarão os dados ao Comitê das Bacias Hidrográficas do Alto Tietê e dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

Com a entrega em 29/12/2005 do relatório “Programa de Redução de Perdas, Alto Tietê e PCJ – Plano 2006 a 2014 – dez/05” considera-se atendido esta condicionante.

4. DADOS HIDROLÓGICOS E DE OPERAÇÃO DO SISTEMA CANTAREIRA

4.1. Série de Vazões Naturais nos Aproveitamentos do Sistema Cantareira

Esse item trata da metodologia para atualização da série de vazões naturais mensais dos rios Jaguari/Jacareí, Cachoeira, Atibainha nos aproveitamentos homônimos, bem como do rio Juqueri, no aproveitamento Paiva Castro, no período entre janeiro de 2004 e dezembro de 2012.

Séries de vazões naturais para os aproveitamentos, no período entre 1930 e 2003, foram apresentadas no ano de 2004 por meio da NT Conjunta ANA/DAEE¹, tendo sido definidas da seguinte forma:

- a) Séries de vazões naturais no período de janeiro de 1930 a dezembro 1993: obtidas com base em estudos hidrológicos desenvolvidos em 1995 pelo consórcio HIDROPLAN no âmbito do “Plano Integrado de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos das Bacias Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista”;
- b) Séries de vazões naturais no período de janeiro de 1994 a dezembro de 2003: determinadas através da equação de balanço hídrico (Equação 4.1.1) com base em dados operacionais dos aproveitamentos disponibilizados pela Sabesp. Na reconstituição das séries não foram consideradas vazões de retirada nas bacias a montante dos aproveitamentos, uma vez que as vazões outorgadas constantes no cadastro de outorga do DAEE-SP são inexpressivas frente à precisão dos dados operacionais.

$$Q_{\text{afluente},t} = Q_{\text{defluente},t} + Q_{\text{transferência},t} + (Vol_{\text{final},t} - Vol_{\text{inicial},t}) / \Delta t \quad \text{Equação 4.1.1}$$

onde:

$Q_{\text{afluente},t}$ é a vazão média afluente ao reservatório no intervalo de tempo t (dia ou mês); $Q_{\text{defluente},t}$ é a vazão média defluente do reservatório no intervalo de tempo t (dia ou mês); $Q_{\text{transferência},t}$ é a vazão média transferida do reservatório no intervalo de tempo t (dia ou mês) através dos túneis ou na Estação Elevatória Santa Inês; $Vol_{\text{final},t}$ é o volume final do reservatório no intervalo de tempo t (dia ou mês); $Vol_{\text{inicial},t}$ é o volume inicial do reservatório no intervalo de tempo t (dia ou mês) e Δt é o intervalo de tempo.

Decorridos 9 anos desde a outorga de 2004, julgou-se oportuna a atualização da série de vazões naturais aos aproveitamentos, até dezembro de 2012. Tal procedimento foi realizado conforme metodologia citada no item “b” acima.

As Tabelas dos Anexos 2.1 a 2.4 apresentam, para cada um dos aproveitamentos as vazões médias mensais referentes ao período entre janeiro de 1930 a dezembro de 2012. Os Anexos 2.5 e 2.6 apresentam as vazões médias mensais desse mesmo período referentes ao Sistema equivalente e ao Sistema Cantareira completo(incluindo-se o reservatório Paiva Castro).

¹ Nota Técnica Conjunta ANA/DAEE. Subsídios para a Análise do Pedido de Outorga do Sistema Cantareira para a Definição das Condições de Operação dos seus Reservatórios. Relatório Final, julho de 2004, V 1.1.

4.2. Análise das Séries de Vazões Naturais nos Aproveitamentos

Para a análise das séries de vazões naturais médias mensais atualizadas dos rios Jaguari e Jacareí, Cachoeira, Atibainha e Juqueri, respectivamente nos aproveitamentos Jaguari-Jacareí, Cachoeira, Atibainha e Paiva Castro, foram determinados alguns parâmetros hidrológico-estatísticos referentes ao período entre janeiro de 1930 a dezembro de 2012.

A Tabela 4.2.1 apresenta, para cada um dos aproveitamentos, a área de drenagem da bacia hidrográfica, a vazão específica além da média, do desvio padrão, do coeficiente de variação e da curva de permanência. As sub-bacias dos rios Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha no local dos aproveitamentos apresentaram vazões específicas entre 19,3 e 21,5 l/s.km², enquanto a bacia do rio Juqueri em Paiva Castro, de 12,7 l/s.km².

A Tabela 4.2.2, apresenta as vazões naturais médias das sub-bacias afluentes aos aproveitamentos para três diferentes períodos. Pode-se observar que as sub-bacias no Alto Rio Piracicaba apresentaram vazões médias no período entre 2004 a 2012 inferiores a média de longo termo (MLT), em especial a sub-bacia referente ao aproveitamento Cachoeira, que apresentou uma vazão média no período cerca de 30% inferior a MLT (vide Tabela 4.2.3). Em relação ao reservatório de Jaguari-Jacareí, que responde pela maior parte da disponibilidade hídrica do Sistema Cantareira, a redução foi menos significativa, apresentando uma vazão média de 92% da MLT, como mostra a Tabela 4.2.3. A sub-bacia afluente ao aproveitamento Paiva Castro, por outro lado, apresentou vazão média 15% superior a MLT nesse período. A vazão média total do sistema no período 2004-2012, entretanto, mostrou-se inferior a MLT.

As Figuras 4.2.1 a 4.2.4 apresentam gráficos de barras das anomalias das vazões médias anuais em relação à vazão MLT no local de cada um dos aproveitamentos assim como para o Sistema Equivalente (SE)². Valores positivos indicam anos onde a vazão afluente foi maior que a MLT (anomalia positiva, quando $Q_i/Q_m > 1$), e negativos, onde foi menor (anomalia negativa, quando $Q_i/Q_m < 1$). Para destacar a intensidade da anomalia, foram estabelecidos três níveis: a) Normal: correspondente a valores até $\pm 25\%$ da MLT; b) Úmido: valores maiores que $+25\%$ da MLT; c) Seco: valores menores que -25% da MLT.

Observando a Figura 4.2.5, correspondente ao Sistema Equivalente, verifica-se que a maior anomalia positiva ocorreu na década 1980. Por outro lado, as anomalias negativas mais significativas ocorrem em dois momentos distintos: a) Em termos de magnitude, na década de 1950; e b) Em termos de duração, no período que se estende entre 1997 e 2008, onde pode ser verificada uma sequência contínua de anos com vazões abaixo da MLT.

² Sistema composto pelos reservatórios Jaguari/Jacareí, Cachoeira e Atibainha.

Tabela 4.2.1 – Resumo estatístico das séries de vazões naturais no local dos aproveitamentos (período 1930 – 2012)

Parâmetros Hidrológico-Estatísticos	Vazões Naturais Médias Mensais de Janeiro de 1930 a Dezembro de 2012					
	Jaguari-Jacaré	Cachoeira	Atibainha	Paiva-Castro	SE	SE + Paiva-Castro
Área de Drenagem (km²)*	1.230	392	312	369	1.934	2.303
Vazão Específica (l/s/km²)	20,4	21,5	19,3	12,7	20,5	19,2
Média (m³/s)	25,1	8,4	6,0	4,7	39,6	44,3
Máximo (m³/s)	118,0	33,9	27,5	19,9	165,7	181,5
Mínimo (m³/s)	5,7	0,9	0,5	0,5	9,6	11,8
Desvio Padrão (m³/s)	16,0	4,7	3,1	2,7	23,1	25,4
Coefficiente de Variação (%)	64%	55%	51%	59%	58%	57%
Permanência (%)	Vazões Garantidas (m³/s)					
1	79,8	22,9	14,9	13,5	113,6	127,2
2	68,7	20,3	14,0	12,2	102,5	113,9
3	62,9	19,5	12,9	11,6	94,4	105,2
5	57,2	17,5	12,2	10,1	86,1	94,3
10	48,1	15,0	10,3	8,5	74,0	81,8
15	41,1	13,3	9,2	7,3	63,5	70,6
20	35,8	11,9	8,1	6,5	55,3	61,3
25	31,7	10,7	7,4	5,7	48,8	54,8
30	28,1	9,6	6,9	5,3	44,6	49,8
35	25,7	8,9	6,4	4,8	40,5	45,4
40	23,5	8,3	5,9	4,5	37,0	41,1
45	21,6	7,8	5,6	4,2	35,0	38,9
50	20,1	7,3	5,2	3,9	32,5	36,2
55	18,7	6,8	5,0	3,7	30,5	34,1
60	17,3	6,5	4,7	3,4	28,7	32,5
65	16,2	6,0	4,4	3,3	27,2	30,7
70	15,2	5,7	4,2	3,1	25,0	28,2
75	14,0	5,3	3,9	2,9	23,3	26,3
80	12,7	4,9	3,6	2,5	21,4	24,5
85	11,7	4,4	3,4	2,3	19,6	22,4
90	10,7	3,7	3,0	2,1	18,2	20,5
95	8,9	2,8	2,5	1,7	15,1	17,5
98	7,5	1,9	2,0	1,3	12,9	15,3
100	5,7	0,9	0,5	0,5	9,6	11,8

* Definidas no “Plano Integrado de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos as Bacias Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista”, Consórcio HIDROPLAN (1995).

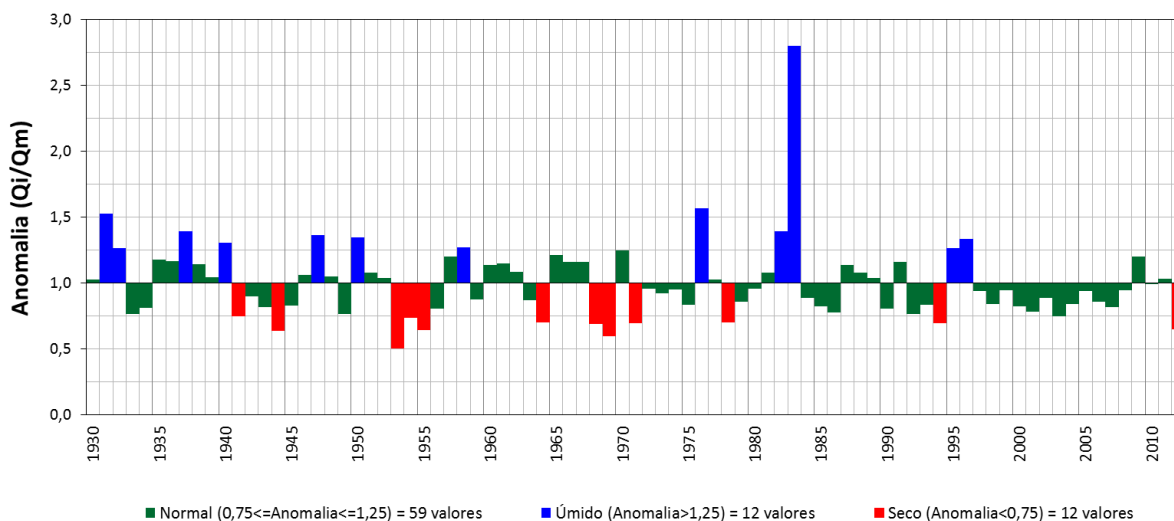
Tabela 4.2.2. Análise comparativa das vazões médias em relação à série adotada nos estudos realizados em 2004

Período	Vazões médias naturais em m ³ /s					
	Vazões Naturais Jaguari/Jacareí	Vazões Naturais Cachoeira	Vazões Naturais Atibainha	Vazões Naturais Paiva-Castro	Vazões Naturais Totais	Vazões Naturais Totais Piracicaba
1930-2003	25,4	8,7	6,1	4,6	44,8	40,2
1930-2012	25,1	8,4	6,0	4,7	44,2	39,5
2004-2012	23,2	6,0	5,2	5,3	39,7	34,4

Tabela 4.2.3. Vazões médias dos aproveitamentos no período 2004-2012 em relação a média de longo termo – MLT (1930 – 2012)

Período	Vazões Naturais Jaguari/Jacareí (%MLT*)	Vazões Naturais Cachoeira (%MLT*)	Vazões Naturais Atibainha (%MLT*)	Vazões Naturais Paiva-Castro (%MLT*)	Vazões Naturais Totais (%MLT*)	Vazões Naturais Totais Piracicaba (%MLT*)
2004-2012	92,2%	71,5%	86,7%	114,2%	89,8%	86,9%

* MLT = Média calculada a partir das séries mensais no período entre jan/1930 e dez/2012



Onde:
 Qi = vazão média anual de um ano i qualquer;
 Qm = vazão média de longo período (1930-2012).

Figura 4.2.1. Anomalia das vazões médias mensais no Rio Jaguari/Jacareí no local do aproveitamento Jaguari.

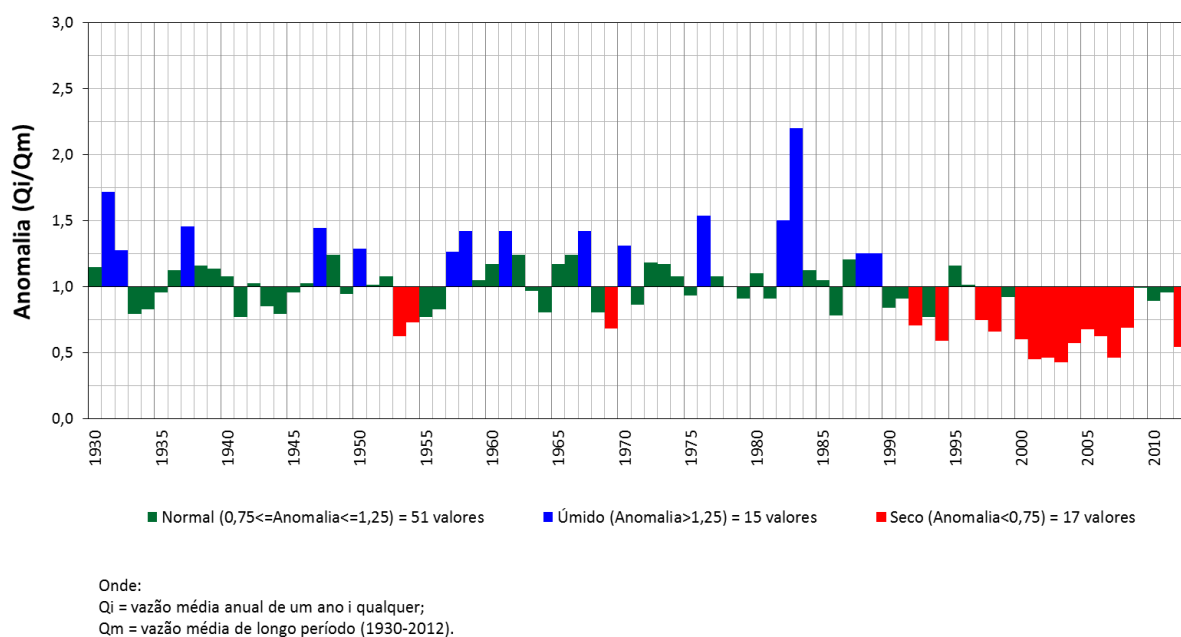


Figura 4.2.2. Anomalia das vazões médias mensais no rio Cachoeira no local do aproveitamento Cachoeira.

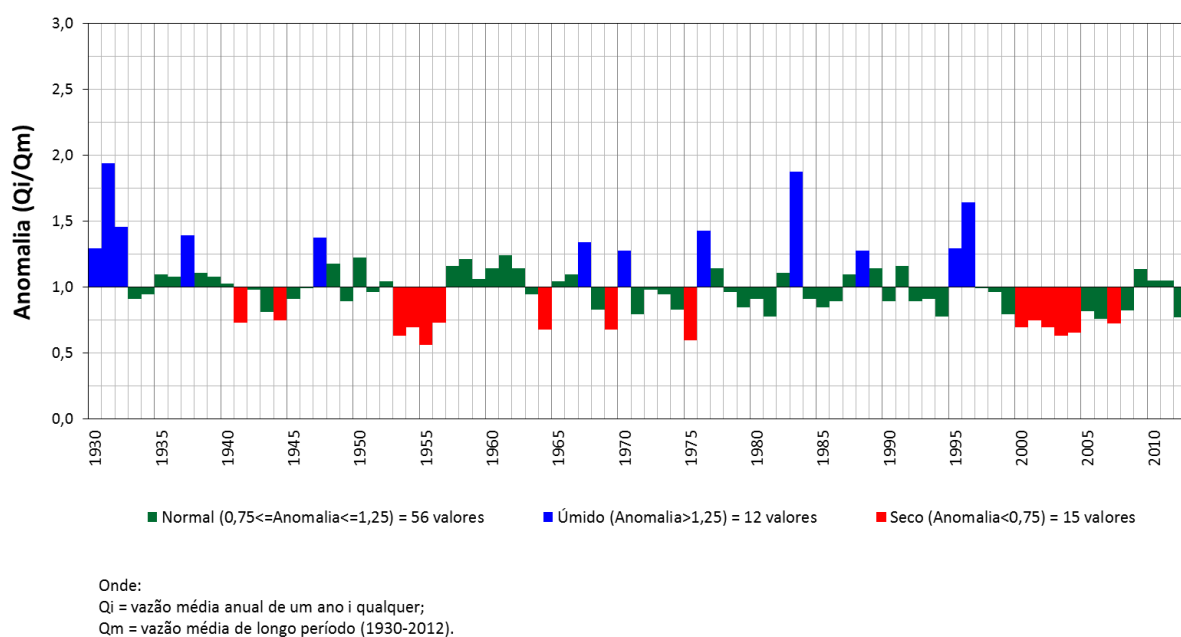


Figura 4.2.3. Anomalia das vazões médias mensais no rio Atibaia no local do aproveitamento Atibainha.

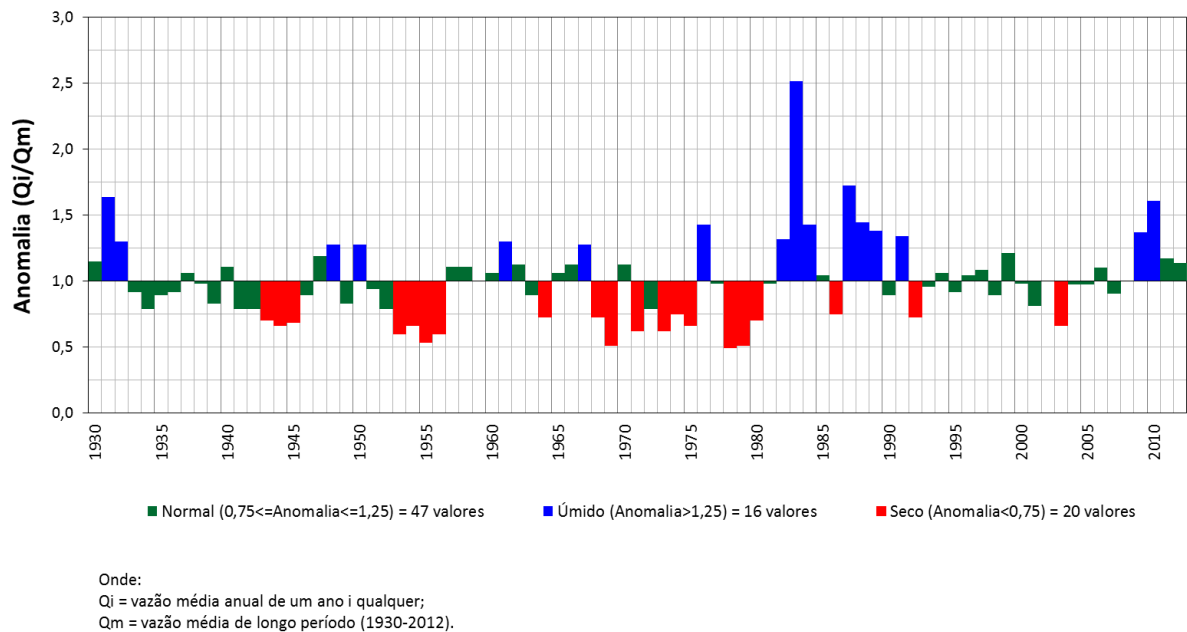


Figura 4.2.4. Anomalia das vazões médias mensais no Rio Juqueri no local do aproveitamento Paiva-Castro.

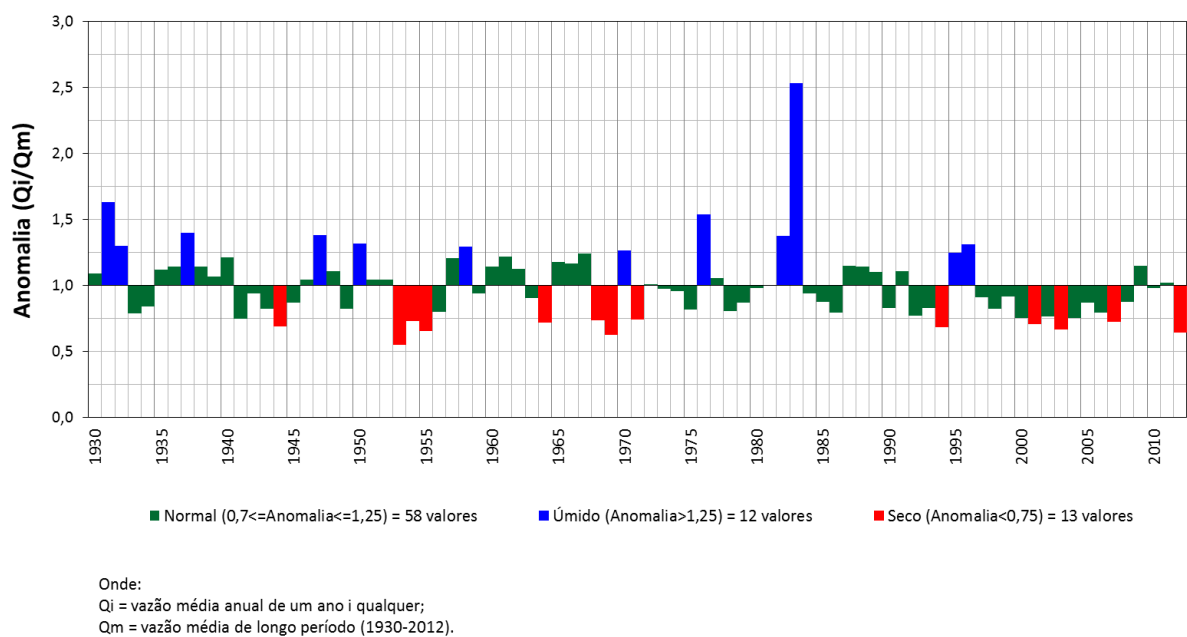


Figura 4.2.5. Anomalia das vazões médias mensais para o Sistema Equivalente.

4.3. Modelo de Operação do Sistema Cantareira

O modelo de operação dos reservatórios que compõe o Sistema Cantareira parte das seguintes premissas:

- a operação dos reservatórios é feita de forma integrada, sendo chamado este conjunto de reservatórios de Sistema Equivalente. A capacidade do Sistema Equivalente representa a soma dos volumes úteis operacionais existentes nos reservatórios de Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha, totalizando 978,57 hm³. A partir de 01/04/2010 o valor foi atualizado para 973,94 hm³.
- a vazão limite de retirada definida mensalmente deve considerar o cenário hidrológico mais crítico, de forma a garantir uma reserva estratégica de água acumulada no Sistema Equivalente. No modelo operacional do Sistema Cantareira, foi considerado o conceito de Curvas de Aversão a Risco - CAR.
- a operação dos reservatórios tem como objetivo também a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, conforme preconiza a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997). Desta forma, foi previsto um sistema de recompensas ao Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí - Comitê PCJ e à Sabesp, chamado “Banco de Águas”, que representa a possibilidade de reservar às parcelas das vazões limite de retiradas não utilizadas no período presente para serem utilizadas no momento futuro.

4.3.1. Curvas de Aversão a Risco

A metodologia das Curvas de Aversão a Risco-CAR tem como base a previsão de aflúências nos meses subseqüentes a partir de vazões observadas, julgadas representativas. Esta seqüência de vazões é denominada de cenário hidrológico.

Na construção das CAR, considerou-se que, ao final do período de previsão representado pelo cenário hidrológico, deve haver uma reserva estratégica no Sistema Equivalente, isto é, um volume mínimo desejável. A obtenção da CAR é feita obedecendo as seguintes etapas:

- identifica-se um período hidrológico crítico como padrão para simulação (por exemplo, o biênio mais seco da série histórica);
- fixa-se uma vazão qualquer “Q” para a construção da Curva de Aversão a Risco, que representa a vazão total de retirada do reservatório;
- estabelece-se uma reserva estratégica “ V_{res} ” desejável ao final do período (por exemplo, 5% a 10% do Volume Útil);
- determina-se o volume requerido no final do mês antecedente ao último período da simulação “ Vol_{t-1} ”, onde “t” é o mês considerado, pela soma do volume da reserva estratégica “ $Vol_t = V_{res}$ ” com a diferença entre o volume a ser retirado “ $Q \cdot \Delta t$ ” e o volume afluyente “ $Q_{afllu_t} \cdot \Delta t$ ”, ou seja:

$$Vol_{t-1} = Vol_t + (Q - Q_{afllu_t}) \cdot \Delta t, \text{ onde:} \quad \text{Equação 4.3.1}$$

- aplica-se a expressão anterior até o início do período hidrológico crítico definido, determinando-se para cada mês “t” o volume requerido “ V_t ” para adução da vazão “Q”.

- repete-se o procedimento alterando-se o valor da vazão de retirada “Q”, até, no máximo, o limite superior correspondente ao valor da vazão média anual;
- como resultado, obtém-se um conjunto de curvas que indicam basicamente a taxa de deplecionamento crítica do reservatório ao se adotar cenários de vazões de retirada distintos.

Assim, as CAR correspondem a um conjunto de curvas utilizadas para definir a vazão limite de retirada de um reservatório a partir do seu volume atual, de forma a manter uma reserva estratégica ou volume mínimo ao final do período hidrológico seco. No caso do Sistema Cantareira, o cenário hidrológico seco crítico adotado corresponde ao biênio 1953/1954.

A Tabela 4.3.1 apresenta os valores utilizados para construir as CAR relativas ao Sistema Cantareira. Na utilização das curvas, em vez de considerar o volume útil armazenado, considerou-se o Estado do Sistema Equivalente, que corresponde à diferença entre o volume útil e o saldo acumulado no Banco de Águas³.

Tabela 4.3.1 - Limite de vazão de retirada em função do estado do Sistema Equivalente (Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 428/2004).

Limite da Vazão de Retirada (m³/s)	Estado do Sistema Equivalente (% do Volume Útil)											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
27	16,3	15,7	15,8	15,8	16,6	15,3	12,9	9,9	6,6	3,0	0,0	0,0
28	22,7	21,9	21,7	21,5	22,0	20,4	17,7	14,5	10,9	7,1	3,8	2,5
29	29,2	28,1	27,6	27,1	27,4	25,5	22,6	19,1	15,2	11,1	7,5	6,0
30	35,6	34,3	33,5	32,7	32,8	30,6	27,4	23,6	19,4	15,1	11,3	9,5
31	42,1	40,4	39,4	38,4	38,1	35,7	32,2	28,2	23,7	19,1	15,0	13,0
32	48,5	46,6	45,3	44,0	43,5	40,8	37,1	32,8	28,0	23,2	18,8	16,5
33	55,0	52,8	51,2	49,7	48,9	45,9	41,9	37,3	32,3	27,2	22,6	20,0
34	61,4	59,0	57,1	55,3	54,2	51,0	46,7	41,9	36,6	31,2	26,3	23,5
35	67,8	65,2	63,0	60,9	59,6	56,1	51,6	46,4	40,9	35,3	30,1	27,0
36	74,3	71,3	68,9	66,6	65,0	61,2	56,4	51,0	45,2	39,3	33,8	30,5

A interpretação da CAR é feita mensalmente, considerando o Estado do Sistema Equivalente do período, determina-se a vazão limite de retirada total do reservatório para o período subsequente. Esta vazão limite de retirada é, então, parcelada entre o Comitê PCJ e a Sabesp, de acordo com as prioridades de uso estabelecidas, as quais estão indicadas na Tabela 4.3.2.

³ O saldo do Banco de Águas representa a soma dos volumes de água economizados nos períodos anteriores, ou seja, o balanço volumétrico acumulado do limite de vazão retirada “X” menos as vazões efetivamente retiradas “Q” e vertidas “S”. A proporção de cada usuário no Banco de Águas é dada pela razão entre o seu saldo (“Z1” ou “Z2”) pelo volume total economizado “Z=Z1+Z2”.

Tabela 4.3.2 - Fracionamento do limite de vazão de retirada (Portaria DAEE nº 1213/2004).

Prioridade		Demandas					
		RMSP		Bacia do rio Piracicaba		Total por prioridade	
		Vazão (m³/s)	%	Vazão (m³/s)	%	Vazão (m³/s)	%
1	Primária	24,8	89,2	3,0	10,8	27,80	100
2	Secundária	6,2	75,6	2,0	24,4	8,20	100
Total por usuário		31,0		5,0			

Vazão total de retirada do Sistema Equivalente, m³/s	36,00
--	-------

* Nota: vazões médias mensais

4.3.2. Operacionalização do modelo

A metodologia para definição dos limites superiores de vazão a serem utilizadas pela SABESP e pelo Comitê PCJ foi estabelecida pela Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 428/2004. A metodologia é apresentada de forma didática a seguir:

- I. Na última semana de cada mês, a ANA e o DAEE realizam a previsão de vazões afluentes e de níveis dos reservatórios do Sistema Cantareira até o final do mês com base na tendência verificada nos últimos dias e considerando as vazões que foram utilizadas ao longo do mês.
- II. Caso tenham ocorridos vertimentos nas barragens ao longo do mês, calculam-se as parcelas de vertimento “S1” e “S2” para a SABESP e para o Comitê PCJ, respectivamente, através da multiplicação do vertimento total verificado no mês pela proporção de cada usuário no Saldo de Banco de Águas apurado até o final do mês anterior.
- III. Realiza-se a previsão do Saldo de Banco de Águas “Z1” e “Z2” para a SABESP e para o Comitê PCJ, respectivamente, ao final do mês, pela soma do seu respectivo saldo no mês anterior com o balanço volumétrico do limite de vazão retirada menos as vazões efetivamente retiradas e vertidas previstas para acontecer no mês ($Z_{\text{mês}} = Z_{\text{mês_anterior}} + X_{\text{mês}} - Q_{\text{mês}} - S_{\text{mês}}$)⁴.
- IV. Estima-se, para o final do mês, o Estado do Sistema Equivalente “E” pela relação da diferença entre o Volume Útil do Sistema Equivalente “V” e o Volume Total Economizado “Z” com a capacidade do Sistema Equivalente ($E = (V - Z) / 973,94 \cdot 10^6$).

⁴ Na situação de controle de cheias, quando ocorrem descargas para jusante dos reservatórios objetivando alocação de volumes de espera, serão consideradas na contabilização dos volumes utilizados as descargas equivalentes às vazões-limite de retirada “X1” e “X2”, de forma que não há prejuízo no saldo do banco de águas da SABESP e dos Comitês PCJ neste período.

- V. Com base na previsão do Estado do Sistema Equivalente para o final do mês, calcula-se a previsão do limite de vazão de retirada “X” com base nos valores apresentados na Tabela 4.3.1.
- VI. Em seguida, fraciona-se “X” em “X1” e “X2” para a SABESP e para o Comitê PCJ, respectivamente, de tal forma que “ $X=X1+X2$ ”, obedecendo a ordem de prioridade indicada na Tabela 4.3.2. No caso de não ser possível atender à soma dos valores com a mesma prioridade, o rateio é proporcional à participação de cada um no total referente à mesma prioridade.
- VII. A partir dos valores de “X1”, “X2”, “Z1” e “Z2”, calculam-se, para o mês subsequente, os limites superiores de vazão de retirada do Sistema Equivalente “Q1” e “Q2” da SABESP e do Comitê PCJ, respectivamente, de forma que “ $Q1 \leq X1+Z1/\Delta t$ ” e “ $Q2 \leq X2+Z2/\Delta t$ ”, onde “ Δt ” é o número de segundos do mês subsequente.
- VIII. Assim, nesta última semana do mês, a ANA e o DAEE emitem um comunicado conjunto de pré-planejamento informando os valores limites de “Q1” e “Q2” para o mês subsequente e fixando uma data para que sejam informadas as vazões a serem consideradas.
- IX. Caso a SABESP ou o Comitê PCJ não informem os valores de “Q1” e “Q2”, respectivamente, será adotado o valor limite de vazão de retirada “X1” ou “X2” correspondente. Adicionalmente, o Comitê PCJ deve propor mensalmente as vazões mínimas defluentes dos reservatórios de Jaguari-Jacaré, Cachoeira e Atibainha. Para a barragem de Paiva Castro, deve ser mantida uma vazão defluente mínima de 1m³/s no rio Juqueri.
- X. Por fim, a ANA e o DAEE emitem um comunicado conjunto de planejamento informando os valores de “Q1” e “Q2” permitidos, levando em conta a situação real do Sistema Equivalente no final do mês.

As regras de operação apresentadas poderão ser desconsideradas em situações emergenciais, quando se caracteriza risco iminente para a saúde da população, para o meio ambiente e estruturas hidráulicas que compõem o Sistema Cantareira devido a acidentes ou cheias. Nestes casos, as operações do sistema serão realizadas pela SABESP, com o acompanhamento dos Comitês PCJ e do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, devendo, após os eventos, a SABESP, imediatamente, comunicar os fatos ao DAEE e à ANA.

4.3.3. Resultados do Modelo de Operação entre 2004 e 2012

Conforme Tabela 4.3.2, para o Comitê PCJ foi autorizada uma vazão de até 5,00 m³/s, sendo 3,00 m³/s para atender a demanda com prioridade primária e 2,00 m³/s para a demanda secundária.

Pela Figura 4.3.1, verifica-se que a vazão média utilizada pelo Comitê PCJ no período de 2004 e 2012 foi igual a 4,11 m³/s, o que é suficiente para atender a demanda primária e parte da demanda secundária. Nos meses entre dezembro e junho, as vazões médias mensais utilizadas foram inferiores a média geral e nos demais meses foi superior.

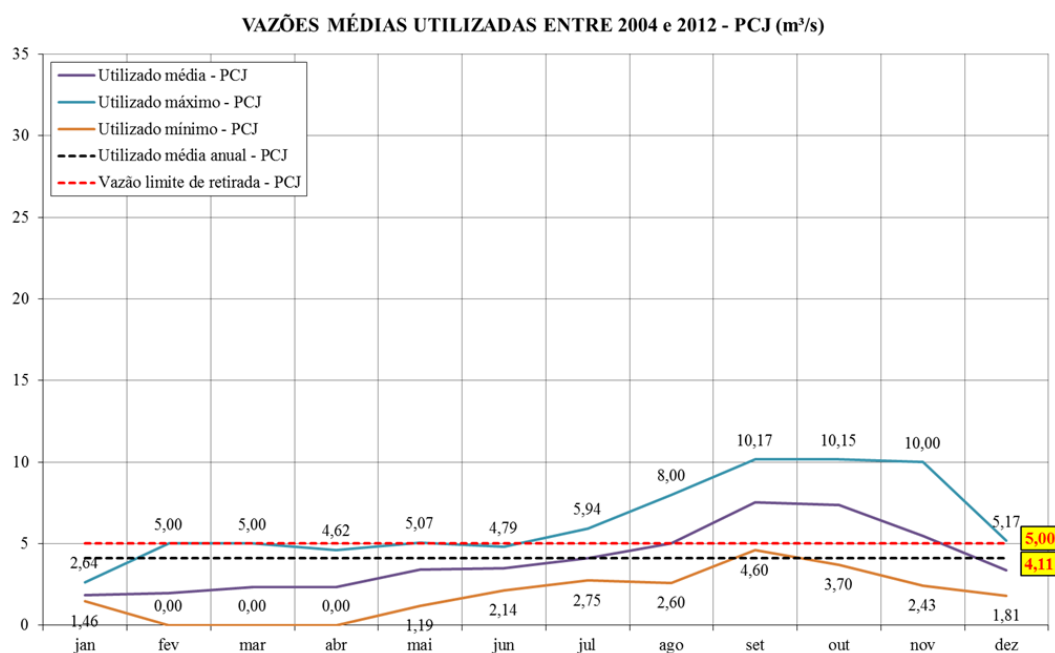


Figura 4.3.1 – Vazões médias utilizadas pelo Comitê PCJ entre 2004 e 2012

Para a Sabesp, foi autorizada uma vazão de até 31,00 m³/s (Tabela 4.3.2), sendo 24,80 m³/s para atender a demanda com prioridade primária e 6,20 m³/s para a demanda secundária.

No período de 2004 e 2012, a vazão média utilizada pela Sabesp foi igual a 26,64 m³/s, o que é suficiente para atender a demanda primária e parte da demanda secundária. Nos meses entre dezembro e março, as vazões médias mensais utilizadas foram inferiores a média geral e nos demais meses foi superior.

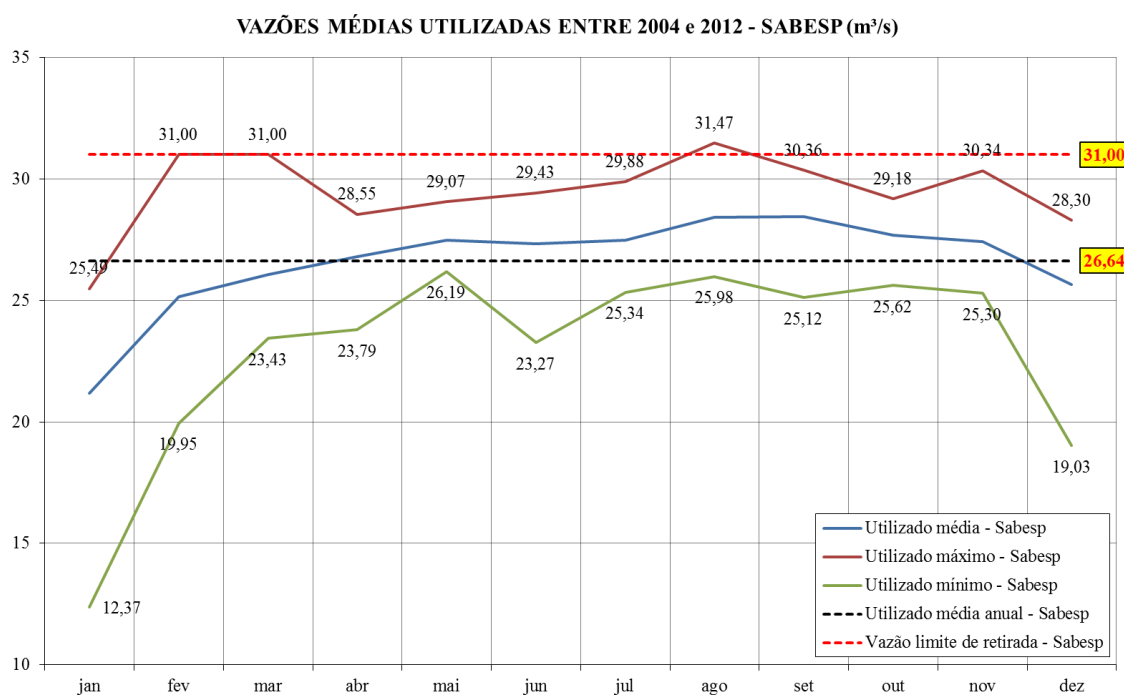


Figura 4.3.2 – Vazões médias utilizadas pela Sabesp entre 2004 e 2012

No período de 2004 a 2012, a vazão média anual bombeada na elevatória de Santa Inês foi de 30,8 m³/s e a vazão transposta pelo Túnel 5 foi de 26,4 m³/s (Figura 4.3.3). Assim, a efetiva contribuição média do reservatório de Paiva Castro para o Sistema Cantareira foi da ordem de 4,4 m³/s.

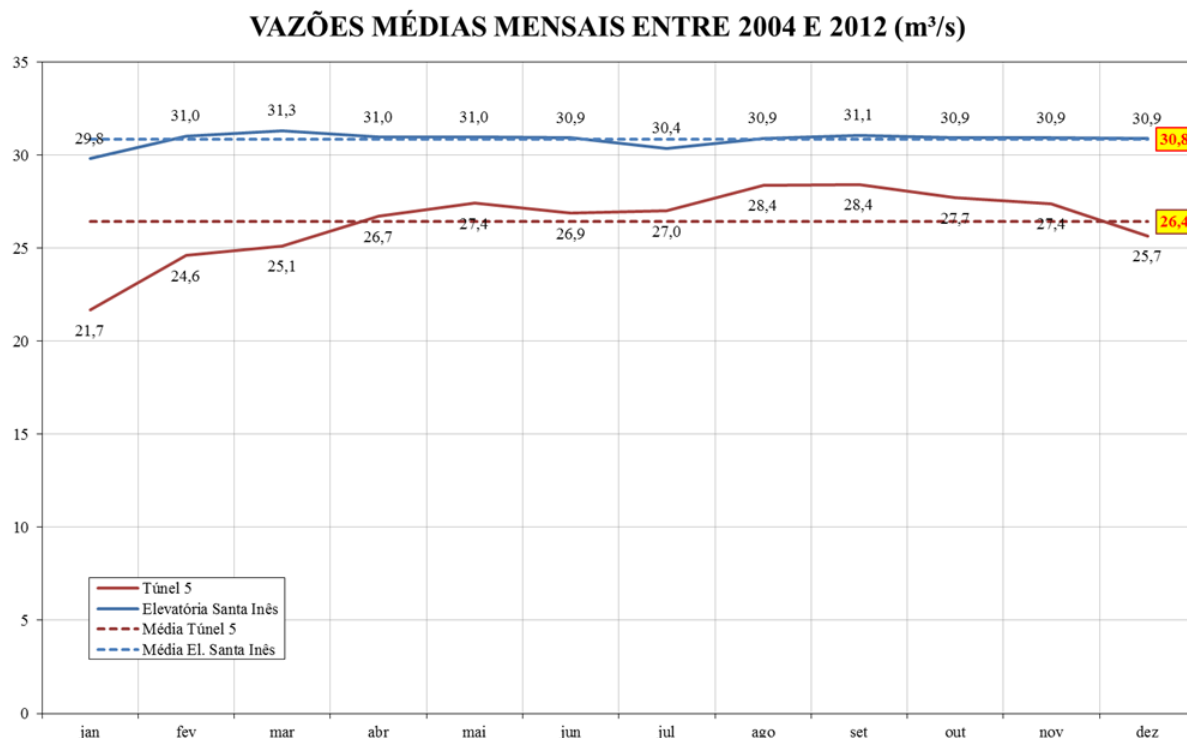


Figura 4.3.3 – Vazões médias bombeadas na Estação de Santa Inês e as transpostas pelo Túnel 5.

A Figura 4.3.4 apresenta a evolução do armazenamento do Sistema Cantareira. Observa-se que o volume útil do sistema equivalente estava próximo do nível crítico em jan/2004 e que o mesmo se elevou paulatinamente até atingir seu ápice em jan/2010.

Durante o período de 2004 e 2012 o modelo operacional proposto pôde ser testado sob diferentes condições, sendo as principais:

- Entre 2004 e 2012, apenas os anos de 2009 e 2011 apresentaram vazões afluentes médias anuais acima da vazão média anual do histórico. Entretanto, mesmo com vazões afluentes médias baixas, verificou-se aumento sistemático no saldo do Banco de Águas, o que pode indicar que o modelo operacional contribuiu para o uso racional da água;
- Nos meses de jan/2010 e jan/2011, registraram-se vazões afluentes médias mensais muito acima da média histórica do mês. Em virtude dos vertimentos observados nos reservatórios, o saldo no Banco se reduziu, tendo levado inclusive a ser nulo para o Comitê PCJ e para a Sabesp em mar/2010 (Figura 4.3.5 e Figura 4.3.6). Este fato levou os órgãos gestores a proporem uma operação diferenciada no período de controle de cheias (Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 614, de 09 de Novembro de 2010), o que impediu que o saldo voltasse a ser nulo em 2011;

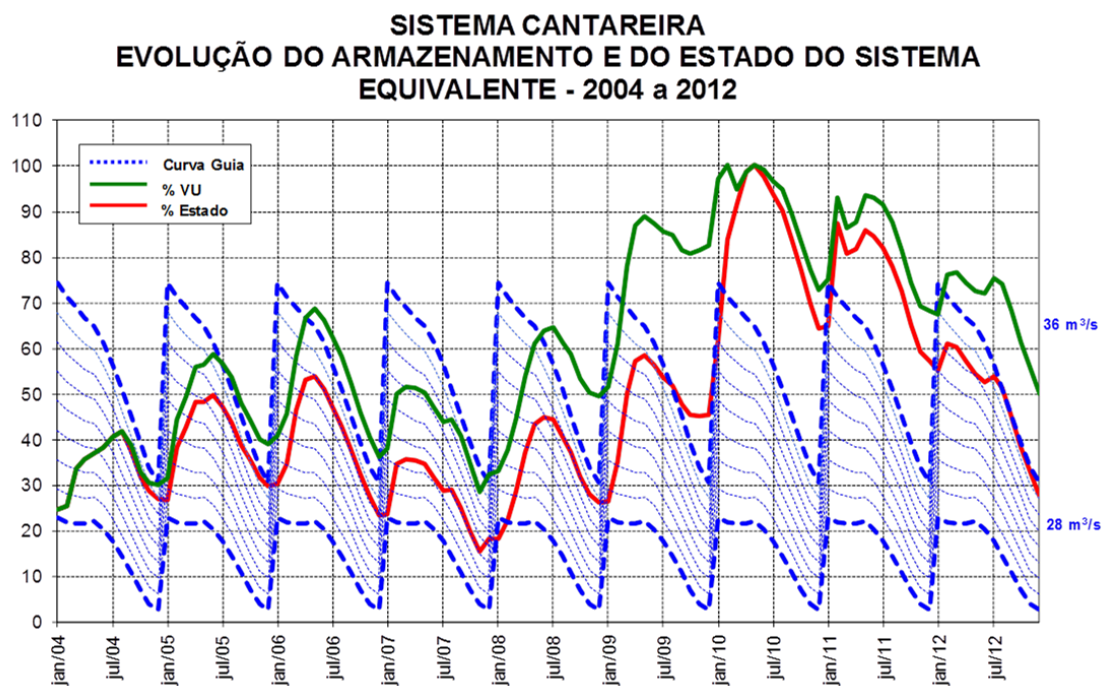


Figura 4.3.4 – Evolução do armazenamento e do estado do Sistema Cantareira

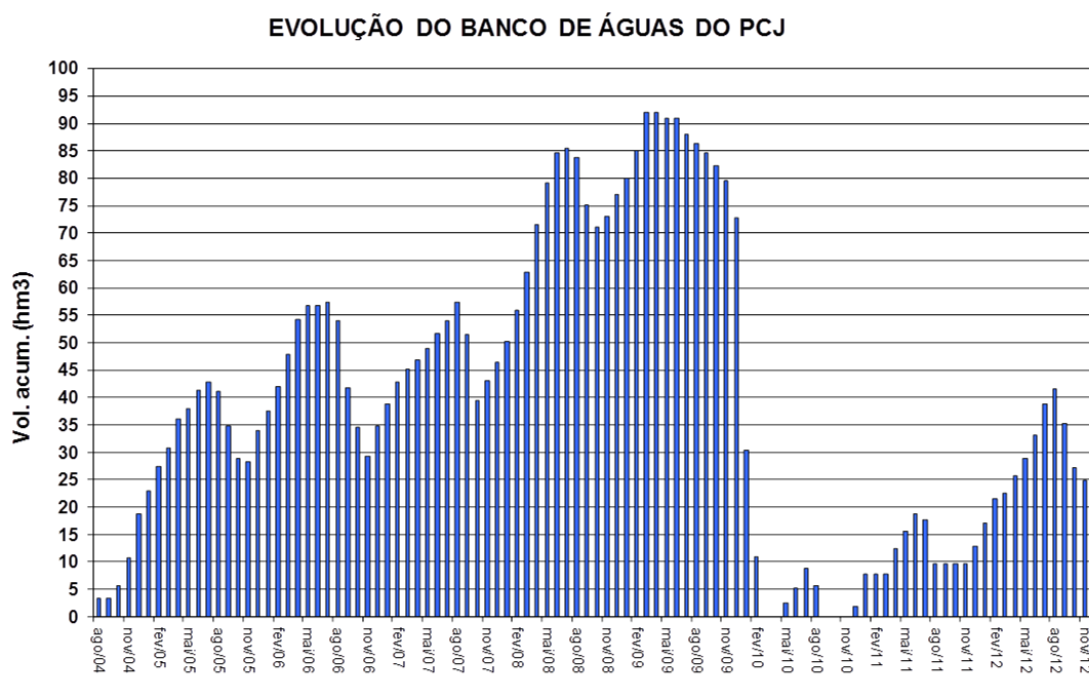


Figura 4.3.5 – Evolução do Banco de Águas do PCJ

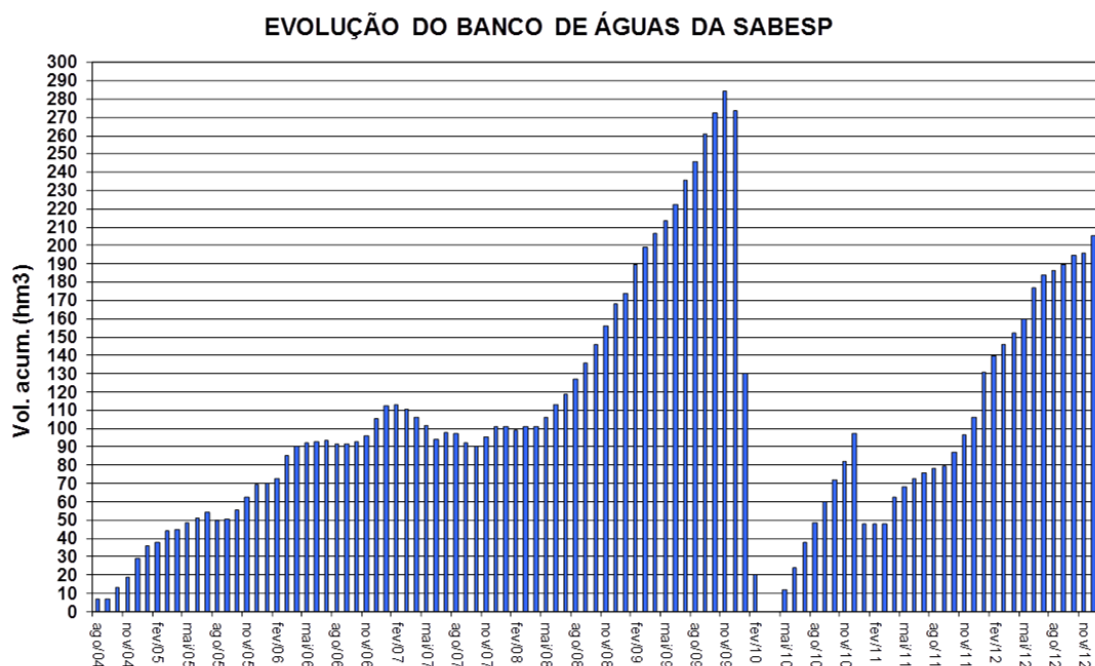


Figura 4.3.6 – Evolução do Banco de Águas da Sabesp

4.3.4. Operação para Controle de Cheias

Os eventos de precipitações extraordinárias ocorridas em dezembro de 2009 e janeiro de 2010, as maiores dos últimos 70 anos, resultaram em vertimentos de até 110 m³/s pelas comportas do vertedor da barragem do Jaguari e de um total de 18 m³/s através das descargas de fundo das barragens de Cachoeira e Atibainha. Em decorrência disso, a Agência Nacional de Águas - ANA e o Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE⁵ estabeleceram, por meio da Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 614/10, de 09/11/2010, as condições de operação dos reservatórios do Sistema Cantareira no período de controle de cheias (Anexo 1.5).

A Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 614/2010 estabeleceu que os meses compreendidos entre outubro e junho correspondem ao período de controle de cheias, quando a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP deve verificar a necessidade de realizar estudos para alocação de volumes de espera⁶ (níveis máximos operacionais⁷ para cada reservatório) para amortecer as ondas de cheias afluentes aos reservatórios de forma a minimizar os possíveis impactos.

Os estudos desenvolvidos pela SABESP são apresentados ao DAEE, que define os volumes de espera, levando em conta as considerações da ANA e do Comitê da Bacia Hidrográfica dos

⁵ Secretaria de Saneamento e Recursos do Estado de São Paulo

⁶ Volume de espera: volume compreendido entre os níveis máximo operacional e o máximo normal, mantido no reservatório objetivando amortecer ondas de cheia afluentes para controlar descargas para jusante, de forma a minimizar possíveis inundações e impactos indesejáveis.

⁷ Nível de água máximo operacional: é a cota, definida em estudo e aprovada pelo DAEE, do nível em que o reservatório deve ser mantido para manutenção do volume de espera, usado para amortecer ondas de cheia afluentes.

Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá - Comitê PCJ. Os estudos consideram os níveis de água dos reservatórios, as estimativas de suas descargas para jusante, as previsões climáticas fornecidas pelos institutos nacionais de meteorologia para os três meses subsequentes e a probabilidade de afluência de vazões.

No período de controle de cheias, a SABESP emite diariamente a “*Declaração de Situação de Operação do Sistema Cantareira para Controle de Cheias*”, na qual é informado o estado em que o Sistema Cantareira está operando e a sua tendência para os próximos dias. Os estados de operação estabelecidos são os seguintes:

- A Situação de Operação Normal é aquela em que os reservatórios do Sistema Cantareira encontram-se operando em cotas iguais ou inferiores às dos seus respectivos níveis de água máximos operacionais definidos mensalmente pelo DAEE.
- A Situação de Operação em Atenção é aquela em que um ou mais reservatórios do Sistema Cantareira estão operando em cotas entre seus níveis de água máximos operacionais e seus níveis de água máximos normais⁸. Neste caso, a operação dos reservatórios é executada de modo que os níveis de operação dos reservatórios retornem para cotas iguais ou inferiores às dos seus respectivos níveis de água máximos operacionais, sem que haja violação das suas vazões de restrição de descargas para jusante⁹.
- A Situação de Operação Emergencial é aquela em que um ou mais reservatórios do Sistema Cantareira estão operando em cotas acima de seus respectivos níveis de água máximos normais. Neste caso, a operação dos reservatórios é executada com base no “*Plano de Contingência para o Sistema Cantareira*” da SABESP, aprovado pelo DAEE, de modo que os níveis de operação dos reservatórios retornem para cotas iguais ou inferiores às dos seus respectivos níveis de água máximos normais. Quando os reservatórios estiverem operando em cotas entre seus níveis de água máximos operacionais e seus níveis de água máximos normais, com previsão de violação das suas vazões de restrição de descargas para jusante, o Sistema poderá ser considerado em Situação de Operação Emergencial, a critério da SABESP.

Em relação à operação no período de controle de cheias, a resolução estabelece que a alocação de volume de espera no Sistema Cantareira deverá ser realizada, prioritariamente, nos reservatórios de Cachoeira, Atibainha e Paiva Castro. Abaixo se apresentam outras recomendações operacionais para o período de controle de cheias:

- Níveis de água máximos normais definidos pela SABESP para os reservatórios do Sistema Cantareira:
 - 844,00 m, no Reservatório Jaguari-Jacaré;
 - 821,88 m no Reservatório Cachoeira (cota da crista do vertedor Tulipa);
 - 786,72 m, no Reservatório Atibainha (cota da crista do vertedor Tulipa); e
 - 745,61 m no Reservatório Paiva Castro.

⁸ Nível de água máximo normal: é a cota máxima de operação do reservatório em situação normal, correspondendo ao nível que limita a parte superior do volume útil.

⁹ Vazão de restrição de descarga para jusante: limite de descarga do reservatório para jusante, com o objetivo de evitar inundações e impactos indesejáveis, definido em função da capacidade de escoamento da calha do rio e de suas várzeas.

- Cotas máximas recomendadas conjuntamente pelo DAEE e pela ANA para operação dos reservatórios do Sistema Cantareira, durante o período de outubro a abril:
 - 820,00 m, no Reservatório Cachoeira;
 - 786,00 m, no Reservatório Atibainha; e
 - 745,00 m, no Reservatório Paiva Castro.
- Vazões de restrição definidas pelo DAEE no período de julho a novembro:
 - 40 m³/s, no Reservatório Jaguari-Jacaré;
 - 5 m³/s, no Reservatório Cachoeira;
 - 5 m³/s, no Reservatório Atibainha; e
 - 1 m³/s, no Reservatório Paiva Castro.
- Vazões de restrição definidas pelo DAEE no período de dezembro a junho:
 - 100 m³/s, no Reservatório Jaguari-Jacaré;
 - 7 m³/s, no Reservatório Cachoeira;
 - 11 m³/s, no Reservatório Atibainha; e
 - 10 m³/s, no Reservatório Paiva Castro.

Em atendimento à Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 614/10, a Sabesp apresentou os estudos solicitados e consubstanciados no relatório “Regras de operação para controle de cheias dos reservatórios do Sistema Cantareira – Determinação dos volumes de espera e planos de operação em tempo real – out/2010”.

A metodologia estabelecida nesse estudo, em utilização atualmente pela Sabesp, é:

- Ao final de cada mês do período chuvoso (outubro a junho) é conhecido o estado de cada reservatório em termos de nível de água - N.A. e volume armazenado, sendo este o volume inicial para os 12 meses subsequentes a serem analisados;
- Elaboração das hipóteses para os 12 meses subsequentes: volume inicial de cada reservatório; vazões mínimas médias defluentes para jusante das barragens; retirada média para Região Metropolitana de São Paulo - RMSP (bombeamento na Estação Elevatório de Santa Inês - EESI);
- Geração das séries de vazões vertidas médias mensais para os 12 meses subsequentes à data de início, utilizando-se o módulo Planejamento Tático do software “AcquaNet” (LabSid) para a série de 78 anos de vazões médias mensais afluentes a cada reservatório;
- As vazões médias mensais vertidas são ordenadas em função da magnitude média dos 12 meses e a estas são atribuídas probabilidades;
- A escolha da probabilidade (e portanto, do risco associado) a ser adotada é feita considerando as previsões climatológicas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE para os próximos 3 meses para a região sudeste;

Com base nessas informações, elaboradas a cada mês, o DAEE sugere à ANA e ao CBH-PCJ os níveis máximos operacionais a serem respeitados em cada um dos reservatórios do Sistema Cantareira no mês que se inicia e, após a análise e concordância dessas instituições, emite um comunicado fixando os N.A. máximos operacionais e respectivos volumes de espera.

O quadro a seguir apresenta os N.A. máximos operacionais determinados mediante a utilização da metodologia desenvolvida pela Sabesp e a consultoria (Hidro Eng. Cons. Ltda.), aplicados entre jan/11 e abr/13.

Sistema Cantareira

Operação de Controle de Cheia dos Reservatórios - Período 2011 a 2013

Estabelecimento de níveis máximos operacionais e volumes de espera

Mês/Ano	Jaguari-Jacaré		Cachoeira		Atibainha		Paiva Castro	
	NA mx op	VE	NA mx op	VE	NA mx op	VE	NA mx op	VE
	(m)	(hm ³)	(m)	(hm ³)	(m)	(hm ³)	(m)	(hm ³)
jan/11	843,00	49,0	815,25	49,7	783,00	75,5	744,70	4,8
fev/11	843,00	49,0	818,41	28,1	785,16	33,0	745,00	2,7
mar/11	843,00	49,0	818,50	27,4	784,50	46,4	744,70	4,8
abr/11	844,00	0,0	820,00	15,8	785,00	36,3	744,70	4,8
mai/11	844,00	0,0	820,00	15,8	786,00	15,5	745,00	2,7
jun/11	844,00	0,0	820,00	15,8	786,00	15,5	745,00	2,7
dez/11	840,00	188,6	817,50	34,0	784,50	46,0	745,00	2,7
jan/12	841,00	144,0	819,40	20,5	784,90	38,3	745,00	2,7
fev/12	842,00	96,8	819,40	20,5	784,90	38,3	745,00	2,7
mar/12	843,00	49,0	820,00	15,8	786,00	15,5	745,00	2,7
abr/12	844,00	0,0	820,00	15,8	786,00	15,5	745,00	2,7
dez/12	840,00	188,6	817,50	34,0	785,00	36,3	745,00	2,7
jan/13	840,00	188,6	817,50	34,0	785,00	36,3	745,00	2,7
fev/13	842,00	96,8	817,50	34,0	785,00	36,3	745,00	2,7
mar/13	843,00	49,0	820,00	15,8	786,00	15,5	745,00	2,7
abr/13	844,00	0,0	820,00	15,8	786,00	15,5	745,00	2,7

VU (hm ³)	808,1	69,8	95,3	7,6
-----------------------	-------	------	------	-----

NA mx op = NA máximo operacional no mês indicado

VU = Volume útil do reservatório

VE = Volume de Espera

Deve-se destacar que essa metodologia permite tomar decisões quanto à antecipação de descargas para jusante das barragens, com alguns meses de antecedência, com o objetivo de se reduzir futuros vertimentos de grande magnitude. Isso possibilita, de um lado, melhorar a condição dos rios durante o final da estiagem mas, por outro lado, aumenta os riscos de não recuperação dos níveis dos reservatórios caso as previsões meteorológicas não se confirmem.

Assim, a operação de esvaziamento dos reservatórios do Sistema Cantareira está sujeita a uma coordenação precisa da operação individual de cada unidade do sistema, levando em conta as previsões de vazões afluentes, de forma a garantir que as vazões de restrição à jusante não sejam ultrapassadas e os níveis máximos normais sejam respeitados, bem como a garantir um volume ao final do período de controle de cheias compatível com as necessidades de usos da água do Sistema Cantareira do período seco.

5. ESTIMATIVA DE DEMANDAS DE ÁGUA

Para as estimativas de demandas, serão adotados como referência os dados do Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (2010 a 2020) – Bacias PCJ – e do Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – RMSP. Importante ressaltar, que as demandas adotadas no Plano Diretor de Aproveitamento dos Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista, em fase final de elaboração, estão compatibilizadas com os referidos planos.

Os quadros a seguir, extraídos dos relatórios síntese dos referidos Planos, resumem os dados sobre demandas.

Quadro 5.1 – Demandas Totais de água para as bacias PCJ

Cenários	População Total (hab.)		Demandas (m³/s)							
			Urbana		Industrial		Irrigação		Total	
	2014	2020	2014	2020	2014	2020	2014	2020	2014	2020
Tendencial	5.525.529	5.898.808	21,07	22,63	11,35	12,17	6,58	6,81	39,00	41,61
Alternativo I	5.834.193	6.513.225	22,94	25,64	12,07	13,76	6,93	7,56	41,94	46,96
Alternativo II	5.281.059	5.480.807	20,77	21,58	11,10	11,65	6,38	6,40	38,25	39,63
Alternativo III	5.932.628	6.704.164	23,23	26,20	12,25	14,33	6,95	7,89	42,43	48,42

Quadro 5.2 – Demandas Urbanas para a RMSP

Ano	Demanda Projetada para Cenário Tendencial (m³/s)					
	Sistema Integrado		Sistemas Isolados		RMSP - Total	
	Média	Máxima	Média	Máxima	Média	Máxima
2000	63,90	70,80	1,90	2,00	65,80	72,80
2005	68,10	75,40	2,20	2,40	70,30	77,80
2010	72,30	80,10	2,70	2,90	75,00	83,00
2015	75,10	83,30	2,90	3,20	78,00	86,50
2020	77,80	86,40	3,10	3,50	80,90	89,90
2025	80,20	89,30	3,40	3,70	83,60	93,00

6. DADOS DE QUALIDADE DA ÁGUA

O monitoramento de qualidade das águas na área de interesse é realizado pelo IGAM na região mineira e pela CETESB e SABESP em São Paulo. Com base no banco de dados utilizado para a elaboração do Relatório de Conjuntura de Recursos Hídricos – 2013 foram selecionados alguns pontos de monitoramento em locais de interesse, cujos dados de qualidade de água devem ser analisados para a caracterização da condição desses corpos d'água (figura 6.1). Foram selecionados pontos a montante do Sistema Cantareira, monitorados principalmente pelo IGAM, pontos a jusante do sistema nos rios Jaguari e Atibaia e dois pontos localizados nos reservatórios Jaguari e Paiva Castro (tabela 6.1). Vale ressaltar que o monitoramento na porção mineira da bacia foi iniciado apenas em 2011.

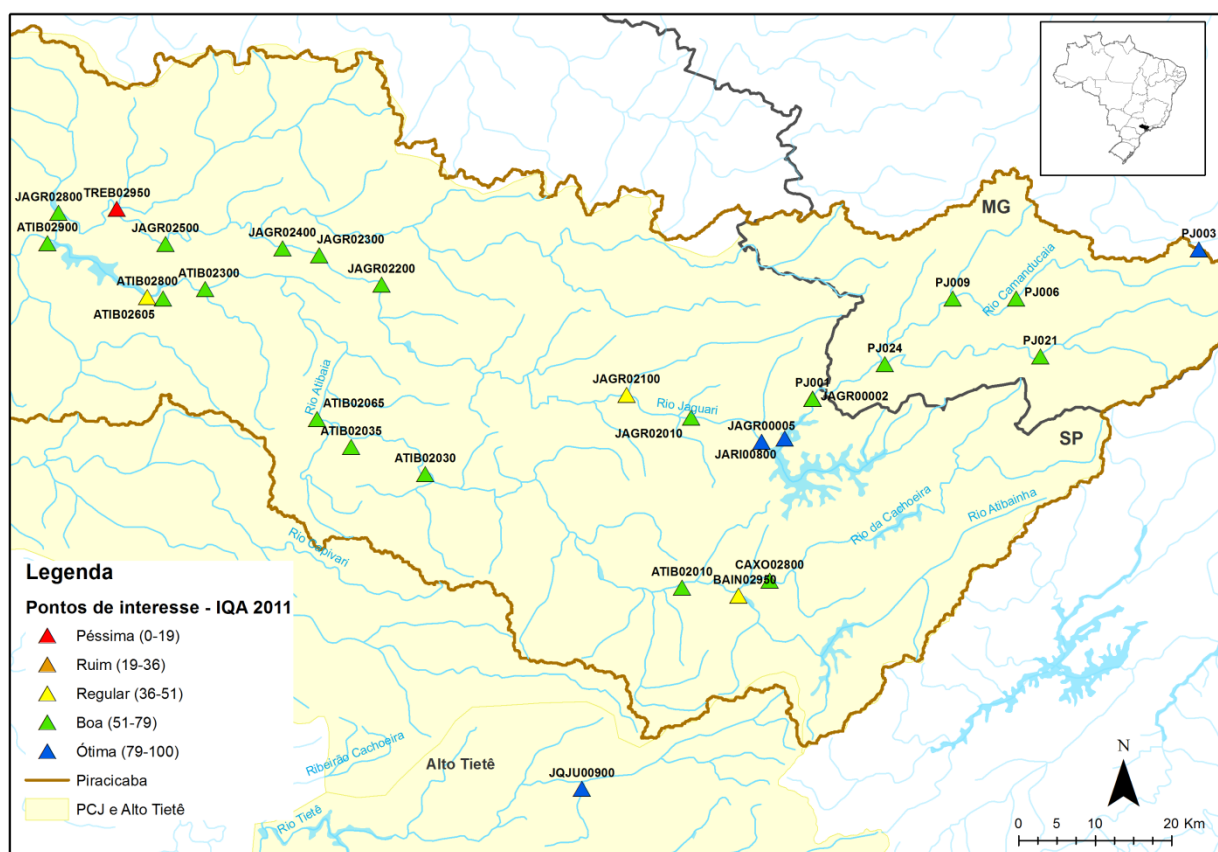


Figura 6.1. Pontos de monitoramento selecionados para análise dos dados de qualidade de água e os resultados do IQA em 2011

Tabela 6.1. Pontos de monitoramento da CETESB e do IGAM selecionados para análise e caracterização da qualidade das águas dos corpos d'água do Sistema Cantareira.

Código da Estação	Responsável	Corpo d'água	Descrição	Registro mais antigo no BD*	Número de coletas entre 2001 e 2011
PJ003	IGAM	Rio Camanducaia	Rio Camanducaia, próximo a sua nascente, na localidade de Monte Azul.	2011	2
PJ006	IGAM	Rio Camanducaia	Rio Camanducaia, a jusante da cidade de Camanducaia.	2011	2
PJ009	IGAM	Rio Camanducaia	Rio Camanducaia, a jusante da cidade de Itapeva.	2011	2
PJ024	IGAM	Rio Jaguari	Rio Jaguari, a montante da confluência com o rio Camanducaia.	2011	2
PJ021	IGAM	Rio Jaguari	Rio Jaguari, a jusante da confluência com o ribeirão Poncianos no Distrito Monte Verde.	2011	3
PJ001	IGAM	Rio Jaguari	Rio Jaguari, a jusante da cidade de Extrema.	2011	2
JAGR00002	CETESB	Rio Jaguari	Ponte sobre o Rio Jaguari, no Km 2.	2004	45
JARI00800	CETESB	Reservatório Jaguari	No corpo central do Res. Jaguari, em frente a ilha.	2008	24
JQU00900	CETESB	Reserv. Paiva Castro	Ponte Santa Inês, na rodovia que liga Mairiporã à Franco da Rocha	2001	66
JAGR00005	CETESB	Rio Jaguari	Ponte na SP - 381 (Fernão Dias), a jusante do reservatório da SABESP.	2003	54
JAGR02010	CETESB	Rio Jaguari	Na captação da SABESP de Bragança Paulista, no bairro Curitibanos.	2001	66
JAGR02100	CETESB	Rio Jaguari	Ponte na rodovia SP - 95 no trecho que liga Bragança Paulista/Amparo (Km 9).	2001	66
JAGR02200	CETESB	Rio Jaguari	Ponte Pênsil, na captação de Pedreira.	2001	63
JAGR02300	CETESB	Rio Jaguari	Na captação de Jaguariúna - DAE.	2001	63
JAGR02400	CETESB	Rio Jaguari	Na ponte da rodovia SP34.	2001	63
JAGR02500	CETESB	Rio Jaguari	Na ponte da rodovia SP-332, próximo às captações de Paulínia e Hortolândia.	2001	66
JAGR02800	CETESB	Rio Jaguari	Na captação de Limeira.	2001	66
TREB02950	CETESB	Ribeirão Três Barras	Na foz do Rib. Três Barras com o Rio Pirapitingui.	2003	54
CAXO02800	CETESB	Rio Cachoeira	Ponte sobre o Rio Cachoeira na estrada que liga a Rod. D. Pedro I a Piracaia.	2003	54
BAIN02950	CETESB	Rio Atibainha	Ponte sobre o Rio Atibainha na estrada que liga a Rod. D. Pedro a Piracaia.	2003	54
ATIB02010	CETESB	Rio Atibaia	Junto à captação do município de Atibaia.	2001	68
ATIB02030	CETESB	Rio Atibaia	Na captação de Itatiba.	2001	63
ATIB02035	CETESB	Rio Atibaia	Na captação de Valinhos.	2001	63
ATIB02065	CETESB	Rio Atibaia	Na captação de Campinas, na divisa entre os municípios de Campinas e Valinhos.	2001	66
ATIB02300	CETESB	Rio Atibaia	No canal de captação da Rhodia, em Paulínia.	2001	63
ATIB02605	CETESB	Rio Atibaia	Ponte da Rodovia SP - 332 que liga Campinas a Cosmópolis.	2001	67
ATIB02800	CETESB	Rio Atibaia	Na captação de Sumaré, perto do Mini-Pantanal de Paulínia.	2001	64
ATIB02900	CETESB	Rio Atibaia	Ponte de Salto Grande, a jusante do Reservatório da CPFL.	2001	63

*BD – Banco de Dados desenvolvido com os dados de monitoramento enviados pelos órgãos gestores estaduais para a elaboração do Relatório de Conjuntura de Recursos Hídricos – 2013.

7. BALANÇO HÍDRICO E CENÁRIOS DE REFERÊNCIA

O Balanço hídrico e os cenários de referência têm como base os estudos do Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água (ANA, 2011) e do Plano Diretor de Aproveitamento dos Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista (em andamento).

Em face da extensão abrangida pelos estudos da Macrometrópole – 180 municípios – o Plano Diretor foi baseado na análise por subdivisão geográfica em 73 “Zonas de Demanda” constituídas de agrupamentos de municípios. Estas Zonas de Demanda foram analisadas no Sistema de Suporte à Decisão - SSD denominado AcquaNet, desenvolvido pelo Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisões em Engenharia Ambiental e de Recursos Hídricos – LabSid, da Universidade de São Paulo e adaptadas para a região de abrangência da Macrometrópole.

Dentre os diversos resultados fornecidos pelo SSD selecionou-se o percentual do tempo de falhas de atendimento das demandas totais de água para o período de 912 meses de dados de vazão (76 anos, de 1931 a 2006) para a representação do balanço hídrico. Mês a mês o SSD realiza a alocação de água em função das demandas totais de água (uso urbano, industrial e irrigação), disponibilidade hídrica, restrições e limitações de usos da água, volumes de reservação existentes e prioridades de atendimento em todas as Zonas 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. 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

Com esta abordagem, de percentual do tempo de falhas na cobertura integral das demandas, foram verificados os balanços hídricos para o cenário tendencial de demandas totais de água (abastecimento urbano, o uso industrial e a irrigação) até o horizonte adotado de ano 2035.

Os resultados estão apresentados na Figura 7.1 a seguir onde se mostram as Zonas de Demanda classificadas em: (i) Sem Falha ou com Falha Aceitável; e (ii) Com Falha Não Aceitável.

É importante destacar que o balanço hídrico apresentado não se refere à capacidade de sistemas de produção e de distribuição de água (sistema de saneamento básico municipal), mas à capacidade de suporte hídrico do território macrometropolitano face às demandas totais de água (uso urbano, industrial e irrigação) e à identificação das áreas com escassez hídrica superficial.

Assim, as Zonas de Demanda indicadas como “Sem Falha ou com Falha Aceitável” não significam que estejam isentas de dificuldades de abastecimento de água, pois, eventual defasagem de investimento em sistemas de produção ou de distribuição de água pode resultar em deficits localizados. Mas, são regiões que contam com disponibilidade hídrica superficial suficiente para satisfazer as suas demandas.

Já, as Zonas de Demanda assinaladas como “Com Falha Não Aceitável” indicam regiões que dependerão de investimentos apreciáveis em infraestrutura de barragens de regularização ou de aportes de água bruta de outras regiões.

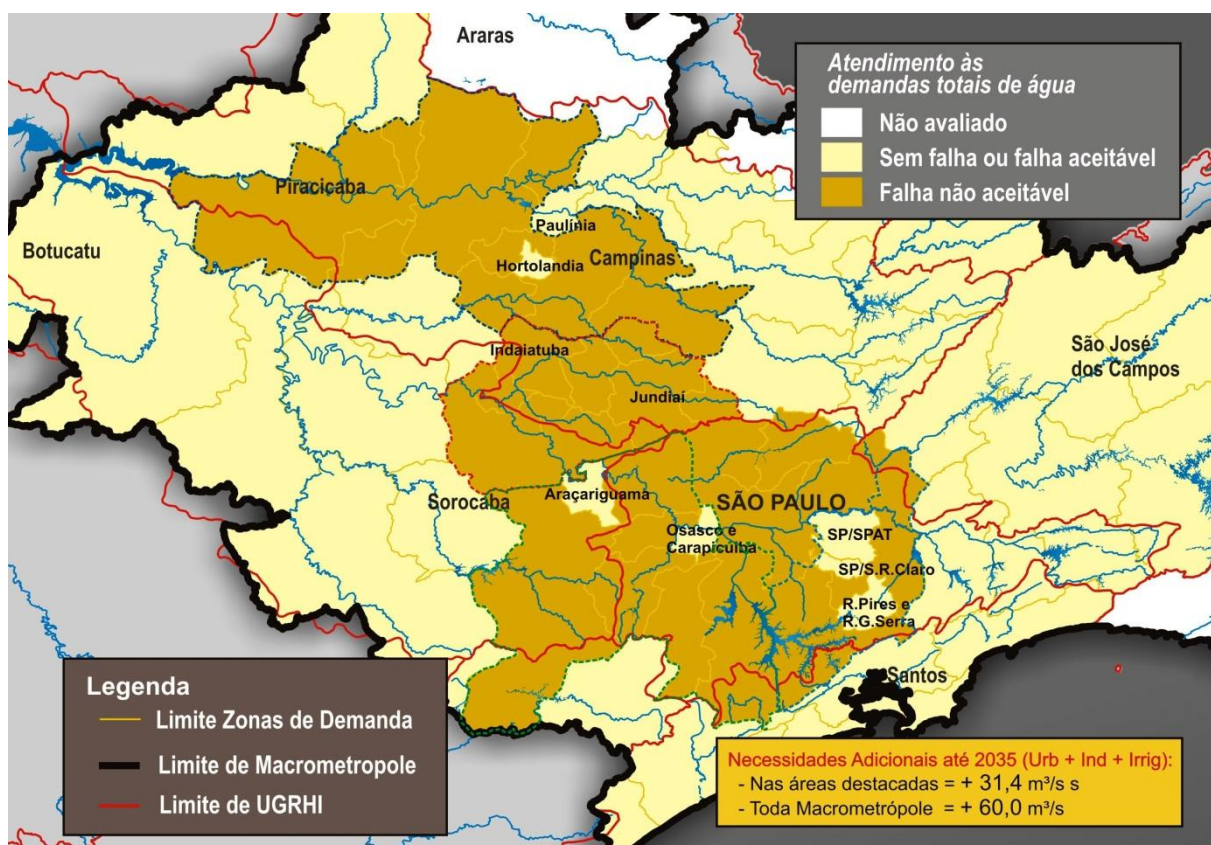


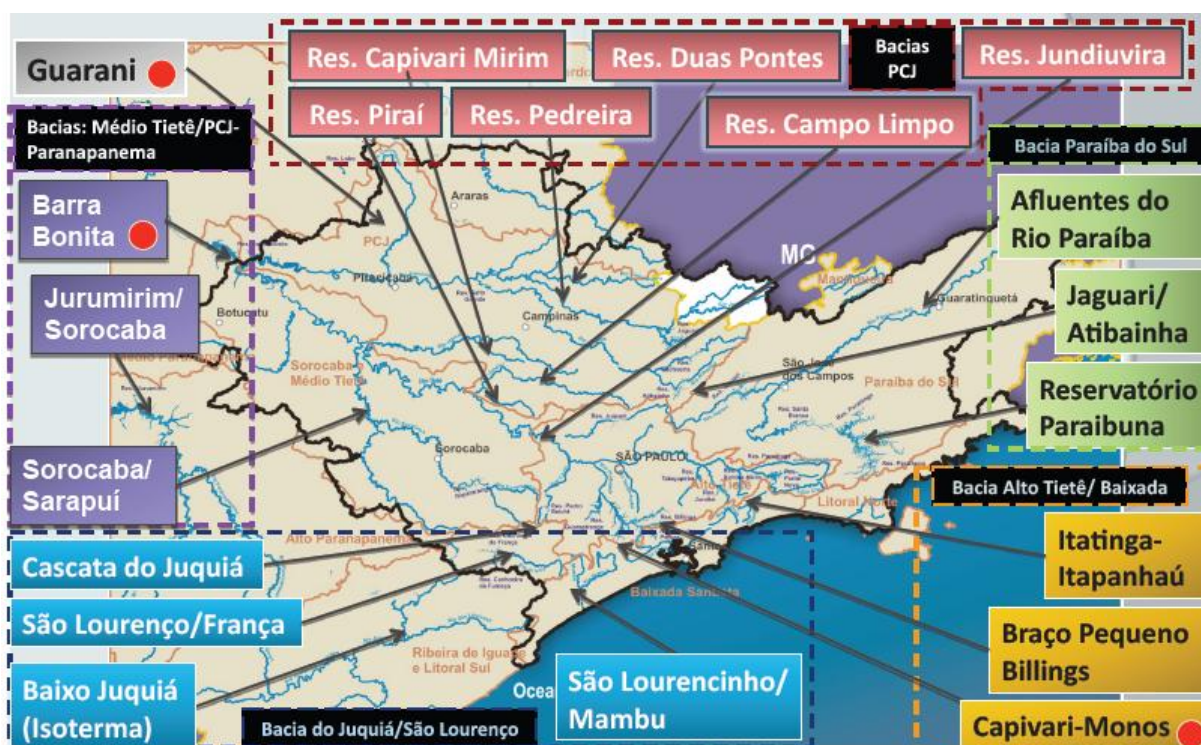
Figura 7.1 - Áreas de déficit hídrico no cenário tendencial de demandas para o ano 2035

Estas áreas destacadas na Figura 7.1 – que representam as Zonas de Demanda com falhas não aceitáveis – terão um acréscimo populacional total (2008 a 2035) de 4,4 milhões de habitantes. As demandas totais de água (uso urbano, industrial e irrigação) nessas áreas, no cenário tendencial, apontam para uma necessidade de 31 m³/s adicionais até 2035.

Considerando-se toda a região da Macrometrópole, a população total projetada é de mais 6,2 milhões de habitantes em relação a 2008 e 60 m³/s adicionais de água até o ano 2035. Uma ampla disseminação de ações voltadas para a gestão da demanda de água tais como: redução de perdas, substituição de equipamentos, mudança de hábitos, reuso controlado, uso racional de água na indústria e na irrigação, certamente contribuirão para reduzir essas necessidades futuras. Mas, a ordem de grandeza dos valores projetados motiva – já nos dias de hoje – notável esforço dos órgãos públicos, Comitês e Agências de Bacia, concessionárias de serviços públicos e municípios, entre outros, para uma ação coordenada de planejamento e gestão dos recursos hídricos em nível regional.

Os estudos realizados no Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água, em sintonia com os trabalhos da Macrometrópole, indicam soluções de abrangência regional e apontam um conjunto de ações e medidas estratégicas para as Regiões Metropolitanas Paulistas, requerendo esforços concentrados do Poder Público e dos demais agentes intervenientes na tomada de decisões e, eventualmente, na antecipação de investimentos que garantam a sustentabilidade hídrica em toda a região.

Em certa medida, os municípios dessas regiões dependem das mesmas fontes hídricas. Nesse contexto, os estudos apontam alternativas que podem atender, de maneira satisfatória e no longo prazo, a evolução das demandas. Os esquemas hidráulicos inventariados nos estudos da Macrometrópole Paulista são apresentados na Figura 7.2.



● Esquemas alternativos desconsiderados no decorrer dos estudos da Macrometrópole

Figura 7.2 – Esquemas hidráulicos inventariados na Macrometrópole Paulista

O escopo dessas alternativas inclui soluções integradas e/ou de maior complexidade técnica, jurídico-institucional, econômica e ambiental, a serem viabilizadas de forma coordenada. Desse modo, há um papel estratégico do poder público na consolidação dessas estratégias e investimentos e no fortalecimento do sistema de gestão de recursos hídricos e saneamento.

Nesse sentido, as seguintes decisões já foram tomadas referentes a novos aproveitamentos hídricos:

- PPP para construção e operação do Sistema São Lourenço, com captação no rio Juquiá, a partir do reservatório de França e transposição para o Alto Tietê, de 4,7 m³/s.
- Autorização do governo do Estado de São Paulo para que se tomem as providências visando a construção de duas barragens para bacias PCJ: Duas Pontes (Rio Camanducaia) e Pedreira (Rio Jaguari), que juntos assegurarão, com 95% de garantia, a vazão regularizada de 18 m³/s aumentando a disponibilidade hídrica da bacia em mais 6,5 m³/s;
- Construção de Barragem no rio Pirai, representando acréscimo de 1,3 m³/s.

Ressalte-se, por fim, que os estudos da Macrometrópole Paulista encontram-se em fase final de andamento. Prevê-se, para o mês de setembro, a realização de seminários regionais para discussão de suas propostas.

8. ANEXOS

Anexo 1. Documentos Normativos: Resoluções e Portarias	57
Anexo 1.1. Portaria MME nº 750/1974	57
Anexo 1.2. Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 428/2004	59
Anexo 1.3. Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 429/2004	63
Anexo 1.4. Portaria DAEE nº 1213/2004.....	67
Anexo 1.5. Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 614/2010	73
Anexo 1.6. Resolução ANA nº 436/2013.....	76
Anexo 2. Séries de vazões médias mensais afluentes aos aproveitamentos do Sistema Cantareira.....	80
Anexo 2.1. Vazões médias mensais afluentes ao reservatório Jaguari-Jacareí	81
Anexo 2.2. Vazões médias mensais afluentes ao reservatório do rio Cachoeira.....	82
Anexo 2.3. Vazões médias mensais afluentes ao reservatório do rio Atibainha	83
Anexo 2.4. Vazões médias mensais afluentes ao reservatório Paiva Castro, no rio Juqueri	84
Anexo 2.5. Vazões médias mensais afluentes ao Sistema Equivalente, composição dos reservatórios Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha.....	85
Anexo 2.6. Vazões médias mensais afluentes aos quatro reservatórios do Sistema Cantareira - Jaguari-Jacareí, Cachoeira, Atibainha e Paiva Castro (rio Juqueri).	86
Anexo 3. Tabelas e gráficos: Curvas cota-volume e curvas de descarga de vertedores, descargas de fundo e comportas dos emboques dos túneis	87
Anexo 3.1. Cota x Área x Volume do Reservatório Jaguari-Jacareí	88
Anexo 3.2. Vertedor de Superfície do Aproveitamento Jaguari-Jacareí	90
Anexo 3.3. Descarregadores de Fundo do Aproveitamento Jaguari-Jacareí	91
Anexo 3.4. Estrutura do Emboque do Túnel 7	93
Anexo 3.5. Cota x Área x Volume do Reservatório Cachoeira.....	95
Anexo 3.6. Vertedor de Superfície da Barragem Cachoeira	97
Anexo 3.7. Descarregador de Fundo da Barragem Cachoeira	98
Anexo 3.8. Estrutura do Emboque do Túnel 6	100
Anexo 3.10. Vertedor de Superfície da Barragem Atibainha.....	104
Anexo 3.11. Descarregador de Fundo da Barragem Atibainha	105
Descarregador de Fundo da Barragem Atibainha – Curva de descarga.....	106
Anexo 3.12. Estrutura do Emboque do Túnel 5	107
Anexo 3.13. Cota x Área x Volume do Reservatório Paiva Castro.....	109
Anexo 3.14. Vertedor de Superfície da Barragem Paiva Castro	111
Anexo 3.15. Descarregador de Fundo da Barragem Paiva Castro	113
Anexo 4. Banco de Dados desenvolvido com os dados de monitoramento de qualidade das águas enviados pelos órgãos gestores estaduais para a elaboração do Relatório de Conjuntura de Recursos Hídricos – 2013.....	115

Anexo 1. Documentos Normativos: Resoluções e Portarias

Anexo 1.1. Portaria MME nº 750/1974

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA

Casa n.º 3450, publicação no valor de 134,00, conforme cons-
ta em do Tão n.º 32190
Departamento de Imprensa Nacional.
Em 5 de 12/174

VISTO:

Portaria n. 750 de 5 de ago de 1974

Pub. D. O. 818124
Pág. N.º 8945
Em 13/8/74 Fnc. Lucy

1934

O Ministro de Estado DAS MI
NAS E ENERGIA, no uso da atribuição que lhe confere o art.
171, do Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1943, combinado
com os artigos 43 e 62 do mesmo diploma legal, tendo em vis-
ta o que consta do processo MME nº 705.694/73,

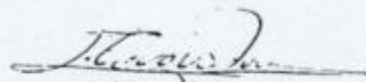
R E S O L V E :

I - autorizar a Companhia de Saneamento Bási-
co do Estado de São Paulo - SABESP, a derivar até 33 m³/s ,
das águas provenientes dos rios Jaguari, Cachoeira, Atibainha
e Juqueri, no Estado de São Paulo, com a finalidade de abas-
tecer o grande São Paulo, ressalvados os direitos de tercei-
ros;

II - a presente autorização é concedida pelo
prazo de 30 (trinta) anos;

III - a autorizada fica obrigada a cumprir o
disposto no Código de Águas, leis subseqüentes e seus regula-
mentos;

IV - a presente Portaria entrará em vigor na data da sua publicação.


Shigeaki Ueki

DEEC/SAC
MME 705.694/73
PEV/nhg/tgf.

Anexo 1.2. Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 428/2004



RESOLUÇÃO CONJUNTA ANA/DAEE Nº 428, DE 04 DE AGOSTO DE 2004

Dispõe sobre as condições de operação dos reservatórios Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha, localizados na Bacia do Rio Piracicaba, pertencentes ao Sistema Cantareira.

O DIRETOR-PRESIDENTE DA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA, no uso da atribuição que lhe confere o art. 16, inciso III, do Regimento Interno aprovado pela Resolução nº 9, de 17 de abril de 2001, torna público que a **DIRETORIA COLEGIADA**, em sua 134ª Reunião Ordinária, realizada em 04 de agosto de 2004, e o **SUPERINTENDENTE DO DEPARTAMENTO DE ÁGUAS ENERGIA ELÉTRICA - DAEE**, do Estado de São Paulo, no uso de suas atribuições, definidas nos artigos 9º e 10º da Lei do Estado de São Paulo nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, tendo em vista os elementos constantes do Processo nº 02501.000673/2004-86, protocolado na ANA e dos Autos DAEE nº 9805040.

considerando o disposto no art. 4º, inciso XII, da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, que estabelece caber à ANA definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando a garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos das respectivas bacias hidrográficas;

considerando o disposto no art. 4º da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que estabelece que a União articular-se-á com os Estados tendo em vista o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum;

considerando o art. 8º da Lei do Estado de São Paulo de nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, que estabelece que o Estado, observados os dispositivos constitucionais relativos à matéria, articular-se-á com a União, outros Estados vizinhos e municípios, para o aproveitamento e controle dos recursos hídricos em seu território;

considerando a importância do Sistema Cantareira para o atendimento das demandas de água da Região Metropolitana de São Paulo e das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá;

considerando a necessidade de serem fixadas as condições de operação para os reservatórios Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha, localizados na Bacia do Rio

Piracicaba, doravante denominados Sistema Equivalente, pertencente ao Sistema Cantareira, para subsidiar a renovação de sua outorga de direito de uso dos recursos hídricos;

considerando os resultados dos estudos realizados pela ANA e pelo DAEE;

considerando as recomendações para o estabelecimento das condições para renovação da concessão da outorga para o Sistema Cantareira procedentes do Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, instituído pelo Decreto do presidente da República de 20 de maio de 2002, nos termos da Lei nº 9.433, de 1997, do Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá e do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, instituídos nos termos da Lei do Estado de São Paulo nº 7.663, de 1991,

Resolvem:

Art. 1º A operação do Sistema Cantareira observará o limite de vazão de retirada, denominado X, obtido em função do estado do Sistema Equivalente, segundo a tabela e correspondentes curvas mensais do Anexo I a esta Resolução.

§1º A capacidade do Sistema Equivalente representa a soma dos volumes úteis operacionais existentes nos reservatórios de Jaguari-Jacaré, Cachoeira e Atibainha, totalizando 978, 57 hm³.

§2º A vazão de retirada do Sistema Equivalente, denominada Q, é a soma da vazão de transferência para a bacia do Alto Tietê, através do Túnel 5, denominada Q₁, e da soma das vazões defluentes dos reservatórios de Jaguari-Jacaré, Cachoeira e Atibainha para a Bacia do Rio Piracicaba, excluindo-se os vertimentos, denominada Q₂.

§3º A tabela e as correspondentes curvas mensais de que trata o caput foram calculadas com o emprego de “Curvas de Aversão a Risco”, conforme Nota Técnica Conjunta ANA-DAEE.

Art. 2º O limite de vazão de retirada de que trata o art. 1º será fracionado em duas parcelas, denominadas X₁ e X₂, correspondentes respectivamente à região metropolitana de São Paulo e à Bacia do Rio Piracicaba, de tal forma que $X = X_1 + X_2$ e obedecerá a seguinte ordem de prioridade:

Usuário	Limite de vazão de retirada (m³/s)	Prioridade
Região Metropolitana primária	24,8	1
Bacia do Piracicaba primária	3,0	1
Região Metropolitana secundária	6,2	2
Bacia do Piracicaba secundária	2,0	2

Parágrafo único. No caso de não ser possível atender a soma dos valores com a mesma prioridade, o rateio será proporcional à participação de cada um no total referente à mesma prioridade.

Art. 3º Na última semana de cada mês, a ANA e o DAEE emitirão comunicado conjunto informando à SABESP e ao Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí os limites superiores para Q_1 e Q_2 para o mês subsequente, de acordo com as condicionantes que permitem a distribuição mensal das demandas a partir da contabilização dos volumes não utilizados que cada usuário tem direito, para posterior compensação, estabelecidas no Anexo II.

Parágrafo Único. Para os efeitos desta Resolução, o Comitê referido no caput é o instituído pelo Decreto do Presidente da República, de 20 de maio de 2002, nos termos da Lei nº 9.433, de 1997.

Art. 4º Respeitadas as condicionantes descritas no art. 3º, os valores de Q_1 e Q_2 para o mês subsequente serão definidos respectivamente pela SABESP e pelo Comitê.

§ 1º Se a SABESP não informar tempestivamente o valor de Q_1 , será adotado o valor X_1 .

§ 2º Se o Comitê não informar tempestivamente o valor de Q_2 , será adotado o valor X_2 .

§ 3º A SABESP acionará as estruturas hidráulicas do Sistema Equivalente em absoluta consonância com o estabelecido no caput.

Art. 5º A SABESP fica obrigada a implantar, manter e operar as estações de monitoramento contínuo dos níveis de água das estações fluviométricas e limnimétricas nos pontos de controle do Sistema Cantareira e disponibilizar as informações em tempo real.

§ 1º Cada estação fluviométrica deverá ser apoiada por medições regulares de vazão, que permitam a manutenção atualizada de curva de descarga para o local.

§ 2º A SABESP terá o prazo de seis meses, contado da publicação desta Resolução, para ajustar com a ANA e o DAEE o programa de implantação das estações nos pontos de controle e a definição de seus respectivos procedimentos operacionais.

§ 3º As estações referidas no § 2º deverão estar implantadas no prazo de até doze meses da aprovação do programa.

Art. 6º A SABESP deverá, em até doze meses, a partir da publicação desta Resolução, providenciar a atualização das curvas cota *versus* área superficial e cota *versus* volume para os reservatórios do Sistema Cantareira.

Parágrafo único. As “Curvas de Aversão a Risco” deverão ser refeitas com os dados resultantes da atualização das curvas cota *versus* volume.

Art 7º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

JERSON KELMAN

RICARDO BORSARI

Anexo 1.3. Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 429/2004



RESOLUÇÃO Nº 429, DE 04 DE AGOSTO DE 2004

Delega competência e define os critérios e procedimentos para a outorga do direito de uso de recursos hídricos de domínio da União no âmbito das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.

O DIRETOR-PRESIDENTE DA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA, no uso da atribuição que lhe confere o art. 16, inciso XVII, do Regimento Interno, aprovado pela Resolução nº 9, de 17 de abril de 2001, torna público que a **DIRETORIA COLEGIADA**, em sua 134ª Reunião Ordinária, realizada em 04 de agosto de 2004, com fundamento no art. 4º, incisos I, II e IV, e no art. 12, incisos I, IV e V, da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000,

Considerando o disposto no art. 20, inciso III, da Constituição Federal, que define as correntes de água que banham mais de um Estado como bens da União;

Considerando o disposto no art. 21, inciso XIX, da Constituição Federal, que define como competência da União instituir o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e definir critérios de outorga de direito de uso;

Considerando o art. 22, inciso IV, da Constituição Federal, que define como competência privativa da União legislar sobre água;

Considerando o disposto no art. 14, §1º, da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que autoriza o Poder Executivo Federal delegar aos Estados e ao Distrito Federal a competência para conceder outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União;

Considerando que o Sistema Cantareira, que envolve os Rios Atibaia e Jaguari e seus respectivos formadores, demanda uma gestão compartilhada entre a União e os Estados de São Paulo e Minas Gerais;

Considerando que os Estados de São Paulo e Minas Gerais possuem infra-estrutura técnica e administrativa necessária para a concessão de outorgas;

Considerando as conclusões do Estudo Técnico ANA – Doc. 12023/2004, desenvolvido para estabelecimento das condições de operação do Sistema Cantareira; e

Considerando as projeções de consumo apresentadas na Nota Técnica ANA – Doc. 12024/2004

Resolveu:

DA DELEGAÇÃO DE COMPETÊNCIA

Art. 1º Delegar aos Estados de São Paulo e Minas Gerais, por intermédio das suas respectivas entidades outorgantes o Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE e o Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, a competência para outorgas preventivas e do direito de uso dos recursos hídricos de domínio da União na Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, no âmbito do respectivo território, incluindo-se os Rios

2

Piracicaba, Jaguari até a confluência com o Rio Camanducaia (MG) (46,31°W; 22,84°S), Atibaia, Camanducaia ou Guardinha, Camanducaia (MG), os Ribeirões do Cancã ou da Cachoeirinha, dos Godóis, e os Córregos do Abel e Guaraiúva no âmbito da Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba.

Parágrafo único. Para os fins desta Resolução, fica definido que:

I – as Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá referenciadas pelos exutórios dos cursos principais no Rio Tietê de coordenadas (48,33°W; 22,62°S), (47,76°W; 22,98°S) e (47,3°W; 23,21°S), respectivamente, serão denominadas simplesmente BACIAS;

II – corresponderá à outorga preventiva da ANA a outorga de implantação de empreendimento, no âmbito do Estado de São Paulo, e a manifestação prévia, no âmbito do Estado de Minas Gerais; e

III – corresponderá à outorga de direito de uso de recursos hídricos da ANA os demais atos de outorga realizados pelas autoridades outorgantes estaduais.

Art. 2º A delegação de competência referida nesta Resolução compreende os atos de outorga preventiva e de outorga de direito de uso para:

I - derivação ou captação de parcela de água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;

II – lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final, observada a legislação pertinente;

III – aproveitamento dos potenciais hidrelétricos; e

IV – outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente no corpo de água.

§ 1º Independem de outorga as derivações, captações, lançamentos e acumulações de volumes de água considerados insignificantes, ficando, contudo, sujeitos a cadastro de acordo com o previsto na legislação de recursos hídricos.

§ 2º Os critérios específicos para estabelecimento dos usos insignificantes serão propostos pelo Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, criado pelo Decreto da Presidência da República de 20 de maio de 2002, e aprovados pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH.

Art. 3º A ANA, o DAEE e o IGAM deverão, de forma articulada, viabilizar a troca de informações visando à implantação e manutenção do Sistema Unificado de Informações e de suporte aos atos de outorga resultantes da presente delegação.

Art. 4º Ficam ratificados os atos de outorga de direito de uso já emitidos pelas autoridades outorgantes ANA, DAEE e IGAM, no âmbito das BACIAS.

Parágrafo único. Poderão ser revistas as outorgas a que se refere o *caput*, exceto para o consumo humano e a dessedentação de animais, caso se tornem insustentáveis por fato superveniente ou incompatíveis com as condições de operação definidas para o Sistema Cantareira, conforme resolução conjunta ANA/DAEE.

DOS CRITÉRIOS E PROCEDIMENTOS DE OUTORGA

Art. 5º Os atos de outorga observarão as restrições decorrentes do balanço entre disponibilidade hídrica e demanda, em termos quantitativos e qualitativos, realizado de forma integrada no âmbito das BACIAS.

Parágrafo único. A vazões estabelecidas no ato da outorga do Sistema Cantareira deverão respeitar as condições de operação especificadas em Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 428 de de agosto de 2004.

Art. 6º Considerar-se-á como vazão de referência a vazão natural mínima de 7 (sete) dias consecutivos e 10 (dez) anos de tempo de recorrência ($Q_{7,10}$) ou a vazão mínima defluente a jusante de reservatórios, acrescida da vazão $Q_{7,10}$ da área incremental do trecho, excetuando-se o Sistema Cantareira, que observará as disposições consignadas em Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 428 de 04 de agosto de 2004.

§ 1º As outorgas estarão condicionadas às prioridades de uso estabelecidas no Plano de Recursos Hídricos das BACIAS.

§ 2º Quando omissos o Plano de Recursos Hídricos, as outorgas para novos empreendimentos priorizarão o uso para abastecimento humano e para dessedentação animal, sendo exigida eficiência acima de 70% (setenta por cento) nos usos dos recursos hídricos para irrigação.

§ 3º Sem prejuízo do disposto no §1º deste artigo, serão observadas as seguintes condições:

I – vazão máxima outorgável de 30% (trinta por cento) da vazão de referência, em cada trecho, nas correntes de água situadas a montante do Sistema Cantareira, considerando que o somatório das outorgas emitidas não deverá exceder 1,70 m³/s, conforme projeções apresentadas na Nota Técnica ANA – Doc. 12024/2004.

II - vazão máxima outorgável de 50% (cinquenta por cento) da vazão de referência, em cada trecho nas correntes de água situadas a jusante do Sistema Cantareira; e

III - havendo critérios divergentes ou incompatíveis com as particularidades de cada trecho das BACIAS, caberá à ANA, ao DAEE e ao IGAM, em conjunto, compatibilizá-los.

Art. 7º As outorgas para lançamento de efluentes, no que se refere ao despejo de cargas poluentes, serão balizadas pelos limites e metas estabelecidos nos planos de recursos hídricos das BACIAS.

DA INTEGRAÇÃO DAS INFORMAÇÕES

Art. 8º Para efeito da formação de um banco de dados integrado, as entidades outorgantes delegatárias encaminharão à ANA relatórios semestrais das outorgas emitidas, contendo, no mínimo, as seguintes informações:

I – identificação do outorgado;

II – endereço do empreendimento;

III – localização geográfica das intervenções outorgadas (coordenadas geográficas);

IV – nome do corpo hídrico e da sub-bacia;

V – finalidade do uso da água;

VI – vazões máxima e média de captação;

VII – regime de variação em termos de sazonalidade mensal, dias/mês e horas/dia, onde couber;

VIII – vazões máxima e média de lançamento, onde couber;

IX – cargas orgânicas em termos de kg de DBO/dia, nos lançamentos outorgados; e

X – informações referentes ao balanço hídrico quali-quantitativo, na forma dos percentuais comprometidos em cada trecho das BACIAS e respectivas sub-bacias.

§ 1º As informações relacionadas neste artigo alimentarão o Sistema Uniformizado de Informações.

§ 2º As informações previstas no inciso IX deste artigo serão obtidas pelo DAEE junto à CETESB, repassados à ANA e registrados no Sistema Unificado de Informações.

DAS DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 9º As regras de delegação de competência contidas nesta Resolução aplicam-se tanto às outorgas preventivas e às outorgas de direito de uso quanto à renovação das outorgas em vigor na data da publicação desta Resolução.

Parágrafo Único. Expirado o prazo de validade da outorga, permanecem com direito ao uso correspondente até o pronunciamento oficial da autoridade outorgante, os requerentes que protocolizarem seus pedidos de renovação com antecedência mínima de 90 (noventa) dias da data do vencimento.

Art. 10. O uso dos recursos hídricos nas BACIAS está sujeito à cobrança, nos termos dos arts. 19 a 21 da Lei nº 9.433, de 1997, e do art. 4º, inciso VIII, da Lei nº 9.984, de 2000.

Art. 11. Os usos de recursos hídricos decorrentes de outorga conferida em conformidade com esta Resolução estão sujeitos à fiscalização da ANA e das próprias entidades outorgantes delegatárias.

Parágrafo único. A autoridade delegatária deverá informar imediatamente a ANA a constatação de irregularidade dos usos de recursos hídricos nas BACIAS ou de qualquer uso em desacordo com as regras definidas nesta Resolução.

Art. 12. Os atos de outorga decorrentes desta Resolução não substituem nem dispensam o outorgado de requerer certidões, alvarás, licenças exigidas por normas municipais, estaduais ou federais, bem como as previstas para controle de poluição das águas e proteção ambiental.

Art. 13. Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

JERSON KELMAN

Anexo 1.4. Portaria DAEE nº 1213/2004



SECRETARIA DE ESTADO DE ENERGIA, RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA

Rua Boa Vista, 175 - 1º andar - tel. 3293-8557 - CEP 01014-000 - São Paulo - SP

PORTARIA DAEE Nº 1213, DE 06 DE AGOSTO DE 2004

O SUPERINTENDENTE DO DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA, no uso de suas atribuições legais e com fundamento no artigo 11, incisos I e XVI do Decreto Estadual nº 52.636 de 03/02/71, e à vista do Código de Águas, da Lei Federal nº 9433 de 08/01/97, da Lei Estadual nº 7.663 de 30/12/91, do Decreto Estadual nº 41.258 de 01/11/96, da Portaria D.A.E.E. nº 717 de 12/12/96, da Resolução ANA nº 429 de 4/08/2004 e da Resolução Conjunta ANA-DAEE nº 428 de 4/08/2004, e em solicitação aos requerimentos constantes dos Autos nº 9805040 – DAEE.

D E T E R M I N A

ARTIGO 1º - Fica outorgada à COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SABESP, CNPJ 43.776.517/0001-80, concessão das vazões máximas médias mensais, abaixo relacionadas, e autorização administrativa, para fins de abastecimento público, do SISTEMA CANTAREIRA, utilizando e interferindo em recursos hídricos, conforme abaixo relacionado:

Município: VARGEM

USO	RECURSO HÍDRICO	COORD. UTM (km)			Prazo (anos)
		N	E	MC	
Barramento	Rio Jaguari	7.465,00	354,00	45º	10

Município: VARGEM/BRAGANÇA PAULISTA

USO	RECURSO HÍDRICO	COORD. UTM (km)			Prazo (anos)
		N	E	MC	
Barramento	Rio Jacarei	7.461,00	351,80	45º	10

Município: JOANÓPOLIS

USO	RECURSO HÍDRICO	COORD. UTM (km)			Prazo (anos)	Capacidade da Estrutura Hidráulica (m³/s)
		N	E	MC		
Reversão Jacarei-Cachoeira: Entrada do túnel 7	Rio Jacarei (Reservatório Interligado dos rios Jaguari e Jacarei)	7.458,75	363,83	45º	10	35

Município: PIRACAJÁ

USO	RECURSO HÍDRICO	COORD. UTM (km)			Prazo (anos)	Capacidade da Estrutura Hidráulica (m³/s)
		N	E	MC		
Reversão Jacarei-Cachoeira: Saída do túnel 7	Ribeirão Boa Vista (Reservatório Cachoeira)	7.454,95	368,11	45º	10	35
Reversão Cachoeira-Atibainha: Entrada do túnel 6	Afluente do Ribeirão dos Bujis (Reservatório do Rio Cachoeira)	7.448,00	365,80	45º	10	35
Reversão Cachoeira-Atibainha: Saída do túnel 6	Afluente do Córrego da Cruz das Almas (Reservatório Atibainha)	7.443,87	368,07	45º	10	35
Barramento	Rio Cachoeira	7.450,40	364,70	45º	10	



SECRETARIA DE ESTADO DE ENERGIA, RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA

Rua Boa Vista, 175 - 1º andar - tel. 3293-8557 - CEP 01014-000 - São Paulo - SP

Município: NAZARÉ PAULISTA

USO	RECURSO HÍDRICO	COORD. UTM (km)			Prazo (anos)	Capacidade da Estrutura Hidráulica (m³/s)	Vazão Máxima Média Mensal (m³/s)
		N	E	MC			
Reversão Atibainha-Juqueri Entrada do túnel 5	Afluentes do Rio Atibainha (Reservatório do Rio Atibainha)	7.431,23	355,49	45°	10	35	31
Reversão Atibainha-Juqueri Saída do túnel 5	Rio Juqueri-Mirim: Reversão da bacia do rio Piracicaba para a bacia do Tietê	7.426,49	348,62	45°	10	35	31
Barramento	Rio Atibainha	7.436,71	357,42	45°	10		

Município: MAIRIPORÃ

USO	RECURSO HÍDRICO	COORD. UTM (km)			Prazo (anos)
		N	E	MC	
Barramento	Rio Juqueri (Cascata)	7.424,75	343,70	45°	10
Canalização	Rio Juqueri	7.426,49	348,62	45°	10
		7.420,38	337,29		

Município: FRANCO DA ROCHA

USO	RECURSO HÍDRICO	COORD. UTM (km)			Prazo (anos)
		N	E	MC	
Barramento	Rio Juqueri (Paiva Castro)	7.418,96	328,34	45°	10

Município: CAIEIRAS

USO	RECURSO HÍDRICO	COORD. UTM (km)			Prazo (anos)	Vazão Máxima Média Mensal (m³/s)
		N	E	MC		
Reversão Juqueri-Sta. Inês Entrada do túnel 3 (Elevatória de Santa Inês)	Ribeirão Santa Inês (Reservatório Paiva Castro)	7.414,58	329,45	45°	10	33
Reversão Juqueri-Sta. Inês Saída do túnel 1/4	Ribeirão Santa Inês (Reservatório Águas Claras)	7.411,78	330,12	45°	10	33
Captação	Ribeirão Santa Inês (Reservatório Águas Claras): Entrada do Túnel 2	7.411,27	330,46	45°	10	33
Barramento	Ribeirão Santa Inês	7.411,49	330,63	45°	10	

§1º - Os critérios técnicos utilizados nesta Portaria baseiam-se na Nota Técnica Conjunta ANA/DAEE de julho de 2004.

§2º - Os Anexos I e II apresentam uma descrição sucinta do Sistema Cantareira, com as principais estruturas componentes, dados e informações básicas.

ARTIGO 2º - Os usos e interferências nos recursos hídricos acima outorgados, deverão estar de acordo com a legislação estadual e federal, referentes à proteção ambiental e à poluição das águas, atendendo às exigências dos órgãos responsáveis nos aspectos de sua competência.

ARTIGO 3º - Fica a outorgada obrigada a:

1- operar as obras, segundo as condições determinadas na Resolução Conjunta ANA-DAEE nº 428 de 4 de agosto de 2004;

2- manter as obras e serviços em perfeitas condições de estabilidade e segurança, respondendo pelos danos a que der causa, em relação ao meio ambiente e a terceiros;



SECRETARIA DE ESTADO DE ENERGIA, RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA

Rua Boa Vista, 175 - 1º andar - tel. 3293-8557 - CEP 01014-000 - São Paulo - SP

3- responder civilmente, por danos causados à vida, à saúde, ao meio ambiente, por prejuízos de qualquer natureza a terceiros, em razão da manutenção, operação ou funcionamento das obras, bem como do uso inadequado que vier a fazer da presente outorga.

4- responder por todos os encargos relativos à execução de serviços ou obras e a implantação de equipamentos ou mecanismos, necessários a manter as condições acima, bem como nos casos de alteração, modificação ou adaptação dos sistemas que, a critério do DAEE, venham a ser exigidos, em função do interesse público ou social;

ARTIGO 4º - A operação do Sistema Cantareira observará o limite de vazão de retirada, denominado "X", obtido em função do estado do Sistema Equivalente, segundo a tabela e correspondentes curvas mensais do Anexo III desta Portaria.

§ 1º - A capacidade do Sistema Equivalente representa a soma dos volumes úteis operacionais existentes nos reservatórios de Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha, totalizando 978,57 hm³.

§ 2º - A vazão de retirada do Sistema Equivalente, denominada "Q", é a soma da vazão de transferência para a bacia do Alto Tietê, através do Túnel 5, denominada "Q1", e da soma das vazões defluentes dos reservatórios de Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha para a Bacia do Rio Piracicaba, excluindo-se os vertimentos, denominada "Q2".

§ 3º - A tabela e as correspondentes curvas mensais de que trata o caput foram calculadas com o emprego de Curvas de Aversão a Risco, conforme Nota Técnica Conjunta ANA-DAEE de julho de 2004.

ARTIGO 5º - O limite de vazão de retirada, de que trata o artigo 4º, será fracionado em duas parcelas, denominadas "X1" e "X2", correspondentes respectivamente à Região Metropolitana de São Paulo - RMSP, e à bacia do rio Piracicaba, de tal forma que "X = X1 + X2", e obedecerá à seguinte ordem de prioridade:

Prioridade	Demandas					
	RMSP		Bacia do rio Piracicaba		Total por prioridade	
	Vazão (m³/s)	%	Vazão (m³/s)	%	Vazão (m³/s)	%
1 Primária	24,8	89,2	3,0	10,8	27,8	100
2 Secundária	6,2	75,6	2,0	24,4	8,2	100
Total por usuário	31,0		5,0			
Vazão total de retirada do Sistema Equivalente					36,0	

Nota: vazões médias mensais

Parágrafo Único – No caso de não ser possível atender à soma dos valores com a mesma prioridade, o rateio será proporcional à participação de cada um no total referente à mesma prioridade.

ARTIGO 6º – Na última semana de cada mês, a ANA e o DAEE emitirão comunicado conjunto informando à SABESP e ao Comitê PCJ os limites superiores para "Q1" e "Q2" para o mês subsequente, de acordo com as condicionantes que permitem a distribuição mensal das demandas a



SECRETARIA DE ESTADO DE ENERGIA, RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA

Rua Boa Vista, 175 - 1º andar - tel. 3293-8557 - CEP 01014-000 - São Paulo - SP

partir da contabilização dos volumes não utilizados a que cada usuário tem direito, para posterior compensação, estabelecidas no ANEXO IV desta Portaria.

Parágrafo Único – Para os efeitos desta Portaria, o Comitê PCJ representa o Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, instituído pelo Decreto do Presidente da República, de 20 de maio de 2002, nos termos da Lei Federal nº 9433, de 8 de janeiro de 1997, do qual o Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, instituído nos termos da Lei do Estado de São Paulo nº 7663/91, é parte integrante.

ARTIGO 7º - Respeitadas as condicionantes descritas no artigo 6º, os valores de "Q1" e "Q2" para o mês subsequente serão definidos, respectivamente, pela SABESP e pelo Comitê PCJ.

§1º – Se a SABESP não informar tempestivamente o valor de "Q1", será adotado o valor "X1";

§2º – Se o Comitê PCJ não informar tempestivamente o valor de "Q2", será adotado o valor "X2";

§3º – A SABESP acionará as estruturas hidráulicas do Sistema Equivalente em absoluta consonância com o estabelecido no caput.

ARTIGO 8º - As vazões mínimas defluentes de cada um dos reservatórios citados no §1º do artigo 4º serão propostas, mensalmente, pelo Comitê PCJ, em conformidade com o estabelecido no artigo 4º da Resolução Conjunta ANA-DAEE nº 428 de 4 de agosto de 2004.

ARTIGO 9º Deverá ser mantida uma vazão defluente mínima de 1 m³/s no rio Juqueri a jusante da barragem de Paiva Castro.

ARTIGO 10 - As regras de operação apresentadas nos Art. 4º e 5º desta Portaria poderão ser desconsideradas em situações emergenciais.

§1º - Serão consideradas situações emergenciais aquelas em que fique caracterizado risco iminente para a saúde da população, para o meio ambiente e estruturas hidráulicas que compõem o Sistema Cantareira devido a acidentes ou cheias.

§2º - As operações do sistema durante períodos de emergência serão realizadas pela SABESP, com o acompanhamento dos Comitês PCJ e AT – Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, devendo, após os eventos, a SABESP, imediatamente, comunicar os fatos ao DAEE e à ANA.

ARTIGO 11 - A SABESP deverá elaborar, no prazo de 12 (doze) meses a partir da publicação desta Portaria, em articulação com o DAEE, a ANA e os Comitês PCJ e AT, um Plano de Contingência para ações durante situações de emergência.

ARTIGO 12 – A SABESP fica obrigada a implantar, manter e operar as estações de monitoramento contínuo dos níveis d'água das estações fluviométricas e limnimétricas nos pontos de controle do Sistema Cantareira e disponibilizar as informações em tempo real.

§1º – Cada estação fluviométrica deverá ser apoiada por medições regulares de vazão, que permitam a manutenção atualizada de curva de descarga para o local.



SECRETARIA DE ESTADO DE ENERGIA, RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA

Rua Boa Vista, 175 - 1º andar - tel. 3293-8557 - CEP 01014-000 - São Paulo - SP

§2º A SABESP terá o prazo de 6 (seis) meses para ajustar com a ANA e o DAEE o programa de implantação das estações nos pontos de controle e a definição de seus respectivos procedimentos operacionais, com a participação do Comitê AT e do Comitê PCJ, este representado por sua Câmara Técnica de Monitoramento Hidrológico – CT-MH.

§3º - A SABESP deverá implantar estações de monitoramento de qualidade dos corpos d'água do Sistema Cantareira, sob orientação da CETESB e demais órgãos ambientais competentes.

§4º - As estações referidas nos parágrafos 2º e 3º deverão estar implantadas no prazo de 12 (doze) meses da aprovação do programa.

ARTIGO 13 – A SABESP deverá, em até 12 (doze) meses, a partir da publicação desta Portaria, providenciar a atualização das curvas cota *versus* área superficial e cota *versus* volume para os reservatórios do Sistema Cantareira;

Parágrafo Único – As Curvas de Aversão a Risco deverão ser refeitas com os dados resultantes da atualização das curvas cota *versus* volume.

ARTIGO 14 – A Sabesp deverá, no prazo 12 (doze) meses, a contar da data da publicação desta Portaria, utilizando dados atualizados da série histórica de vazões e dos novos levantamentos dos reservatórios, apresentar ao DAEE e à ANA uma revisão dos estudos hidrológicos e hidráulicos para verificação da capacidade das estruturas extravasoras relativamente às vazões de cheia de projeto, considerando, nas análises, as restrições de vazões a jusante de todos os barramentos do Sistema Cantareira.

§1º – Os estudos deverão incluir a verificação das curvas cota *versus* vazão de todas as estruturas hidráulicas de descarga do sistema, como vertedores, descarregadores de fundo, tomadas d'água, túneis, comportas e válvulas.

§2º – A SABESP deverá realizar análises e avaliações hidráulicas e sedimentológicas dos rios Jaguari, Jacaré, Cachoeira, Atibainha e Juqueri, a jusante dos barramentos do Sistema Cantareira, implementando as ações propostas nos estudos visando a restauração das calhas dos cursos d'água referidos.

ARTIGO 15 – A SABESP deverá firmar, em conjunto com os municípios e demais entidades operadoras dos serviços de saneamento na área de atuação do Comitê PCJ, um Termo de Compromisso onde serão estabelecidas metas, para o período dos próximos 10 (dez) anos, de tratamento de esgotos urbanos, de controle de perdas físicas nos sistemas de abastecimento de água e de ações que contribuam para a recarga do lençol freático.

Parágrafo Único – O Termo de Compromisso deverá ser firmado em até 90 (noventa) dias, por proposta do Comitê PCJ.

ARTIGO 16 - A SABESP deverá providenciar, no prazo de até 30 (trinta) meses, estudos e projetos que viabilizem a redução de sua dependência do Sistema Cantareira, considerando os Planos de Bacia dos Comitês PCJ e AT.

ARTIGO 17 – A SABESP deverá manter programas permanentes de controle de perdas, uso racional da água, combate ao desperdício e incentivo ao reuso de água, apresentando, anualmente, relatórios ao DAEE e à ANA que disponibilizarão os dados ao Comitê das Bacias Hidrográficas do Alto Tietê e dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá.



SECRETARIA DE ESTADO DE ENERGIA, RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA

Rua Boa Vista, 175 - 1º andar - tel. 3293-8557 - CEP 01014-000 - São Paulo - SP

ARTIGO 18 – O DAEE, ao analisar requerimentos de outorga para usos de recursos hídricos superficiais localizados nas bacias de contribuição a montante dos reservatórios do Sistema Cantareira, observará os limites estabelecidos na Resolução ANA n.º 429/04 de 4 de agosto de 2004.

ARTIGO 19 – Os usos dos recursos hídricos, decorrentes desta outorga, estão sujeitos à cobrança nos termos dos artigos 19 a 21 da Lei Federal n.º 9.433, de 1997, e do artigo 4º, inciso VIII, da Lei Federal n.º 9.984, de 2000, nos rios de domínio da União.

ARTIGO 20 - Para fins de fiscalização, esta outorga deverá, obrigatoriamente, permanecer no local onde foram autorizados os usos e interferências nos recursos hídricos citados nesse documento.

ARTIGO 21 - A não observância ao estabelecido neste ato, poderá caracterizar o usuário como infrator com a consequente aplicação das penalidades previstas nas Seções I e II do Capítulo 2º, artigos 9º a 13 da Lei Estadual 7663/91, regulamentados pelo Decreto Estadual n.º 41258, de 01/11/1996, disciplinado pela Portaria DAEE n.º 1/98, de 02/01/1998.

ARTIGO 22 - Esta Portaria poderá ser revogada, sem que caiba indenização a qualquer título, além dos casos gerais, nos seguintes casos especiais:

- I - quando estudos de planejamento regional de utilização dos recursos hídricos tomarem necessárias adequações dos sistemas outorgados;
- II - na hipótese de infringência das disposições relativas à legislação pertinente.

ARTIGO 23 - Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação, ficando revogadas as disposições em contrário.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA,

6 de agosto de 2004

RICARDO DARUIZ BORSARI

Superintendente

Anexo 1.5. Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 614/2010



RESOLUÇÃO CONJUNTA ANA/DAEE Nº 614, DE 09 DE NOVEMBRO DE 2010

Dispõe sobre as condições de operação dos reservatórios do Sistema Cantareira no período de controle de cheias.

O DIRETOR-PRESIDENTE DA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA, no uso da atribuição que lhe confere o art. 63, XVII, do Anexo I do Regimento Interno, aprovado pela Resolução nº 567, de 17 de agosto de 2009, torna público que a DIRETORIA COLEGIADA, em sua 381ª Reunião Ordinária, realizada em 09 de novembro de 2010, e o SUPERINTENDENTE DO DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE, do Estado de São Paulo, no uso de suas atribuições, definidas nos artigos 9º e 10º da Lei do Estado de São Paulo nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, tendo em vista os elementos constantes do Processo nº 02501.001219/2010-91, protocolado na ANA e dos Autos DAEE nº 9805040,

considerando o disposto no art. 4º, inciso XII, da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, que estabelece caber à ANA definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando a garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos das respectivas bacias hidrográficas;

considerando o disposto no art. 4º da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que estabelece que a União articular-se-á com os estados tendo em vista o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum;

considerando o art. 8º da Lei do Estado de São Paulo nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, que estabelece que o Estado, observados os dispositivos constitucionais relativos à matéria, articular-se-á com a União, outros estados vizinhos e municípios, para o aproveitamento e controle dos recursos hídricos em seu território;

considerando a importância do Sistema Cantareira para o atendimento das demandas de água da Região Metropolitana de São Paulo e das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí;

considerando a necessidade de serem fixadas as condições de operação adicionais para os reservatórios Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha, localizados na bacia do rio Piracicaba, e para o reservatório Paiva Castro, no rio Juqueri, pertencentes ao Sistema Cantareira, de forma a compatibilizar as necessidades de abastecimento e de controle de cheias, sem prejuízo ao estipulado na Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 428, de 04 de agosto de 2004, e na Portaria DAEE nº 1213/04, de 06/08/2004;

considerando as recomendações da Câmara Técnica de Monitoramento Hidrológico - CT-MH do Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – Comitês PCJ, instituído pelo Decreto do Presidente da República, de 20 de maio de 2002, nos termos da Lei nº 9.433, de 1997, para o estabelecimento das condições de operação para controle de cheias nos reservatórios Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha, localizados na bacia do rio Piracicaba;

resolvem:

Art. 1º Na operação dos reservatórios do Sistema Cantareira, no período de controle de cheias, definido em função do regime hidrológico da bacia do rio Piracicaba como sendo de outubro a junho, a Sabesp deverá observar a necessidade de realização de estudos para alocação de volumes de espera, objetivando amortecer ondas de cheias afluentes para controlar descargas para jusante, de forma a minimizar possíveis inundações e impactos indesejáveis.

§1º Os volumes de espera, que se pretende manter nos reservatórios, serão definidos pelo DAEE, ouvidos a ANA e os Comitês PCJ, a partir dos estudos técnicos realizados pela Sabesp ao final de cada mês, considerando-se o nível de água dos reservatórios, as estimativas de suas descargas para jusante, as previsões climáticas fornecidas pelos institutos nacionais de meteorologia para os três meses subsequentes e a probabilidade de afluência de vazões.

§2º A definição mensal dos volumes de espera planejados para o Sistema Cantareira deverá resultar nos níveis máximos operacionais para cada reservatório do Sistema.

§3º A alocação de volume de espera no Sistema Cantareira, para o período de controle de cheias, deverá ser realizada, prioritariamente, nos reservatórios de Cachoeira, Atibainha e Paiva Castro, respeitando as cotas máximas operacionais recomendadas conjuntamente pelo DAEE e pela ANA apresentadas no ANEXO 1 desta Resolução.

Art. 2º No período de controle de cheias, a operação dos reservatórios do Sistema Cantareira será realizada em conformidade com o *Estado de Operação do Sistema Cantareira para Controle de Cheias*, estabelecido em função dos níveis de água dos seus reservatórios como: Situação de Operação Normal, Situação de Operação em Atenção e Situação de Operação Emergencial.

§1º No período em questão, a Sabesp deverá emitir, diariamente, a *Declaração de Situação de Operação do Sistema Cantareira para Controle de Cheias*, em que será informado o estado em que o Sistema Cantareira está operando para o DAEE, a ANA, e os Comitês PCJ, e a sua tendência para os próximos dias.

Art. 3º A Situação de Operação Normal é aquela em que os reservatórios do Sistema Cantareira encontram-se operando em cotas iguais ou inferiores às dos seus respectivos níveis de água máximos operacionais definidos mensalmente pelo DAEE.

Parágrafo único - As regras operativas para a Situação de Operação Normal são as definidas nos artigos 4º a 10 da Portaria DAEE nº 1213/04, de 06/08/2004.

Art. 4º A Situação de Operação em Atenção é aquela em que um ou mais reservatórios do Sistema Cantareira estão operando em cotas entre seus níveis de água máximos operacionais e seus níveis de água máximos normais, definidos no ANEXO 1.

§1º Em Situação de Operação em Atenção, a operação dos reservatórios do Sistema Cantareira deverá ser executada pela Sabesp de modo que os níveis de operação dos seus reservatórios retornem para cotas iguais ou inferiores às dos seus respectivos níveis de água máximos operacionais, sem que haja violação das suas vazões de restrição de descargas para jusante.

§2º Na operação em Situação de Operação em Atenção, a descarga de vazões para jusante dos reservatórios deverá ser realizada levando-se em conta previsões de tempo de curto prazo e

as vazões incrementais aos pontos de controle, previamente determinados pelo DAEE, de modo a minimizar a possibilidade de inundações nesses pontos.

Art. 5º A Situação de Operação Emergencial é aquela em que um ou mais reservatórios do Sistema Cantareira estão operando em cotas acima de seus respectivos níveis de água máximos normais, definidos no ANEXO 1.

§1º Em Situação de Operação Emergencial, a operação dos reservatórios do Sistema Cantareira deverá ser executada pela Sabesp com base no seu *Plano de Contingência para o Sistema Cantareira*, aprovado pelo DAEE, de modo que os níveis de operação dos reservatórios retornem para cotas iguais ou inferiores às dos seus respectivos níveis de água máximos normais.

§2º Quando os reservatórios estiverem operando em cotas entre seus níveis de água máximos operacionais e seus níveis de água máximos normais, com previsão de violação das suas vazões de restrição de descargas para jusante, o Sistema poderá ser considerado em Situação de Operação Emergencial, a critério da Sabesp.

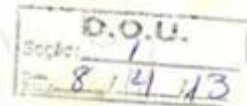
Art. 6º No período de controle de cheias, sempre que ocorrerem descargas para jusante dos reservatórios de Jaguari-Jacaref, Cachoeira e Atibainha, objetivando alocação de volumes de espera no Sistema Cantareira, serão consideradas na contabilização dos volumes utilizados as descargas equivalentes às vazões-limite de retirada (X_1 e X_2), definidas a partir da aplicação do estipulado na Resolução Conjunta ANA/DAEE nº 428, de 04 de agosto de 2004.

Art. 7º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

VICENTE ANDREU

AMAURI LUIZ PASTORELLO

Anexo 1.6. Resolução ANA nº 436/2013



RESOLUÇÃO Nº 436, DE 1º DE ABRIL DE 2013.

Estabelece procedimentos e diretrizes gerais para delegar competência para emissão de outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União.

O DIRETOR-PRESIDENTE DA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA, no uso da atribuição que lhe confere o art. 63, incisos IV e XVII, do Regimento Interno aprovado pela Resolução nº 567, de 17 de agosto de 2009, torna público que a DIRETORIA COLEGIADA, em sua 482ª Reunião Ordinária, realizada em 1º de abril de 2013, com fundamento no art. 14, § 1º, da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e no art. 4º, IV, da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, e com base nos elementos constantes do Processo nº 02501.000457/2013-21, e

Considerando o disposto no art. 20, III, da Constituição Federal, que define como bens da União os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham;

Considerando o disposto no art. 14, §1º, da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que autoriza o Poder Executivo Federal a delegar aos Estados e ao Distrito Federal competência para conceder outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União; e

Considerando o disposto no art. 4º, IV, da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, que atribui à Agência Nacional de Águas - ANA a competência para outorgar, por intermédio de autorização, o direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União;

Resolve:

Art. 1º Estabelecer procedimentos e diretrizes gerais para delegar competência aos Estados e ao Distrito Federal para emissão de outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União.

Parágrafo único. A delegação de que trata o *caput* deste artigo será efetivada mediante edição de Resolução específica e observará às seguintes diretrizes gerais:

I - poderá abranger todo o território do ente delegatário ou restringir-se a determinada bacia hidrográfica ou corpos hídricos específicos, contidos no território do ente delegatário;

II - incluirá, além da competência para emissão de outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos, a competência para promover alteração, renovação, transferência, suspensão e revogação de outorgas emitidas pelo próprio ente delegatário ou pela ANA na área de abrangência da delegação, bem como a competência para emissão de declaração de regularidade de uso da água para pedidos cujas derivações, captações e lançamentos de efluentes independam de outorga; e

III - compreenderá as modalidades de usos de recursos hídricos definidos no art. 12 da Lei nº 9.433, de 1997, exceto aquicultura em tanques-rede e aproveitamento dos potenciais hidrelétricos.

Art. 2º São condições para efetivar-se a delegação de competência de que trata essa Resolução:

I - comprovação de capacidade técnica e institucional para implementar as ações de outorga e regularização de usos de recursos hídricos, mediante apresentação, para avaliação da ANA, de diagnóstico do órgão que será responsável pela emissão das outorgas;

II - disponibilização de informações dos usos de recursos hídricos no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos - CNARH, tanto para os corpos hídricos objeto da delegação quanto para os corpos hídricos de domínio do Estado ou do Distrito Federal;

III - a adoção, na bacia hidrográfica da área de abrangência da delegação, do sistema de controle de balanço hídrico indicado pela ANA;

IV - a adoção de ações compatíveis com os programas da ANA; e

V - implementação de Agenda Operativa pactuada com a ANA.

Art. 3º A Agenda Operativa terá a finalidade de pactuar os critérios e procedimentos técnicos e administrativos a serem observados pelo ente delegatário, considerando o conteúdo básico constante no Anexo desta Resolução.

§ 1º A Agenda Operativa será proposta em função das características de cada ente delegatário a partir do diagnóstico citado no inciso I do art. 2º desta Resolução.

§ 2º A ANA realizará avaliações periódicas, conforme definido na Agenda Operativa, a fim de verificar e atestar o cumprimento das ações pactuadas.

§ 3º Atestada a implementação dos critérios e procedimentos pactuados na Agenda Operativa, a matéria será então submetida à Diretoria Colegiada da ANA para deliberação quanto a delegação de competência.

Art. 4º A critério da ANA poderá ser celebrado com o ente delegatário instrumento de parceria específico, visando desenvolver ações para o fortalecimento do órgão que será responsável pela emissão das outorgas.

§ 1º O apoio a ser fornecido pela ANA poderá envolver a transferência de recursos financeiros ou de bens, bem como o fortalecimento da equipe técnica, e será definido pela ANA, em conjunto com o ente delegatário, conforme as circunstâncias de cada caso concreto e à luz da disciplina jurídica aplicável à matéria ao tempo da celebração do respectivo instrumento de parceria.

§ 2º Em qualquer hipótese, o apoio a ser fornecido pela ANA estará condicionado à implementação dos requisitos e ações previstos na Agenda Operativa e à regularização de usuários de recursos hídricos.

Art. 5º A ANA designará gestor para acompanhamento de cada delegação efetivada.

Parágrafo único. O acompanhamento da delegação será realizado mediante avaliações periódicas nas quais serão examinados indicadores de desempenho previamente fixados.

Art. 6º A fiscalização dos usos dos recursos hídricos não será objeto de delegação.

Parágrafo único. Caberá ao ente delegatário encaminhar Denúncia Qualificada à ANA sempre que constatar irregularidade quanto a usos ou interferências nos corpos hídricos contemplados na delegação de competência para emissão de outorgas.

Art. 7º Conflitos pelo uso dos recursos hídricos de interesse comum em corpos hídricos objeto da delegação poderão ser dirimidos pela ANA, caso necessário.

Art. 8º A ANA poderá, a qualquer tempo, e mediante justificativa, avocar a competência para emissão de outorga que tenha sido delegada.

Art. 9º Aqueles que receberam delegação de competência para emissão de outorgas em data anterior a esta Resolução deverão pactuar com a ANA, no prazo de até 06 (seis) meses contados da data de publicação desta Resolução, a respectiva Agenda Operativa, conforme diretrizes ora estabelecidas.

§ 1º Aplicam-se aos casos previstos no *caput* deste artigo o disposto no art. 4º desta Resolução.

§ 2º Após a implementação da Agenda Operativa, a ANA, quando couber, fará a revisão da respectiva Resolução de delegação.

§ 3º A não observância ao disposto no *caput* deste artigo implicará revogação da delegação.

Art. 10. O não cumprimento por parte do ente delegatário de termos constantes na Resolução de delegação de competência implicará na adoção das seguintes medidas, independentemente da ordem de sua enumeração:

I - advertência;

II - suspensão dos mecanismos de incentivo;

III - suspensão da delegação;

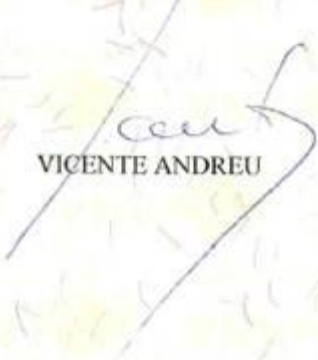
IV - revogação da delegação.

§ 1º As medidas indicadas no *caput* deste artigo serão aplicadas a critério da ANA, conforme as circunstâncias do caso concreto e com as devidas justificativas.

§ 2º Salvo na hipótese de vícios insanáveis, a revogação da delegação não implicará invalidação dos atos praticados regularmente pelo ente delegatário.

Art. 11. Nas avaliações dos pedidos de outorga deverão ser considerados a Resolução CNRH nº 16, de 08 de maio de 2001, que estabelece critérios gerais para outorga de direito de uso de recursos hídricos, e os normativos editados pela ANA sobre o tema.

Art. 12. Esta Resolução entre em vigor na data de sua publicação.


VICENTE ANDREU

Anexo 2. Séries de vazões médias mensais afluentes aos aproveitamentos do Sistema Cantareira.

Anexo 2.1. Vazões médias mensais afluentes ao reservatório Jaguari-Jacareí

Vazões Médias Mensais do Rio Jaguari no Aproveitamento Jaguari-Jacareí (m³/s)													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1930	47,7	47,3	34,0	24,3	19,2	16,7	15,2	12,9	13,8	18,8	17,3	41,8	25,8
1931	40,2	93,4	64,3	47,5	31,8	26,0	20,3	16,0	21,6	21,0	20,7	59,1	38,5
1932	59,2	55,8	50,0	31,1	32,2	28,7	19,7	16,7	13,7	16,3	15,9	43,5	31,9
1933	36,2	29,5	26,1	18,6	18,8	15,2	13,5	12,5	12,1	13,2	12,2	21,9	19,2
1934	37,7	31,1	26,2	18,2	14,1	12,7	10,5	9,1	10,6	12,8	9,3	54,1	20,5
1935	27,0	68,6	51,9	37,5	24,4	21,2	16,7	14,4	18,7	36,7	17,7	22,1	29,7
1936	31,7	32,0	57,5	31,3	22,0	16,9	15,6	20,0	20,3	14,8	22,0	67,9	29,3
1937	79,7	49,5	38,1	40,0	29,3	25,1	18,2	16,0	12,9	25,7	32,4	52,5	35,0
1938	52,7	40,4	37,9	29,2	26,0	19,6	16,9	16,9	17,0	32,6	26,3	30,2	28,8
1939	46,2	47,3	33,6	33,3	27,0	20,6	17,1	14,0	12,9	12,4	18,7	32,2	26,3
1940	65,1	92,6	54,4	35,9	26,3	19,5	15,4	12,3	10,9	12,8	23,0	25,7	32,8
1941	28,8	18,7	19,8	15,9	11,7	11,2	10,7	8,0	23,0	25,2	23,5	28,7	18,8
1942	28,6	38,9	45,1	31,2	21,3	18,6	18,2	13,4	12,2	11,4	12,6	20,1	22,6
1943	28,6	37,0	46,3	23,4	16,4	15,0	12,0	10,9	10,6	13,9	16,7	16,5	20,6
1944	19,2	24,8	40,9	18,5	13,6	11,4	10,5	8,2	7,5	7,2	17,4	14,0	16,1
1945	19,8	48,8	21,7	16,8	12,8	28,5	18,3	11,5	10,0	9,4	23,5	29,9	20,9
1946	65,7	48,1	44,4	33,5	21,1	19,4	18,9	12,9	10,2	14,8	14,2	18,6	26,8
1947	56,4	61,8	73,7	33,5	25,2	20,9	19,4	16,1	20,5	22,5	18,7	43,4	34,3
1948	42,4	47,1	63,2	34,7	25,3	19,7	16,3	14,8	11,8	11,4	13,7	17,1	26,5
1949	29,0	38,7	27,6	23,5	16,2	14,4	11,1	8,9	7,8	8,7	11,7	33,3	19,2
1950	49,8	87,0	57,5	43,5	27,9	22,6	18,1	13,7	11,4	16,2	21,2	37,4	33,9
1951	50,8	54,5	49,4	35,6	23,0	18,2	16,1	14,2	10,5	11,6	16,9	24,0	27,1
1952	35,7	67,6	49,6	28,1	19,1	26,8	16,3	12,8	13,0	11,7	19,3	13,8	26,1
1953	14,7	16,6	16,1	18,7	12,4	10,8	9,0	7,9	7,9	8,6	13,1	16,0	12,7
1954	29,7	45,6	26,2	17,3	23,6	16,2	11,5	9,0	7,3	11,1	7,2	17,2	18,5
1955	28,5	16,5	29,3	18,3	12,4	11,4	8,9	9,3	8,0	8,7	18,5	24,6	16,2
1956	34,0	23,4	27,4	19,1	22,5	23,0	16,1	21,1	14,4	13,8	12,4	16,5	20,3
1957	49,0	50,7	55,7	34,6	23,8	20,0	18,1	16,3	25,0	17,3	24,1	28,9	30,3
1958	48,1	56,8	47,7	36,8	37,0	34,5	26,2	18,3	20,0	17,7	18,8	22,5	32,0
1959	35,8	26,9	39,5	37,8	20,7	15,7	12,3	12,8	9,6	10,5	16,0	26,6	22,0
1960	46,8	46,7	47,4	24,7	21,7	18,1	14,0	11,5	8,7	10,7	16,3	76,4	28,6
1961	62,9	50,8	57,1	38,2	32,4	21,0	15,8	12,5	10,0	9,2	13,4	23,4	28,9
1962	30,4	48,1	62,0	25,8	20,6	15,8	13,1	12,2	11,0	31,3	22,6	34,8	27,3
1963	69,1	49,7	32,1	19,9	15,0	12,5	10,3	8,9	6,2	12,2	17,1	10,1	21,9
1964	16,8	49,0	20,3	14,3	12,8	10,7	10,9	8,2	7,3	13,0	13,7	34,5	17,6
1965	56,2	58,6	48,7	24,9	26,6	18,0	17,2	12,4	10,8	22,8	27,5	42,6	30,5
1966	53,3	42,4	56,3	27,9	21,8	15,7	12,7	12,3	10,1	15,0	21,0	61,7	29,2
1967	68,6	69,1	45,4	27,9	19,8	22,1	14,6	11,4	11,4	12,9	21,7	25,2	29,2
1968	39,7	22,1	29,5	20,8	15,2	13,0	11,0	10,7	8,9	11,4	9,4	17,2	17,4
1969	17,7	19,1	16,9	16,6	10,7	11,8	8,4	8,9	5,8	13,7	25,7	24,6	15,0
1970	47,5	100,4	50,4	27,4	22,2	19,0	16,1	14,1	20,8	17,3	21,7	20,5	31,4
1971	21,1	14,1	21,9	17,5	14,2	19,9	13,7	10,7	10,6	20,6	16,6	28,5	17,5
1972	36,3	48,0	32,2	24,0	16,8	13,9	16,1	16,4	12,5	26,0	25,8	21,4	24,1
1973	32,3	34,1	27,1	30,0	21,8	16,3	16,5	12,5	11,3	15,7	23,0	37,2	23,2
1974	57,0	34,6	34,3	25,6	18,0	21,4	15,5	11,0	9,1	12,1	14,7	33,4	23,9
1975	34,1	42,3	30,2	20,4	16,0	12,4	11,9	8,6	6,5	12,7	17,8	39,2	21,0
1976	30,5	55,3	55,4	40,4	33,1	38,7	39,5	29,3	41,1	32,9	35,4	41,5	39,4
1977	44,3	36,5	31,3	40,6	24,1	22,0	15,8	12,3	15,8	14,2	17,8	36,0	25,9
1978	29,3	23,6	25,8	15,3	14,0	15,7	14,0	9,6	8,5	7,5	23,4	24,9	17,6
1979	25,6	28,4	26,1	20,2	23,3	15,5	14,5	14,9	17,0	20,3	24,4	29,3	21,6
1980	42,2	33,8	31,4	41,8	22,5	20,7	15,0	12,4	11,1	10,3	14,6	32,9	24,1
1981	56,5	17,1	15,1	12,7	9,7	11,7	7,5	6,0	5,7	34,7	64,4	85,7	27,2
1982	51,1	44,4	58,8	36,2	23,3	27,9	21,4	22,9	16,8	31,2	28,8	58,3	35,1
1983	76,3	92,2	81,3	60,6	56,4	118,0	49,9	39,5	72,6	62,7	60,9	75,4	70,5
1984	51,9	35,7	24,8	26,4	24,6	14,9	11,7	16,1	15,6	10,5	11,7	23,7	22,3
1985	37,6	39,1	42,6	24,6	7,4	14,4	12,4	11,6	19,6	12,0	13,7	13,9	20,7
1986	20,4	28,3	30,2	18,8	18,0	11,4	8,9	15,0	7,5	9,1	12,0	54,8	19,5
1987	42,9	43,0	40,6	28,0	44,2	35,0	23,7	19,8	18,8	17,1	15,6	16,0	28,7
1988	36,8	40,9	49,5	42,7	29,6	27,5	16,2	14,5	12,7	18,3	18,5	18,2	27,1
1989	51,8	59,3	45,6	26,6	19,5	18,2	17,8	16,0	15,5	11,9	13,1	19,1	26,2
1990	52,2	16,9	33,2	19,6	18,0	13,2	16,0	14,9	14,4	16,5	13,4	14,8	20,3
1991	28,9	43,9	59,5	62,8	32,1	21,7	17,5	13,4	11,3	26,7	12,7	20,2	29,2
1992	17,7	19,9	21,2	17,3	19,5	11,5	11,5	9,5	14,9	26,5	31,9	28,8	19,2
1993	25,6	44,9	35,8	26,5	20,0	19,2	12,5	11,3	17,7	16,3	8,9	13,2	21,0
1994	23,8	25,4	31,2	23,3	17,0	13,1	12,4	9,2	6,9	12,2	12,3	23,0	17,5
1995	25,7	99,9	48,3	42,9	28,2	19,3	20,2	12,2	13,3	31,0	21,2	21,1	31,9
1996	59,3	50,5	66,5	37,1	24,5	19,0	14,0	13,2	25,0	21,2	27,5	45,2	33,6
1997	51,6	43,5	28,8	21,1	17,0	23,6	12,9	10,7	10,2	14,7	23,4	26,8	23,7
1998	24,7	34,7	31,2	21,5	20,4	15,3	11,3	7,9	12,2	24,4	15,2	36,3	21,2
1999	75,8	52,4	37,1	21,6	15,6	17,1	10,8	7,4	9,3	6,8	10,7	20,4	23,8
2000	45,3	41,3	25,9	18,7	12,4	11,3	11,1	10,0	15,8	6,9	18,6	30,6	20,7
2001	24,0	33,2	27,2	20,5	15,2	11,4	9,9	8,3	9,9	21,5	22,7	32,5	19,7
2002	45,3	44,5	34,5	28,0	18,7	14,0	10,7	13,6	12,7	8,0	15,7	21,4	22,3
2003	52,1	38,7	25,4	17,7	14,6	10,3	7,3	6,4	6,3	9,2	12,2	27,1	18,9
2004	22,3	36,7	25,2	22,3	21,5	23,6	18,8	12,7	9,6	16,1	19,1	26,4	21,2
2005	49,7	33,5	33,9	20,1	27,7	19,1	16,6	11,0	15,2	14,7	18,0	25,1	23,7
2006	32,8	54,7	38,7	25,0	16,2	15,0	13,5	9,9	9,7	10,5	11,1	22,4	21,6
2007	48,1	26,2	21,4	21,0	13,9	14,2	21,3	11,8	8,2	10,0	27,4	23,3	20,6
2008	28,4	36,8	38,6	36,9	27,8	22,7	15,5	15,3	9,4	12,9	17,7	24,3	23,9
2009	39,2	62,7	39,1	27,7	19,1	15,9	17,3	14,7	18,5	23,0	24,1	62,3	30,3
2010	77,4	45,5	41,8	27,3	17,7	14,2	13,6	8,1	7,6	8,0	14,2	24,3	25,0
2011	85,5	29,4	45,1	32,2	20,8	17,3	13,5	10,1	7,6	12,3	19,5	19,0	26,0
2012	34,9	22,0	16,7	16,1	18,3	24,4	17,3	7,0	7,8	9,1	7,9	14,7	16,3
Média	41,9	43,9	38,9	27,7	21,3	19,5	15,4	12,9	13,5	16,6	19,3	30,9	25,1
Máxima	85,5	100,4	81,3	62,8	56,4	118,0	49,9	39,5	72,6	62,7	64,4	85,7	70,5
Mínima	14,7	14,1	15,1	12,7	7,4	10,3	7,3	6,0	5,7	6,8	7,2	10,1	12,7

Anexo 2.2. Vazões médias mensais afluentes ao reservatório do rio Cachoeira

Vazões Médias Mensais do Rio Cachoeira no Aproveitamento Cachoeira (m³/s)													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1930	15,2	17,3	10,8	8,4	6,8	6,4	6,0	5,3	5,7	8,3	7,9	17,8	9,7
1931	18,0	33,9	22,0	16,4	12,4	10,4	8,6	7,2	8,9	8,8	9,1	18,1	14,5
1932	18,3	14,5	15,4	10,6	11,1	10,7	7,8	6,8	5,7	6,8	6,6	15,1	10,8
1933	11,5	10,0	8,7	6,4	6,6	5,7	5,3	4,8	5,3	4,9	4,7	6,9	6,7
1934	12,1	10,8	8,7	6,8	5,2	4,8	4,1	3,8	4,2	4,3	3,8	15,8	7,0
1935	8,6	14,3	11,9	8,9	6,4	6,2	5,2	4,8	6,5	11,7	6,2	7,2	8,1
1936	9,8	9,9	18,1	10,8	7,9	6,5	5,8	6,8	7,1	5,7	6,3	19,5	9,5
1937	28,7	16,0	12,3	13,0	10,0	8,9	7,1	6,0	4,9	8,9	11,1	20,3	12,3
1938	13,5	10,3	13,6	10,7	9,6	7,9	6,9	6,8	6,9	10,8	9,9	10,6	9,8
1939	15,8	14,3	13,5	13,4	10,0	8,3	6,9	5,7	5,4	5,2	7,2	9,1	9,6
1940	12,4	22,2	14,5	10,4	8,0	6,5	5,5	4,5	4,5	5,3	7,0	8,8	9,1
1941	8,7	7,1	7,6	5,7	4,2	4,0	4,1	2,9	8,2	7,8	8,9	9,2	6,5
1942	10,0	14,8	14,1	11,6	8,5	7,7	7,8	5,6	5,2	4,9	5,8	8,6	8,7
1943	9,8	11,4	11,9	7,8	6,1	5,6	4,6	4,6	4,2	6,3	5,6	8,1	7,2
1944	7,9	10,4	13,7	8,5	6,6	5,6	4,8	3,8	3,4	3,1	6,4	5,7	6,7
1945	8,2	16,6	8,9	7,7	6,1	10,7	7,3	5,2	4,9	4,7	7,7	9,1	8,1
1946	15,4	12,8	13,1	11,4	8,1	7,4	6,9	5,2	4,4	6,0	6,3	7,6	8,7
1947	17,9	16,3	21,7	11,9	9,5	9,0	8,4	7,4	8,7	8,7	8,7	18,3	12,2
1948	16,2	16,1	20,3	13,7	10,6	8,5	7,4	6,6	5,7	5,7	6,6	8,3	10,5
1949	11,5	14,8	10,7	9,8	7,1	6,4	5,5	4,5	4,0	4,4	5,2	11,9	8,0
1950	16,9	21,9	17,8	13,9	9,8	8,5	7,0	5,7	4,9	6,4	8,3	10,1	10,9
1951	11,8	15,6	14,5	11,4	8,0	6,8	6,3	5,6	4,5	5,2	6,4	7,2	8,6
1952	12,0	20,8	15,9	9,6	7,3	8,3	5,9	5,1	5,2	4,7	7,8	6,4	9,1
1953	5,9	6,8	6,2	7,3	5,5	4,6	3,8	3,6	3,6	3,9	5,8	6,8	5,3
1954	7,8	12,3	7,8	6,3	8,5	6,0	4,8	3,9	3,5	4,8	3,1	5,7	6,2
1955	9,0	6,1	11,5	8,3	6,0	5,3	4,4	4,6	3,6	3,9	6,6	8,2	6,5
1956	9,2	8,7	9,4	7,1	7,7	7,2	5,8	7,6	5,7	5,6	4,6	5,9	7,0
1957	17,0	16,2	15,0	12,6	9,0	7,8	7,1	6,5	9,8	6,8	9,0	11,0	10,7
1958	15,7	16,4	17,8	14,2	15,4	13,0	9,8	7,9	7,8	7,7	8,0	10,6	12,0
1959	14,1	10,9	15,2	13,5	9,0	7,1	6,0	6,0	5,1	4,7	6,9	7,9	8,9
1960	13,8	14,9	15,5	9,3	8,2	7,4	6,3	5,5	4,6	5,6	7,3	20,1	9,9
1961	23,1	18,3	23,9	14,9	13,2	9,8	7,9	6,6	5,5	4,9	6,2	9,7	12,0
1962	11,6	16,5	19,8	10,3	8,6	6,9	6,1	5,6	5,9	10,3	8,4	15,9	10,5
1963	17,2	17,2	12,1	8,8	7,1	6,1	5,2	4,6	3,6	5,6	5,7	5,1	8,2
1964	6,6	14,0	7,6	6,5	5,7	4,8	5,0	4,0	3,7	5,9	5,9	11,3	6,8
1965	17,5	16,2	12,8	8,8	9,1	7,0	6,8	5,4	5,0	8,3	8,1	13,4	9,9
1966	16,1	13,8	18,9	11,9	9,2	7,2	6,1	5,9	5,0	6,4	8,1	17,4	10,5
1967	23,0	22,5	19,7	12,8	9,7	9,8	7,3	5,9	5,8	7,1	8,8	11,2	12,0
1968	13,1	9,1	9,8	8,7	6,6	5,6	5,2	4,9	4,3	4,6	3,6	6,2	6,8
1969	6,6	6,6	6,4	6,6	4,6	4,7	3,6	3,8	3,1	6,0	9,7	8,3	5,8
1970	17,3	25,0	18,1	10,5	8,8	7,8	7,9	7,1	7,8	7,5	7,8	7,3	11,1
1971	6,3	6,0	7,6	6,6	5,5	7,6	5,5	4,5	4,4	9,9	9,1	14,5	7,3
1972	14,8	16,5	14,3	11,7	8,5	6,8	6,8	6,5	5,6	9,6	9,4	9,9	10,0
1973	13,4	14,7	11,5	12,6	10,1	7,8	7,5	5,7	5,7	7,0	9,3	13,2	9,9
1974	17,3	11,6	13,6	10,8	8,1	9,2	6,7	5,2	4,7	5,2	5,1	11,5	9,1
1975	9,4	12,3	12,3	8,2	7,8	7,1	5,4	4,7	3,5	4,3	6,8	12,6	7,9
1976	11,9	19,7	18,2	15,4	13,6	12,3	12,1	8,8	13,1	9,2	9,6	12,3	13,0
1977	13,3	9,2	11,0	14,5	8,9	8,1	6,6	5,4	5,9	5,4	12,9	7,4	9,1
1978	14,6	12,4	12,4	8,4	7,4	8,0	6,8	5,2	4,5	4,3	9,1	9,3	8,5
1979	8,7	9,1	8,2	7,5	8,1	5,8	5,7	6,0	6,8	7,0	8,7	10,4	7,7
1980	13,4	13,2	11,7	13,2	9,2	9,4	7,3	6,1	4,4	4,6	8,7	10,4	9,3
1981	18,5	9,0	9,2	7,4	6,1	4,7	4,5	3,5	3,0	6,3	10,0	10,2	7,7
1982	16,2	16,9	30,7	14,4	9,6	10,8	8,1	6,8	5,2	8,7	8,5	16,9	12,7
1983	18,6	26,9	20,0	20,0	18,2	28,2	15,8	11,8	19,7	15,3	12,6	16,7	18,6
1984	15,0	12,0	12,4	13,7	12,0	7,8	6,5	6,9	6,5	5,3	4,9	11,0	9,5
1985	19,7	15,1	15,5	10,7	8,8	7,0	5,6	4,9	5,7	4,2	5,3	4,6	8,9
1986	6,9	8,0	9,6	6,2	5,8	4,6	4,2	5,2	3,8	3,8	5,2	15,3	6,6
1987	11,9	12,7	15,0	12,4	15,0	12,3	8,4	6,9	6,9	6,6	7,4	7,0	10,2
1988	12,4	15,0	16,0	13,3	13,8	11,7	8,6	7,1	6,2	8,1	7,5	7,3	10,6
1989	13,6	18,0	15,6	10,9	9,9	9,4	9,5	8,6	8,5	6,7	6,6	10,2	10,6
1990	12,4	7,4	9,3	7,3	7,0	5,7	5,9	5,6	6,0	6,9	6,6	5,6	7,1
1991	8,7	9,4	10,8	12,1	9,2	7,7	6,5	5,5	5,4	7,2	4,8	5,2	7,7
1992	5,5	6,9	6,5	5,9	6,3	4,4	4,3	3,8	5,3	6,9	9,0	7,5	6,0
1993	7,2	9,4	8,9	8,3	6,9	6,4	5,2	4,9	6,1	5,5	4,2	4,5	6,5
1994	5,3	7,5	11,1	6,7	5,8	4,1	2,5	1,6	0,9	3,1	4,0	7,7	5,0
1995	8,6	26,8	16,6	10,7	7,7	6,5	7,3	5,0	4,2	10,0	6,8	8,0	9,8
1996	17,5	13,8	20,5	10,9	5,2	3,4	2,4	4,1	5,0	5,1	7,2	7,8	8,6
1997	11,5	10,7	7,6	5,3	4,2	7,3	4,5	3,3	3,1	4,3	5,9	8,2	6,3
1998	7,6	12,5	8,4	5,9	6,6	3,0	2,5	2,8	1,7	5,9	4,2	6,4	5,6
1999	22,2	14,5	13,4	9,7	6,1	6,4	5,5	3,2	4,7	3,1	1,9	3,4	7,8
2000	6,2	8,3	9,3	5,8	3,1	1,4	3,0	3,5	4,0	2,2	5,7	8,3	5,1
2001	6,5	6,3	2,9	3,6	2,1	1,9	1,7	2,5	2,4	4,9	3,0	7,5	3,8
2002	10,8	10,8	6,8	2,8	2,4	1,4	1,1	1,5	1,4	1,9	3,2	3,1	3,9
2003	11,9	6,7	4,1	1,3	1,4	1,3	2,2	2,2	1,7	3,7	2,0	5,2	3,6
2004	4,6	9,2	5,2	6,1	5,3	7,9	5,9	2,2	1,4	2,5	4,6	3,0	4,8
2005	11,1	10,5	9,9	7,8	5,5	2,6	1,6	2,2	3,1	2,9	6,0	5,8	5,8
2006	6,7	13,7	10,3	7,1	4,1	2,0	1,6	1,9	1,9	2,4	4,8	7,0	5,3
2007	8,5	3,2	3,8	3,1	2,0	2,9	4,4	2,1	1,9	1,8	9,0	4,4	3,9
2008	7,6	10,0	14,1	8,3	3,4	3,9	1,4	2,2	2,9	3,5	6,0	6,8	5,8
2009	14,4	16,6	12,8	7,0	4,9	4,9	4,9	2,1	4,5	5,5	5,1	18,4	8,4
2010	20,7	11,2	11,7	13,2	5,1	3,9	5,1	2,9	2,8	3,0	2,4	8,5	7,5
2011	22,9	10,8	17,4	13,9	6,4	4,9	2,8	2,4	2,8	3,0	5,6	4,4	8,1
2012	10,1	5,5	3,2	3,3	3,8	8,8	4,1	2,9	1,1	4,0	3,4	5,0	4,6
Média	12,8	13,3	12,7	9,7	7,7	7,0	5,8	5,0	5,1	5,9	6,7	9,7	8,4
Máxima	28,7	33,9	30,7	20,0	18,2	28,2	15,8	11,8	19,7	15,3	12,9	20,3	18,6
Mínima	4,6	3,2	2,9	1,3	1,4	1,3	1,1	1,5	0,9	1,8	1,9	3,0	3,6

Anexo 2.3. Vazões médias mensais afluentes ao reservatório do rio Atibainha

Vazões Médias Mensais do Rio Atibainha no Aproveitamento Atibainha (m³/s)													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1930	12,4	14,0	8,8	6,8	5,6	5,2	4,9	4,3	4,7	6,7	6,4	14,4	7,8
1931	14,6	27,5	17,9	13,3	10,0	8,5	7,0	5,8	7,2	7,1	7,4	14,7	11,7
1932	14,8	11,8	12,5	8,7	9,0	8,7	6,4	5,6	4,7	5,6	5,4	12,2	8,8
1933	9,4	8,2	7,0	5,2	5,3	4,6	4,3	3,9	4,3	4,0	3,8	5,6	5,5
1934	9,8	8,8	7,1	5,5	4,2	3,9	3,4	3,1	3,4	3,5	3,1	12,8	5,7
1935	6,9	11,7	9,7	7,2	5,2	5,0	4,2	3,9	5,3	9,5	5,0	5,8	6,6
1936	6,6	6,8	12,7	7,3	5,4	4,4	4,0	4,6	4,8	3,9	4,3	13,1	6,5
1937	19,5	10,9	8,4	8,8	6,8	6,1	4,8	4,1	3,3	6,1	7,6	13,8	8,4
1938	9,3	7,0	9,3	7,2	6,5	5,4	4,7	4,6	4,7	7,3	6,8	7,2	6,7
1939	10,7	9,7	9,2	9,1	6,8	5,6	4,7	3,9	3,6	3,5	4,9	6,2	6,5
1940	8,4	15,1	9,8	7,1	5,4	4,4	3,7	3,0	3,0	3,6	4,8	6,0	6,2
1941	5,9	4,8	5,1	3,9	2,8	2,7	2,8	2,0	5,6	5,3	6,1	6,3	4,4
1942	6,8	10,0	9,6	7,9	5,8	5,2	5,3	3,8	3,5	3,3	4,0	5,8	5,9
1943	6,7	7,8	8,1	5,3	4,2	3,8	3,1	3,2	2,8	4,3	3,8	5,5	4,9
1944	5,4	7,1	9,3	5,8	4,5	3,8	3,3	2,6	2,3	2,1	4,3	3,9	4,5
1945	5,6	11,3	6,1	5,2	4,2	7,2	5,0	3,5	3,3	3,2	5,2	6,2	5,5
1946	10,5	8,7	8,9	7,8	5,5	5,5	4,7	3,5	3,0	4,1	4,3	5,3	6,0
1947	12,2	11,1	14,8	8,1	6,4	6,1	5,7	5,0	5,9	5,9	5,9	12,5	8,3
1948	11,0	11,0	13,8	9,3	7,2	5,8	5,0	4,5	3,9	3,9	4,5	5,6	7,1
1949	7,8	10,0	7,2	6,6	4,8	4,3	3,7	3,0	2,7	3,0	3,5	8,1	5,4
1950	11,5	14,9	12,1	9,4	6,7	5,8	4,8	3,9	3,3	4,3	5,6	6,9	7,4
1951	8,0	10,6	9,8	7,8	5,4	4,6	4,3	3,8	3,0	3,5	4,3	4,9	5,8
1952	8,2	14,1	10,8	6,5	5,0	5,6	4,0	3,5	4,3	3,9	5,4	4,2	6,3
1953	3,9	5,7	4,4	4,4	3,6	3,1	2,8	2,7	2,6	2,9	4,8	5,1	3,8
1954	5,9	8,6	5,5	4,1	4,9	3,8	3,1	2,6	2,4	3,3	2,2	4,0	4,2
1955	5,7	3,5	4,5	3,7	2,9	2,7	2,3	2,8	2,3	2,5	3,8	4,2	3,4
1956	5,6	5,0	5,8	3,9	4,7	5,1	3,5	4,5	3,8	3,8	2,8	3,7	4,4
1957	9,4	10,5	11,4	8,0	5,6	4,9	4,6	4,5	7,1	5,1	6,5	6,9	7,0
1958	7,8	8,4	10,8	8,0	9,0	7,9	5,9	4,8	5,0	5,0	6,4	8,3	7,3
1959	11,1	9,4	10,2	8,4	6,1	5,0	4,2	4,5	3,8	3,8	4,7	5,7	6,4
1960	7,4	10,4	11,0	7,7	6,3	5,7	4,8	4,4	3,7	4,6	6,1	11,0	6,9
1961	11,5	10,8	13,4	9,7	8,4	6,4	5,3	4,6	4,0	4,1	5,0	6,6	7,5
1962	7,8	11,7	11,8	6,4	5,6	4,6	4,3	4,2	4,1	6,8	6,1	9,3	6,9
1963	10,8	13,0	8,3	5,5	4,7	4,2	3,8	3,5	2,9	3,8	3,5	4,3	5,7
1964	4,0	7,8	4,0	3,5	3,3	2,8	3,1	2,7	2,4	4,0	3,7	7,4	4,1
1965	11,5	10,4	8,5	5,0	6,3	4,5	4,5	3,4	3,5	5,2	4,9	7,5	6,3
1966	9,8	9,1	11,8	7,4	5,7	4,6	4,0	4,2	3,8	5,2	5,7	8,2	6,6
1967	12,0	12,5	14,1	9,6	6,9	7,0	5,5	4,3	4,6	5,4	7,3	7,8	8,1
1968	10,4	6,5	6,5	5,9	4,4	3,9	3,7	3,5	3,2	3,6	3,4	5,5	5,0
1969	4,4	4,2	4,7	5,7	3,1	3,0	2,4	2,6	2,2	4,1	7,5	5,0	4,1
1970	12,2	16,1	12,7	7,5	6,7	5,6	5,2	4,4	5,6	4,9	5,5	5,6	7,7
1971	5,2	4,7	5,6	4,6	4,0	5,6	4,1	1,2	3,5	6,7	4,9	7,2	4,8
1972	9,1	10,6	8,9	6,9	4,9	4,1	4,4	4,5	1,5	6,5	5,1	4,3	5,9
1973	6,6	8,0	6,5	6,8	5,2	4,0	4,3	3,5	3,6	4,8	6,7	8,0	5,7
1974	9,9	6,4	8,0	5,9	4,2	5,3	3,9	3,1	3,0	3,4	3,7	3,6	5,0
1975	3,2	9,2	4,3	0,9	0,5	1,3	2,6	1,5	2,4	3,5	4,8	9,3	3,6
1976	4,8	9,6	8,3	7,2	7,7	6,7	10,2	8,2	9,7	8,2	9,9	12,1	8,6
1977	12,5	7,5	9,2	8,7	5,3	5,3	4,6	4,2	5,3	4,2	6,0	9,9	6,9
1978	7,9	6,7	6,9	4,4	5,1	6,1	5,0	3,7	4,4	4,1	8,9	6,5	5,8
1979	6,2	4,6	6,4	6,7	4,8	3,9	4,2	4,8	5,5	4,7	3,6	5,8	5,1
1980	8,3	8,3	5,7	7,6	4,0	4,3	3,7	3,2	3,1	3,6	4,9	9,1	5,5
1981	11,1	4,8	4,6	3,8	3,2	3,4	2,3	2,3	1,6	7,0	6,6	5,6	4,7
1982	9,0	7,9	10,0	6,0	3,8	6,1	4,3	4,6	2,6	6,2	6,3	14,0	6,7
1983	13,2	12,7	12,3	12,2	12,0	19,5	9,5	6,2	12,5	8,1	7,0	10,5	11,3
1984	9,5	5,7	5,6	7,2	8,2	3,9	3,8	5,3	4,6	3,2	3,0	5,6	5,5
1985	9,6	8,9	6,7	4,5	5,1	3,5	2,8	2,2	3,3	2,3	7,2	4,6	5,1
1986	5,3	7,2	8,2	4,3	7,0	4,2	3,5	3,7	2,6	3,2	4,9	10,4	5,4
1987	11,3	7,8	9,1	3,0	10,3	7,7	5,5	3,8	4,5	3,8	4,9	7,2	6,6
1988	8,7	12,9	12,3	10,9	8,8	7,7	5,6	4,4	3,4	6,1	5,1	7,1	7,7
1989	12,0	10,8	8,9	6,0	5,9	5,8	6,2	6,7	5,6	4,3	5,2	5,4	6,9
1990	9,2	5,8	8,3	5,2	5,6	3,5	5,2	3,5	4,5	6,0	5,1	3,6	5,4
1991	10,2	7,8	14,8	11,2	7,1	5,6	4,0	3,9	4,0	7,1	2,9	4,9	7,0
1992	5,0	7,6	6,4	6,1	5,5	3,3	3,4	3,2	5,1	6,3	7,0	6,1	5,4
1993	6,8	9,5	7,2	5,7	3,7	5,7	3,1	2,9	7,0	6,9	5,0	3,0	5,5
1994	8,1	7,6	7,3	5,0	3,4	2,0	2,7	2,0	1,8	3,5	5,5	7,5	4,7
1995	8,1	18,7	12,7	7,2	5,9	4,2	4,9	4,3	4,9	7,8	7,2	7,4	7,8
1996	12,6	12,5	14,8	12,6	10,1	8,6	8,0	5,5	10,3	5,9	7,5	10,0	9,9
1997	12,7	7,2	6,7	4,1	4,6	6,1	3,4	3,2	4,7	5,1	7,7	6,7	6,0
1998	7,2	11,5	7,6	6,9	5,5	5,6	5,7	2,2	3,2	5,9	3,0	5,1	5,8
1999	13,6	11,1	7,1	4,2	3,2	3,6	2,0	2,4	2,7	2,0	1,6	4,0	4,8
2000	6,9	7,7	5,0	2,6	2,6	1,6	2,4	2,9	5,0	2,4	4,3	7,1	4,2
2001	5,2	4,9	5,0	5,0	3,8	2,4	2,4	2,4	2,9	6,7	5,4	8,0	4,5
2002	9,7	8,2	6,4	3,3	2,7	2,3	1,5	1,8	3,4	2,4	3,9	4,6	4,2
2003	9,2	5,0	3,8	3,0	3,4	3,1	2,2	2,1	1,6	4,3	4,3	3,9	3,8
2004	3,8	7,5	3,5	3,9	4,5	4,1	4,1	1,3	1,8	3,7	4,7	4,4	4,0
2005	10,1	5,0	7,7	4,8	4,9	2,9	2,6	2,7	3,8	3,4	5,3	6,1	4,9
2006	6,3	9,5	7,5	4,4	2,9	2,7	3,3	2,9	2,8	3,9	3,0	5,8	4,6
2007	11,7	4,9	3,6	2,9	3,2	3,3	4,7	2,5	2,4	3,1	5,6	4,3	4,4
2008	6,3	5,8	7,8	9,4	6,3	4,2	2,3	3,5	1,9	3,5	3,7	5,0	5,0
2009	7,4	11,2	8,2	3,5	3,4	3,9	6,4	4,2	4,6	6,8	7,1	15,9	6,9
2010	16,2	10,7	10,7	8,0	4,3	2,9	4,4	2,2	3,0	3,1	3,9	6,6	6,3
2011	19,5	7,2	10,1	5,3	3,8	5,0	4,3	3,8	2,9	5,0	4,9	4,6	6,3
2012	9,3	3,8	3,6	4,2	5,5	6,2	4,8	2,8	2,0	3,2	3,8	6,6	4,6
Média	9,1	9,2	8,6	6,4	5,4	4,9	4,3	3,6	4,0	4,7	5,1	7,1	6,0
Máxima	19,5	27,5	17,9	13,3	12,0	19,5	10,2	8,2	12,5	9,5	9,9	15,9	11,7
Mínima	3,2	3,5	3,5	0,9	0,5	1,3	1,5	1,2	1,5	2,0	1,6	3,0	3,4

Anexo 2.4. Vazões médias mensais afluentes ao reservatório Paiva Castro, no rio Juqueri

Vazões Médias Mensais do Rio Juqueri no Aproveitamento Paiva Castro (m³/s)													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1930	6,7	8,5	5,6	4,4	4,0	3,7	3,4	3,2	3,3	4,2	5,5	12,2	5,4
1931	8,1	19,9	13,9	7,6	4,8	4,5	3,3	4,2	5,6	4,8	4,7	11,3	7,7
1932	10,2	6,8	9,5	5,6	5,6	5,2	4,5	4,1	3,3	4,5	3,9	9,5	6,1
1933	8,2	6,5	5,1	4,5	4,1	3,9	3,5	3,2	3,3	3,4	2,8	3,3	4,3
1934	5,9	5,5	3,8	3,6	2,7	2,6	2,2	2,2	2,4	2,5	2,3	8,7	3,7
1935	4,6	6,5	4,9	4,3	3,6	3,7	2,9	2,8	4,1	6,2	3,7	3,7	4,2
1936	4,9	4,4	8,9	4,3	3,6	2,9	2,4	3,6	3,8	3,0	3,2	6,5	4,3
1937	11,5	5,1	4,2	5,2	4,4	3,9	3,2	3,2	2,2	4,0	6,3	7,1	5,0
1938	6,9	4,7	4,0	3,7	3,1	2,9	3,3	3,2	4,9	4,7	6,7	6,7	4,6
1939	7,5	7,8	4,5	3,6	3,8	3,4	2,4	1,9	2,1	2,1	4,1	3,7	3,9
1940	6,6	19,6	7,3	4,3	3,6	3,0	2,4	2,2	2,2	3,1	3,6	4,0	5,2
1941	6,6	4,3	5,3	4,1	3,2	2,3	1,9	1,7	3,9	3,8	3,3	4,0	3,7
1942	5,0	5,5	5,3	4,3	3,3	3,2	4,0	2,4	2,4	2,1	2,9	4,3	3,7
1943	5,1	5,1	5,5	3,4	2,3	2,2	2,0	2,0	2,0	3,3	3,2	3,1	3,3
1944	3,7	5,6	7,7	3,4	2,4	2,2	2,2	1,9	1,7	1,7	2,2	2,1	3,1
1945	2,3	9,2	3,3	2,3	2,0	3,9	3,1	2,2	2,1	1,9	2,3	3,4	3,2
1946	8,4	8,7	7,7	4,3	3,2	3,3	3,2	2,4	2,0	2,4	3,0	2,1	4,2
1947	7,7	8,4	11,9	4,5	3,9	3,2	3,2	3,2	3,5	3,7	3,7	10,3	5,6
1948	8,5	8,8	12,0	9,4	7,0	4,9	4,2	3,9	3,1	3,4	3,4	3,6	6,0
1949	6,5	8,3	6,3	5,2	3,6	3,2	2,4	2,1	1,8	1,7	1,8	4,3	3,9
1950	8,7	14,6	10,2	8,0	5,0	4,2	3,6	2,8	2,2	4,5	4,1	4,2	6,0
1951	9,5	7,7	6,8	4,5	3,4	3,1	3,1	2,8	1,9	3,0	3,1	3,6	4,4
1952	4,4	8,8	7,6	4,1	2,4	3,3	2,2	2,1	2,1	2,3	3,3	2,2	3,7
1953	2,4	5,4	3,1	4,2	2,3	2,2	2,0	2,1	2,1	2,1	2,3	3,6	2,8
1954	5,1	7,1	4,8	3,0	3,0	2,4	1,8	1,6	1,4	2,4	1,5	3,1	3,1
1955	7,8	3,0	2,4	2,0	1,8	1,8	1,3	1,5	1,4	1,3	2,2	3,3	2,5
1956	2,3	2,2	3,5	2,2	3,6	5,1	3,0	3,8	2,3	2,1	1,7	1,7	2,8
1957	9,1	8,5	8,5	5,4	3,8	3,3	3,3	3,0	5,4	3,6	3,9	4,0	5,2
1958	5,3	8,7	8,8	4,5	5,2	5,2	4,2	3,1	3,3	3,3	4,2	6,3	5,2
1959	8,4	6,8	7,7	7,2	3,9	3,2	2,9	3,3	2,2	2,3	3,3	5,6	4,7
1960	9,3	7,3	6,9	3,7	3,8	3,3	2,8	2,2	2,0	2,3	3,7	13,2	5,0
1961	11,7	9,5	12,1	7,8	6,9	4,7	3,9	3,3	2,8	2,3	3,2	4,7	6,1
1962	5,5	8,6	10,2	4,9	4,1	3,5	3,1	2,9	3,0	5,0	4,1	8,2	5,3
1963	9,2	8,9	6,4	4,2	3,6	3,1	2,4	2,2	1,8	2,9	2,9	2,3	4,2
1964	3,1	7,4	3,8	3,3	3,0	2,3	2,3	1,9	1,8	3,0	3,0	5,4	3,4
1965	9,0	8,2	6,8	4,3	4,4	3,5	3,4	2,8	2,3	4,0	4,0	7,1	5,0
1966	8,1	6,7	9,7	6,4	4,4	3,6	3,1	3,0	2,3	3,2	4,0	9,1	5,3
1967	11,4	11,3	10,0	6,7	4,6	4,7	3,6	3,1	3,0	3,5	4,2	5,3	6,0
1968	6,8	4,4	4,7	4,2	3,4	2,9	2,4	2,3	2,0	2,6	2,1	3,4	3,4
1969	2,6	2,1	2,2	3,1	1,5	1,8	1,3	1,1	1,1	2,6	6,3	2,5	2,4
1970	10,1	13,5	8,4	4,9	4,3	3,7	3,2	2,9	4,0	3,3	2,4	3,2	5,3
1971	3,3	2,8	5,3	3,7	3,0	3,8	2,6	1,4	0,7	2,3	2,1	3,2	2,9
1972	7,5	7,1	4,1	3,3	2,5	3,8	1,2	2,5	2,2	3,4	4,0	3,0	3,7
1973	2,8	4,6	3,8	1,5	2,3	4,2	4,2	3,2	2,8	1,4	0,8	3,1	2,9
1974	5,7	3,2	3,6	4,2	3,4	3,2	2,7	2,4	2,4	2,8	3,4	4,8	3,5
1975	3,4	8,3	4,0	2,6	1,7	1,5	2,1	1,2	0,6	2,1	2,5	7,1	3,1
1976	5,4	11,3	4,7	5,5	5,7	5,4	7,8	6,4	6,4	5,4	8,0	8,1	6,7
1977	11,9	10,1	4,7	5,7	3,0	3,5	1,3	0,9	2,5	1,9	3,2	6,9	4,6
1978	2,3	2,3	3,6	1,0	1,7	2,6	2,3	0,9	0,9	0,7	6,6	3,0	2,3
1979	3,8	4,6	2,1	1,7	2,2	1,3	1,3	1,9	2,3	1,9	3,6	2,6	2,4
1980	5,3	4,8	3,4	2,8	1,1	0,8	0,5	1,4	2,2	2,9	4,5	9,9	3,3
1981	8,3	5,4	4,5	3,7	3,5	3,8	3,2	2,7	2,3	5,0	6,6	5,9	4,6
1982	7,1	8,4	5,9	5,2	4,3	6,6	4,4	4,0	4,4	6,4	6,2	12,0	6,2
1983	14,6	5,8	13,3	12,4	11,8	15,8	11,5	10,0	12,6	12,4	9,6	11,2	11,8
1984	11,7	7,7	5,6	7,7	8,1	5,8	5,2	5,5	6,9	5,9	4,9	5,7	6,7
1985	6,4	8,9	10,5	6,0	5,7	3,3	4,1	3,9	3,3	2,0	3,1	1,9	4,9
1986	3,3	5,5	5,3	3,2	3,2	1,7	1,7	2,9	2,1	1,5	2,3	8,8	3,5
1987	16,3	11,6	10,3	6,3	9,1	10,3	6,6	5,7	5,9	6,2	3,9	4,5	8,1
1988	7,0	6,8	9,9	8,6	9,3	7,9	5,2	4,6	3,8	5,5	4,9	8,0	6,8
1989	13,4	12,5	9,6	6,6	5,5	5,6	6,7	4,5	4,1	2,8	3,1	3,7	6,5
1990	6,6	4,0	6,8	4,5	4,2	3,2	3,8	3,9	3,8	2,9	2,7	3,3	4,2
1991	7,5	8,9	12,0	8,0	6,0	5,2	4,6	3,7	3,5	7,5	3,5	4,9	6,3
1992	3,2	3,6	5,2	3,1	2,4	2,4	1,2	1,2	2,7	3,1	5,9	6,8	3,4
1993	6,1	8,9	5,0	4,7	4,7	4,8	2,5	2,4	4,7	2,2	3,0	4,6	4,5
1994	6,4	8,3	7,1	6,1	5,3	5,2	4,6	4,0	2,5	3,1	2,5	5,6	5,0
1995	3,4	12,7	7,0	6,1	3,6	3,6	3,8	2,5	0,6	1,5	2,1	4,2	4,3
1996	7,4	4,8	14,1	2,8	3,3	3,4	1,9	1,8	5,5	5,1	2,7	5,7	4,9
1997	10,0	9,1	5,5	4,9	4,2	5,4	3,7	2,6	3,0	3,7	3,7	5,1	5,1
1998	4,1	8,3	5,9	1,9	3,3	2,3	1,5	3,8	3,4	6,2	4,9	4,9	4,2
1999	10,7	11,2	8,9	4,6	5,6	5,6	4,5	3,8	4,2	3,5	2,6	2,7	5,7
2000	8,1	7,2	6,1	4,3	2,0	3,0	3,2	2,9	3,7	2,5	5,2	6,6	4,6
2001	5,3	9,0	5,1	3,4	2,7	2,0	1,8	1,1	2,0	3,7	2,9	6,2	3,8
2002	9,6	8,4	7,2	5,3	5,3	3,4	3,5	2,6	2,5	2,3	3,0	3,4	4,7
2003	6,2	4,6	4,6	2,7	2,0	1,8	2,2	1,3	2,2	1,7	3,4	3,9	3,1
2004	4,0	8,9	5,5	4,0	3,3	4,9	3,7	3,2	3,0	4,5	4,8	5,2	4,6
2005	7,8	6,2	7,0	4,5	4,7	3,6	3,3	1,9	3,3	4,7	3,7	4,5	4,6
2006	6,6	7,7	10,2	6,3	4,4	3,9	3,7	2,5	2,7	3,2	4,3	6,7	5,2
2007	8,8	5,9	6,0	3,8	3,4	3,3	4,0	2,7	1,4	2,2	4,8	4,8	4,3
2008	4,8	5,3	6,0	4,3	4,8	4,9	4,0	4,9	3,9	4,8	4,2	4,5	4,7
2009	6,4	9,8	6,7	5,1	4,3	4,0	5,1	4,4	6,8	5,7	6,3	12,5	6,4
2010	18,5	10,8	8,5	7,9	6,6	5,8	5,8	5,0	4,6	4,6	5,5	7,1	7,6
2011	17,0	5,0	7,4	6,7	4,4	4,1	3,6	3,2	3,2	3,5	3,8	4,2	5,5
2012	9,9	5,9	4,6	4,2	4,7	9,3	4,8	4,2	3,2	4,2	3,1	6,0	5,3
Média	7,3	7,5	6,7	4,7	4,0	3,9	3,3	3,0	3,1	3,5	3,8	5,5	4,7
Máxima	18,5	19,9	14,1	12,4	11,8	15,8	11,5	10,0	12,6	12,4	9,6	13,2	11,8
Mínima	2,3	2,1	2,1	1,0	1,1	0,8	0,5	0,9	0,6	0,7	0,8	1,7	2,3

Anexo 2.5. Vazões médias mensais afluentes ao Sistema Equivalente, composição dos reservatórios Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha

Vazões Médias Mensais do Sistema Equivalente (Jaguari-Jacareí + Cachoeira + Atibainha)													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1930	75,3	78,6	53,6	39,5	31,6	28,3	26,1	22,5	24,2	33,8	31,6	74,0	43,3
1931	72,8	154,8	104,2	77,2	54,2	44,9	35,9	29,0	37,7	36,9	37,2	91,9	64,7
1932	92,3	82,1	77,9	50,4	52,3	48,1	33,9	29,1	24,1	28,7	27,9	70,8	51,5
1933	57,1	47,7	41,8	30,2	30,7	25,5	23,1	21,2	21,7	22,1	20,7	34,4	31,4
1934	59,6	50,7	42,0	30,5	23,5	21,4	18,0	16,0	18,2	20,6	16,2	82,7	33,3
1935	42,5	94,6	73,5	53,6	36,0	32,4	26,1	23,1	30,5	57,9	28,9	35,1	44,5
1936	48,1	48,7	88,3	49,4	35,3	27,8	25,4	31,4	32,2	24,4	32,6	100,5	45,3
1937	127,9	76,4	58,8	61,8	46,1	40,1	30,1	26,1	21,1	40,7	51,1	86,6	55,6
1938	75,5	57,7	60,8	47,1	42,1	32,9	28,5	28,3	28,6	50,7	43,0	48,0	45,3
1939	72,7	71,3	56,3	55,8	43,8	34,5	28,7	23,6	21,9	21,1	30,8	47,5	42,3
1940	85,9	129,9	78,7	53,4	39,7	30,4	24,6	19,8	18,4	21,7	34,8	40,5	48,2
1941	43,4	30,6	32,5	25,5	18,7	17,9	17,6	12,9	36,8	38,3	38,5	44,2	29,7
1942	45,4	63,7	68,8	50,7	35,6	31,5	31,3	22,8	20,9	19,6	22,4	34,5	37,3
1943	45,1	56,2	66,3	36,5	26,7	24,4	19,7	18,7	17,6	24,5	26,1	30,1	32,7
1944	32,5	42,3	63,9	32,8	24,7	20,8	18,6	14,6	13,2	12,4	28,1	23,6	27,3
1945	33,6	76,7	36,7	29,7	23,1	46,4	30,6	20,2	18,2	17,3	36,4	45,2	34,5
1946	91,6	69,6	66,4	52,7	34,7	32,3	30,5	21,6	17,6	24,9	24,8	31,5	41,5
1947	86,5	89,2	110,2	53,5	41,1	36,0	33,5	28,5	35,1	37,1	33,3	74,2	54,9
1948	69,6	74,2	97,3	57,7	43,1	34,0	28,7	25,9	21,4	21,0	24,8	31,0	44,1
1949	48,3	63,5	45,5	39,9	28,1	25,1	20,3	16,4	14,5	16,1	20,4	53,3	32,6
1950	78,2	123,8	87,4	66,8	44,4	36,9	29,9	23,3	19,6	26,9	35,1	54,4	52,2
1951	70,6	80,7	73,7	54,8	36,4	29,6	26,7	23,6	18,0	20,3	27,6	36,1	41,5
1952	55,9	102,5	76,3	44,2	31,4	40,7	26,2	21,4	22,5	20,3	32,5	24,4	41,5
1953	24,5	29,1	26,7	30,4	21,5	18,5	15,6	14,2	14,1	15,4	23,7	27,9	21,8
1954	43,4	66,5	39,5	27,7	37,0	26,0	19,4	15,5	13,2	19,2	12,5	26,9	28,9
1955	43,2	26,1	45,3	30,3	21,3	19,4	15,6	16,7	13,9	15,1	28,9	37,0	26,1
1956	48,8	37,1	42,6	30,1	34,9	35,3	25,4	33,2	23,9	23,2	19,8	26,1	31,7
1957	75,4	77,4	82,1	55,2	38,4	32,7	29,8	27,3	41,9	29,2	39,6	46,8	48,0
1958	71,6	81,6	76,3	59,0	61,4	55,4	41,9	31,0	32,8	30,4	33,2	41,4	51,3
1959	61,0	47,2	64,9	59,7	35,8	27,8	22,5	23,3	18,5	19,0	27,6	40,2	37,3
1960	68,0	72,0	73,9	41,7	36,2	31,2	25,1	21,4	17,0	20,9	29,7	107,5	45,4
1961	97,5	79,9	94,4	62,8	54,0	37,2	29,0	23,7	19,5	18,2	24,6	39,7	48,4
1962	49,8	76,3	93,6	42,5	34,8	27,3	23,5	22,0	21,0	48,4	37,1	60,0	44,7
1963	97,1	79,9	52,5	34,2	26,8	22,8	19,3	17,0	12,7	21,6	26,3	19,5	35,8
1964	27,4	70,8	31,9	24,3	21,8	18,3	19,0	14,9	13,4	22,9	23,3	53,2	28,4
1965	85,2	85,2	70,0	38,7	42,0	29,5	28,5	21,2	19,3	36,3	40,5	63,5	46,7
1966	79,2	65,3	87,0	47,2	36,7	27,5	22,8	22,4	18,9	26,6	34,8	87,3	46,3
1967	103,6	104,1	79,2	50,3	36,4	38,9	27,4	21,6	21,8	25,4	37,8	44,2	49,2
1968	63,2	37,7	45,8	35,4	26,2	22,5	19,9	19,1	16,4	19,6	16,4	28,9	29,3
1969	28,7	29,9	28,0	28,9	18,4	19,5	14,4	15,3	11,1	23,8	42,9	37,9	24,9
1970	77,0	141,5	81,2	45,4	37,7	32,4	29,2	25,6	34,2	29,7	35,0	33,4	50,2
1971	32,6	24,8	35,1	28,7	23,7	33,1	23,3	16,4	18,5	37,2	30,6	50,2	29,5
1972	60,2	75,1	55,4	42,6	30,2	24,8	27,3	27,4	19,6	42,1	40,3	35,6	40,1
1973	52,3	56,8	45,1	49,4	37,1	28,1	28,3	21,7	20,6	27,5	39,0	58,4	38,7
1974	84,2	52,6	55,9	42,3	30,3	35,9	26,1	19,3	16,8	20,7	23,5	48,5	38,0
1975	46,7	63,8	46,8	29,5	24,3	20,8	19,9	14,8	12,4	20,5	29,4	61,1	32,5
1976	47,2	84,6	81,9	63,0	54,4	57,7	61,8	46,3	63,9	50,3	54,9	65,9	61,0
1977	70,1	53,2	51,5	63,8	38,3	35,4	27,0	21,9	27,0	23,8	36,7	53,3	41,8
1978	51,8	42,7	45,1	28,1	26,5	29,8	25,8	18,5	17,4	15,9	41,4	40,7	32,0
1979	40,5	42,1	40,7	34,4	36,2	25,2	24,4	25,7	29,3	32,0	36,7	45,5	34,4
1980	63,9	55,3	48,8	62,6	35,7	34,4	26,0	21,7	18,6	18,5	28,2	52,4	38,8
1981	86,1	30,9	28,9	23,9	19,0	19,8	14,3	11,8	10,3	48,0	81,0	101,5	39,6
1982	76,3	69,2	99,5	56,6	36,7	44,8	33,8	34,3	24,6	46,1	43,6	89,2	54,6
1983	108,1	131,8	113,6	92,8	86,6	165,7	75,2	57,5	104,8	86,1	80,5	102,6	100,4
1984	76,4	53,4	42,8	47,3	44,8	26,6	22,0	28,3	26,7	19,0	19,6	40,3	37,3
1985	66,9	63,1	64,8	39,8	21,3	24,9	20,8	18,7	28,6	18,5	26,2	23,1	34,7
1986	32,6	43,5	48,0	29,3	30,8	20,2	16,6	23,9	13,9	16,1	22,1	80,5	31,5
1987	66,1	63,5	64,7	43,4	69,5	55,0	37,6	30,5	30,2	27,5	27,9	30,2	45,5
1988	57,9	68,8	77,8	66,9	52,2	46,9	30,4	26,0	22,3	32,5	31,1	32,6	45,5
1989	77,4	88,1	70,1	43,5	35,3	33,4	33,5	31,3	29,6	22,9	24,9	34,7	43,7
1990	73,8	30,1	50,8	32,1	30,6	22,4	27,1	24,0	24,9	29,4	25,1	24,0	32,9
1991	47,8	61,1	85,1	86,1	48,4	35,0	28,0	22,8	20,7	41,0	20,4	30,3	43,9
1992	28,2	34,4	34,1	29,3	31,3	19,2	19,2	16,5	25,3	39,7	47,9	42,4	30,6
1993	39,6	63,8	51,9	40,5	30,6	31,3	20,8	19,1	30,8	28,7	18,1	20,7	33,0
1994	37,2	40,5	49,6	35,0	26,2	19,2	17,6	12,8	9,6	18,8	21,8	38,2	27,2
1995	42,4	145,4	77,6	60,8	41,8	30,0	32,4	21,5	22,4	48,8	35,2	36,5	49,6
1996	89,4	76,8	101,8	60,6	39,8	31,0	24,4	22,8	40,3	32,2	42,2	63,0	52,0
1997	75,8	61,4	43,1	30,5	25,8	37,0	20,8	17,2	18,0	24,1	37,0	41,7	36,0
1998	39,5	58,7	47,2	34,3	32,5	23,9	19,5	12,9	17,1	36,2	22,4	47,8	32,7
1999	111,6	78,0	57,6	35,5	24,9	27,1	18,3	13,0	16,7	11,9	14,2	27,8	36,4
2000	58,4	57,3	40,2	27,1	18,1	14,3	16,5	16,4	24,8	11,5	28,6	46,0	29,9
2001	35,7	44,4	35,1	29,1	21,1	15,7	14,0	13,2	15,2	33,1	31,1	48,0	28,0
2002	65,8	63,5	47,7	34,1	23,8	17,7	13,3	16,9	17,5	12,3	22,8	29,1	30,4
2003	73,2	50,4	33,3	22,0	19,4	14,7	11,7	10,7	9,6	17,2	18,5	36,2	26,4
2004	30,8	53,5	33,8	32,3	31,3	35,5	28,7	16,2	12,9	22,4	28,4	33,8	30,0
2005	71,0	49,1	51,5	32,8	38,1	24,6	20,8	15,9	22,1	21,0	29,3	37,0	34,4
2006	45,8	77,9	56,5	36,5	23,1	19,6	18,4	14,7	14,5	16,8	18,9	35,2	31,5
2007	68,3	34,3	28,7	27,1	19,1	20,4	30,4	16,4	12,6	14,9	41,9	32,1	28,8
2008	42,2	52,6	60,6	54,6	37,4	30,8	19,3	21,0	14,2	19,9	27,3	36,1	34,7
2009	61,0	90,5	60,1	38,3	27,4	24,7	28,5	20,9	27,7	35,3	36,3	96,5	45,6
2010	114,3	67,4	64,2	48,4	27,1	21,1	23,0	13,2	13,4	14,1	20,5	39,4	38,8
2011	127,9	47,4	72,6	51,4	30,9	27,1	20,5	16,3	13,3	20,4	29,9	28,0	40,5
2012	54,3	31,4	23,5	23,6	27,6	39,4	26,1	12,7	10,8	16,3	15,0	26,2	25,6
Média	63,7	66,3	60,2	43,7	34,4	31,4	25,5	21,5	22,5	27,1	31,2	47,7	39,6
Máxima	127,9	154,8	113,6	92,8	86,6	165,7	75,2	57,5	104,8	86,1	81,0	107,5	100,4
Mínima	24,5	24,8	23,5	22,0	18,1	14,3	11,7	10,7	9,6	11,5	12,5	19,5	21,8

Anexo 2.6. Vazões médias mensais afluentes aos quatro reservatórios do Sistema Cantareira - Jaguari-Jacareí, Cachoeira, Atibainha e Paiva Castro (rio Juqueri).

Vazões Médias Mensais do Sistema Equivalente (Jaguari-Jacaré + Cachoeira + Atibainha) + Aproveitamento Paiva Castro (m³/s)													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1930	82,0	87,1	59,2	43,9	35,6	32,0	29,5	25,7	27,5	38,0	37,1	86,2	48,7
1931	80,9	174,7	118,1	84,8	59,0	49,4	39,2	33,2	43,3	41,7	41,9	103,2	72,5
1932	102,5	88,9	87,4	56,0	57,9	53,3	38,4	33,2	27,4	33,2	31,8	80,3	57,5
1933	65,3	54,2	46,9	34,7	34,8	29,4	26,6	24,4	25,0	25,5	23,5	37,7	35,7
1934	65,5	56,2	45,8	34,1	26,2	24,0	20,2	18,2	20,6	23,1	18,5	91,4	37,0
1935	47,1	101,1	78,4	57,9	39,6	36,1	29,0	25,9	34,6	64,1	32,6	38,8	48,8
1936	53,0	53,1	97,2	53,7	38,9	30,7	27,8	35,0	36,0	27,4	35,8	107,0	49,6
1937	139,4	81,5	63,0	67,0	50,5	44,0	33,3	29,3	23,3	44,7	57,4	93,7	60,6
1938	82,4	62,4	64,8	50,8	45,2	35,8	31,8	31,5	33,5	55,4	49,7	54,7	49,8
1939	80,2	79,1	60,8	59,4	47,6	37,9	31,1	25,5	24,0	23,2	34,9	51,2	46,2
1940	92,5	149,5	86,0	57,7	43,3	33,4	27,0	22,0	20,6	24,8	38,4	44,5	53,3
1941	50,0	34,9	37,8	29,6	21,9	20,2	19,5	14,6	40,7	42,1	41,8	48,2	33,4
1942	50,4	69,2	74,1	55,0	38,9	34,7	35,3	25,2	23,3	21,7	25,3	38,8	41,0
1943	50,2	61,3	71,8	39,9	29,0	26,6	21,7	20,7	19,6	27,8	29,3	33,2	35,9
1944	36,2	47,9	71,6	36,2	27,1	23,0	20,8	16,5	14,9	14,1	30,3	25,7	30,4
1945	35,9	85,9	40,0	32,0	25,1	50,3	33,7	22,4	20,3	19,2	38,7	48,6	37,7
1946	100,0	78,3	74,1	57,0	37,9	35,6	33,7	24,0	19,6	27,3	27,8	33,6	45,7
1947	94,2	97,6	122,1	58,0	45,0	39,2	36,7	31,7	38,6	40,8	37,0	84,5	60,5
1948	78,1	83,0	109,3	67,1	50,1	38,9	32,9	29,8	24,5	24,4	28,2	34,6	50,1
1949	54,8	71,8	51,8	45,1	31,7	28,3	22,7	18,5	16,3	17,8	22,2	57,6	36,6
1950	86,9	138,4	97,6	74,8	49,4	41,1	33,5	26,1	21,8	31,4	39,2	58,6	58,2
1951	80,1	88,4	80,5	59,3	39,8	32,7	29,8	26,4	19,9	23,3	30,7	39,7	45,9
1952	60,3	111,3	83,9	48,3	33,8	44,0	28,4	23,5	24,6	22,6	35,8	26,6	45,3
1953	26,9	34,5	29,8	34,6	23,8	20,7	17,6	16,3	16,2	17,5	26,0	31,5	24,6
1954	48,5	73,6	44,3	30,7	40,0	28,4	21,2	17,1	14,6	21,6	14,0	30,0	32,0
1955	51,0	29,1	47,7	32,3	23,1	21,2	16,9	18,2	15,3	16,4	31,1	40,3	28,6
1956	51,1	39,3	46,1	32,3	38,5	40,4	28,4	37,0	26,2	25,3	21,5	27,8	34,5
1957	84,5	85,9	90,6	60,6	42,2	36,0	33,1	30,3	47,3	32,8	43,5	50,8	53,1
1958	76,9	90,3	85,1	63,5	66,6	60,6	46,1	34,1	36,1	33,7	37,4	47,7	56,5
1959	69,4	54,0	72,6	66,9	39,7	31,0	25,4	26,6	20,7	21,3	30,9	45,8	42,0
1960	77,3	79,3	80,8	45,4	40,0	34,5	27,9	23,6	19,0	23,2	33,4	120,7	50,4
1961	109,2	89,4	106,5	70,6	60,9	41,9	32,9	27,0	22,3	20,5	27,8	44,4	54,5
1962	55,3	84,9	103,8	47,4	38,9	30,8	26,6	24,9	24,0	53,4	41,2	68,2	50,0
1963	106,3	88,8	58,9	38,4	30,4	25,9	21,7	19,2	14,5	24,5	29,2	21,8	40,0
1964	30,5	78,2	35,7	27,6	24,8	20,6	21,3	16,8	15,2	25,9	26,3	58,6	31,8
1965	94,2	93,4	76,8	43,0	46,4	33,0	31,9	24,0	21,6	40,3	44,5	70,6	51,6
1966	87,3	72,0	96,7	53,6	41,1	31,1	25,9	25,4	21,2	29,8	38,8	96,4	51,6
1967	115,0	115,4	89,2	57,0	41,0	43,6	31,0	24,7	24,8	28,9	42,0	49,5	55,2
1968	70,0	42,1	50,5	39,6	29,6	25,4	22,3	21,4	18,4	22,2	18,5	32,3	32,7
1969	31,3	32,0	30,2	32,0	19,9	21,3	15,7	16,4	12,2	26,4	49,2	40,4	27,3
1970	87,1	155,0	89,6	50,3	42,0	36,1	32,4	28,5	38,2	33,0	37,4	36,6	55,5
1971	35,9	27,6	40,4	32,4	26,7	36,9	25,9	17,8	19,2	39,5	32,7	53,4	32,4
1972	67,7	82,2	59,5	45,9	32,7	28,6	28,5	29,9	21,8	45,5	44,3	38,6	43,8
1973	55,1	61,4	48,9	50,9	39,4	32,3	32,5	24,9	23,4	28,9	39,8	61,5	41,6
1974	89,9	55,8	59,5	46,5	33,7	39,1	28,8	21,7	19,2	23,5	26,9	53,3	41,5
1975	50,1	72,1	50,8	32,1	26,0	22,3	22,0	16,0	13,0	22,6	31,9	68,2	35,6
1976	52,6	95,9	86,6	68,5	60,1	63,1	69,6	52,7	70,3	55,7	62,9	74,0	67,7
1977	82,0	63,3	56,2	69,5	41,3	38,9	28,3	22,8	29,5	25,7	39,9	60,2	46,5
1978	54,1	45,0	48,7	29,1	28,2	32,4	28,1	19,4	18,3	16,6	48,0	43,7	34,3
1979	44,3	46,7	42,8	36,1	38,4	26,5	25,7	27,6	31,6	33,9	40,3	48,1	36,8
1980	69,2	60,1	52,2	65,4	36,8	35,2	26,5	23,1	20,8	21,4	32,7	62,3	42,1
1981	94,4	36,3	33,4	27,6	22,5	23,6	17,5	14,5	12,6	53,0	87,6	107,4	44,2
1982	83,4	77,6	105,4	61,8	41,0	51,4	38,2	38,3	29,0	52,5	49,8	101,2	60,8
1983	122,7	137,6	126,9	105,2	98,4	181,5	86,7	67,5	117,4	98,5	90,1	113,8	112,2
1984	88,1	61,1	48,4	55,0	52,9	32,4	27,2	33,8	33,6	24,9	24,5	46,0	44,0
1985	73,3	72,0	75,3	45,8	27,0	28,2	24,9	22,6	31,9	20,5	29,3	25,0	39,7
1986	35,9	49,0	53,3	32,5	34,0	21,9	18,3	26,8	16,0	17,6	24,4	89,3	34,9
1987	82,4	75,1	75,0	49,7	78,6	65,3	44,2	36,2	36,1	33,7	31,8	34,7	53,6
1988	64,9	75,6	87,7	75,5	61,5	54,8	35,6	30,6	26,1	38,0	36,0	40,6	52,2
1989	90,8	100,6	79,7	50,1	40,8	39,0	40,2	35,8	33,7	25,7	28,0	38,4	50,2
1990	80,4	34,1	57,6	36,6	34,8	25,6	30,9	27,9	28,7	32,3	27,8	27,3	37,0
1991	55,3	70,0	97,1	94,1	54,4	40,2	32,6	26,5	24,2	48,5	23,9	35,2	50,2
1992	31,4	38,0	39,3	32,4	33,7	21,6	20,4	17,7	28,0	42,8	53,8	49,2	34,0
1993	45,7	72,7	56,9	45,2	35,3	36,1	23,3	21,5	35,5	30,9	21,1	25,3	37,5
1994	43,6	48,8	56,7	41,1	31,5	24,4	22,2	16,8	12,1	21,9	24,3	43,8	32,3
1995	45,8	158,1	84,6	66,9	45,4	33,6	36,2	24,0	23,0	50,3	37,3	40,7	53,8
1996	96,8	81,6	115,9	63,4	43,1	34,4	26,3	24,6	45,8	37,3	44,9	68,7	56,9
1997	85,8	70,5	48,6	35,4	30,0	42,4	24,5	19,8	21,0	27,8	40,7	46,8	41,1
1998	43,6	67,0	53,1	36,2	35,8	26,2	21,0	16,7	20,5	42,4	27,3	52,7	36,9
1999	122,3	89,2	66,5	40,1	30,5	32,7	22,8	16,8	20,9	15,4	16,8	30,5	42,0
2000	66,5	64,5	46,3	31,4	20,1	17,3	19,7	19,3	28,5	14,0	33,8	52,6	34,5
2001	41,0	53,4	40,2	32,5	23,8	17,7	15,8	14,3	17,2	36,8	34,0	54,2	31,7
2002	75,4	71,9	54,9	39,4	29,1	21,1	16,8	19,5	20,0	14,6	25,8	32,5	35,1
2003	79,4	55,0	37,9	24,7	21,4	16,5	13,9	12,0	11,8	18,9	21,9	40,1	29,5
2004	34,8	62,4	39,3	36,3	34,6	40,4	32,5	19,4	15,9	26,9	33,3	39,0	34,6
2005	78,8	55,3	58,4	37,2	42,8	28,2	24,1	17,7	25,3	25,7	33,1	41,5	39,0
2006	52,4	85,6	66,7	42,8	27,5	23,6	22,1	17,1	17,2	20,1	23,1	42,0	36,7
2007	77,1	40,3	34,7	30,9	22,5	23,7	34,4	19,1	13,9	17,1	46,7	36,9	33,1
2008	47,0	58,0	66,5	59,0	42,2	35,7	23,2	26,0	18,1	24,6	31,6	40,5	39,4
2009	67,4	100,3	66,7	43,4	31,7	28,7	33,6	25,3	34,5	41,0	42,6	109,1	52,0
2010	132,8	78,2	72,7	56,3	33,7	26,8	28,8	18,2	18,1	18,7	26,0	46,5	46,4
2011	144,9	52,4	80,0	58,1	35,3	31,3	24,1	19,5	16,5	23,9	33,7	32,1	46,0
2012	64,1	37,3	28,1	27,8	32,3	48,7	31,0	16,9	14,0	20,4	18,1	32,3	30,9
Média	70,9	73,9	66,9	48,4	38,4								

Anexo 3. Tabelas e gráficos: Curvas cota-volume e curvas de descarga de vertedores, descargas de fundo e comportas dos emboques dos túneis

Anexo 3.1. Cota x Área x Volume do Reservatório Jaguari-Jacareí

Cota do N.A. (m)	Área (km²)	Volume (hm³)	Perc Vol (%)		Cota do N.A. (m)	Área (km²)	Volume (hm³)	Perc Vol (%)	Vol Útil Oper (hm³)	Perc VUO (%)
791,00	0,00	-----	----	[2]	820,80	21,15	239,43	22,9	0,00	0,0
792,00	0,02	-----	----		821,00	21,35	243,60	23,3	4,17	0,5
793,00	0,04	-----	----		822,00	22,43	265,49	25,3	26,06	3,2
794,00	0,07	-----	----		823,00	23,51	288,45	27,5	49,02	6,1
795,00	0,11	-----	----		824,00	24,59	312,51	29,8	73,08	9,0
796,00	0,16	0,00	----		825,00	25,64	337,63	32,2	98,20	12,2
797,00	0,53	0,34	0,03		826,00	26,72	363,81	34,7	124,38	15,4
798,00	1,12	1,17	0,11		827,00	27,77	391,06	37,3	151,63	18,8
799,00	2,23	2,84	0,27		828,00	28,72	419,30	40,0	179,87	22,3
800,00	2,68	5,30	0,51		829,00	29,59	448,46	42,8	209,03	25,9
801,00	3,21	8,24	0,79		830,00	30,59	478,55	45,7	239,12	29,6
802,00	3,79	11,74	1,12		831,00	32,90	510,30	48,7	270,87	33,5
803,00	4,52	15,90	1,52		832,00	34,30	543,90	51,9	304,47	37,7
804,00	5,48	20,90	2,0		833,00	35,45	578,78	55,3	339,35	42,0
805,00	6,43	26,85	2,6		834,00	36,88	614,94	58,7	375,51	46,5
806,00	7,55	33,84	3,2		835,00	38,24	652,50	62,3	413,07	51,1
807,00	8,24	41,74	4,0		836,00	39,50	691,37	66,0	451,94	55,9
808,00	9,07	50,39	4,8		837,00	40,70	731,47	69,8	492,04	60,9
809,00	9,89	59,87	5,7		838,00	41,92	772,78	73,8	533,35	66,0
810,00	10,61	70,12	6,7		839,00	43,25	815,37	77,8	575,94	71,3
811,00	11,56	81,20	7,8	[3]	840,00	44,53	859,26	82,0	619,83	76,7
812,00	12,41	93,19	8,9		841,00	45,77	904,41	86,3	664,98	82,3
813,00	13,30	106,05	10,1		842,00	47,00	950,79	90,8	711,36	88,0
814,00	14,16	119,78	11,4		843,00	48,30	998,44	95,3	759,01	93,9
815,00	15,05	134,39	12,8	[4]	844,00	49,91	1.047,55	100,0	808,12	100,0
816,00	16,06	149,94	14,3		845,00	50,76	1.097,88	104,8	858,45	106,2
817,00	17,18	166,56	15,9		846,00	52,03	1.149,27	109,7	909,84	112,6
[1] 818,00	18,19	184,25	17,6		847,00	53,24	1.194,00	114,0		
819,00	19,23	202,96	19,4							
820,00	20,35	222,74	21,3							

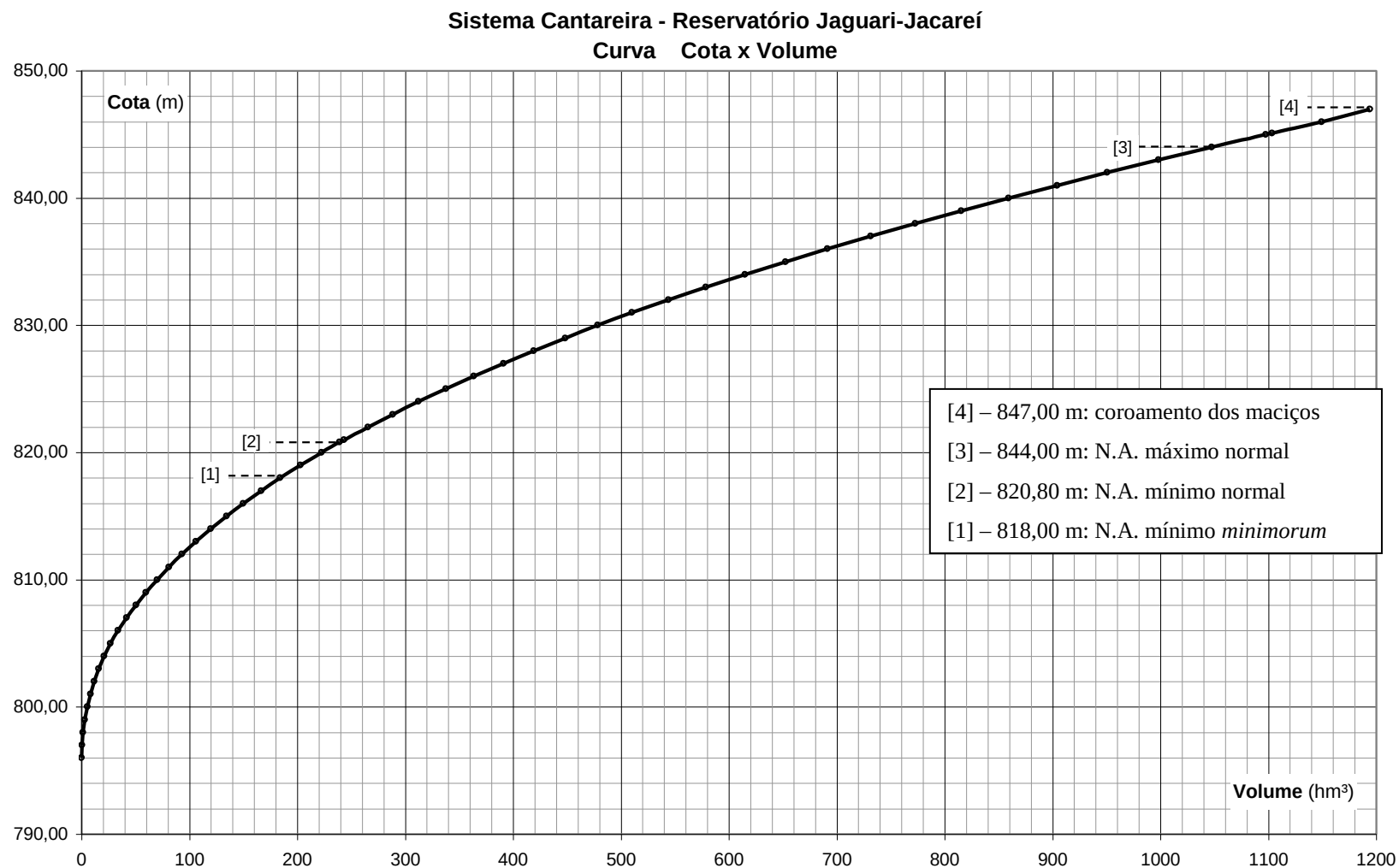
[1] N.A. mínimo *minimorum*: cota da soleira das aberturas das comportas inferiores (1 e 2) da estrutura de emboque do Túnel 7 - não permite transferência de vazões.

[2] N.A. mínimo normal: permite a transferência da vazão objetivo de 21,4 m³/s pelas comportas 1 e 2 do emboque do Túnel 7; limite inferior do volume útil.

[3] N.A. máximo normal: máximo operacional, ao qual corresponde 100% do volume útil.

[4] Cota do coroamento dos maciços das barragens dos rios Jaguari e Jacareí.

Referência: relatório Sabesp “Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda



Referência: relatório Sabesp “Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda.

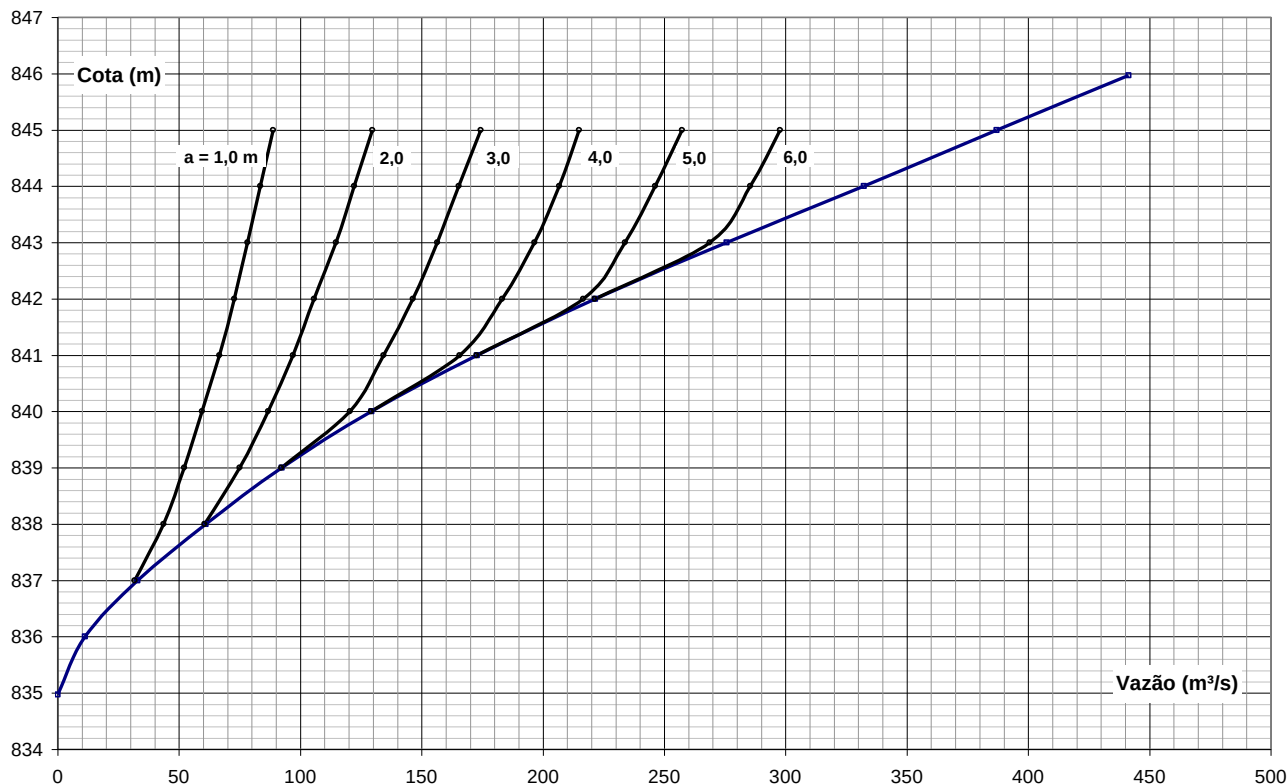
Anexo 3.2. Vertedor de Superfície do Aproveitamento Jaguari-JacaréCurva de descarga

Vertedor com 3 vãos de 6,0 m de largura com comportas setor (6,0 m x 11,14 m)

Cota da crista da soleira do vertedor tipo Creager = 834,97 m.

Valores cota x vazão da curva de descarga para 1 vão ou 1 comporta

Cota do N.A. (m)	Carga H (m)	Vazão para 1 comporta (m³/s)						
		“a” - Abertura da comporta (m)						
		1	2	3	4	5	6	Total
834,97	0,00	0	0	0	0	0	0	0
836,00	1,03	11,29	11,31	11,31	11,31	11,31	11,31	11,31
837,00	2,03	31,7	32,8	32,8	32,8	32,8	32,8	32,8
838,00	3,03	43,6	60,4	60,9	60,9	60,9	60,9	60,9
839,00	4,03	52,2	75,0	92,2	92,4	92,4	92,4	92,4
840,00	5,03	59,5	86,7	120,4	129,1	129,3	129,3	129,3
841,00	6,03	66,6	96,9	134,4	165,6	172,7	172,8	172,8
842,00	7,03	72,8	105,6	146,3	183,2	216,5	221,4	221,6
843,00	8,03	78,2	114,6	156,4	196,4	233,8	268,8	275,7
844,00	9,03	83,5	122,2	165,3	206,6	246,3	285,4	332,3
845,00	10,03	88,8	129,7	174,3	214,9	257,4	297,7	387,0
845,97	11,00	-----	-----	-----	-----	-----	-----	441,3



Referência: relatório Sabesp “Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda.

Anexo 3.3. Descarregadores de Fundo do Aproveitamento Jaguari-JacaréCurva de descarga

As barragens dos rios Jaguari e Jacaré possuem estruturas de descarga de fundo.

Cada descarregador de fundo possui duas (2) válvulas dispensoras "Howell-Bunger" de $\varnothing = 1,0$ m.

A equação abaixo representa as relações cota x vazão em função da abertura da válvula.

$$Q = (-1,08347 a^2 + 3,32999 a + 0,00391) H^{0,528}$$

- Q (m³/s), vazão pela válvula;
- $0 \leq a \leq 1,0$, taxa de abertura da válvula;
- H (m), carga hidráulica sobre o eixo da válvula;
H = (cota do N.A. do reservatório) – (cota do eixo da válvula)

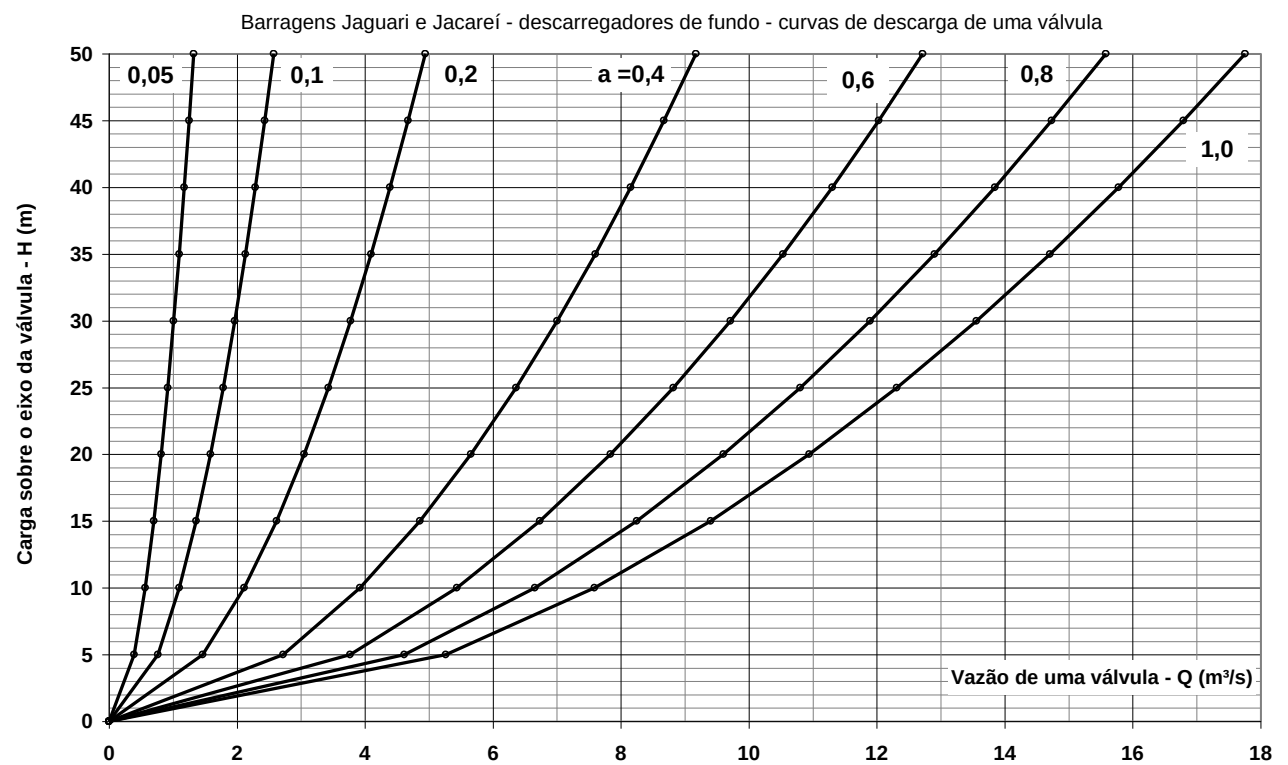
Cota do eixo das válvulas: 797,07 m - barragem do Jaguari ^[1];
799,02 m - barragem do Jacaré ^[2]

^[1] Levantamento topográfico - Sabesp – 2009

^[2] Fonte: Data Oper. Não verificado por topografia recente.

Valores Carga x Vazão para diferentes aberturas da válvula

Carga H (m)	Vazão para 1 Válvula (m³/s)						
	Índice de Abertura da Válvula						
	0,05	0,10	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,39	0,76	1,47	2,72	3,77	4,62	5,26
10	0,57	1,10	2,11	3,92	5,44	6,66	7,59
15	0,70	1,36	2,62	4,86	6,73	8,25	9,40
20	0,82	1,59	3,05	5,65	7,84	9,60	10,94
25	0,92	1,78	3,43	6,36	8,82	10,80	12,31
30	1,01	1,96	3,77	7,00	9,71	11,90	13,56
35	1,10	2,13	4,09	7,60	10,53	12,90	14,71
40	1,18	2,29	4,39	8,15	11,30	13,85	15,78
45	1,25	2,43	4,68	8,68	12,03	14,73	16,79
50	1,32	2,57	4,94	9,17	12,72	15,58	17,76



Referência: Relatório Sabesp “Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira - Relatório final – out/09”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda.

Anexo 3.4. Estrutura do Emboque do Túnel 7Curva de descarga das comportas

A estrutura, em forma de torre, possui três grupos de duas comportas, em três diferentes níveis.

[1] Cota (m)	Vazão (m³/s) pelo emboque do Túnel 7 - operação de uma (1) comporta									
	Cota do N.A. do reservatório do rio Cachoeira (m)									
	813	814	815	816	817	818	819	820	821	Escoamento livre
818,00										0,00
819,00							0,00			2,58
819,50						4,84	1,94			4,84
820,00						6,13	3,23	0,00		7,10
820,50					10,00	7,42	4,65	1,29		10,00
821,00				12,90	10,98	8,47	5,81	2,58	0,00	12,90
821,50			16,45	14,07	12,13	9,67	7,10	4,19	1,81	16,45
822,00		19,68	17,42	15,16	13,23	10,65	8,45	5,68	3,23	19,68
823,00	22,90	21,16	19,36	16,90	15,16	12,90	10,65	8,07	5,81	22,90
824,00	24,45	22,58	20,97	18,71	16,77	14,84	12,58	10,45	8,19	
825,00	25,81	24,19	22,58	20,65	18,71	16,77	14,58	12,58	10,45	
826,00	27,10	25,68	24,19	22,26	20,65	18,71	16,77	14,84	12,90	
826,00	25,81	24,52	22,90	21,29	20,00	17,74	16,13	14,19	12,58	
827,00	26,58	25,16	23,55	21,94	20,52	18,60	16,90	14,84	13,15	0,00
828,00	27,42	25,81	24,19	22,58	21,16	19,36	17,55	15,48	13,68	2,58
829,00	28,07	26,45	24,65	23,23	21,61	20,00	18,07	16,13	14,19	7,10
830,00										12,90
831,00										19,36
832,00									23,23	23,23
832,50								25,48	23,87	25,48
833,00							27,74	26,13	24,52	27,74
833,30							28,20	26,58	24,84	29,68
834,00							29,36	27,42	25,81	
834,50							29,80	28,07	26,30	
835,00								28,71	26,77	
835,00							29,36	27,42	25,81	
836,00							30,00	28,07	26,45	0,00
837,00								28,60	27,00	2,58
838,00								29,03	27,42	7,42
839,00										13,55
840,00										19,36
841,00										24,52
842,00										29,03
842,20										30,00

[1] Cota do N.A. dos reservatórios (interligados) dos rios Jaguari e Jacaré

14,84 Comportas inferiores, 1 ou 2.

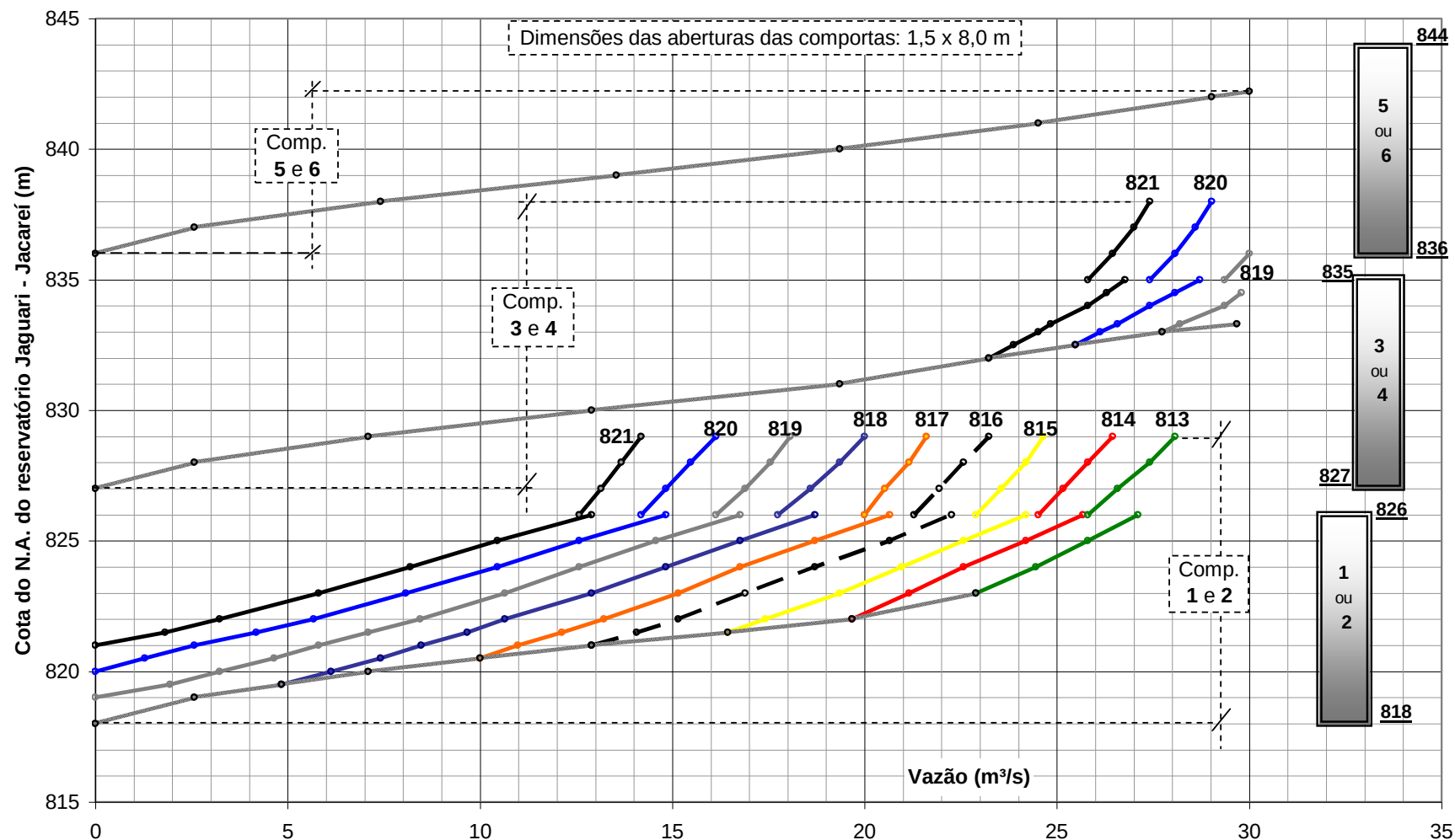
24,84 Comportas intermediárias, 3 ou 4.

19,36 Comportas superiores, 5 ou 6.

Dimensões das aberturas das comportas (6 unidades): 1,5 m x 8,0 m

Referência: relatório Sabesp “Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – Relatório final – out/09”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda.

Sistema Cantareira - Reservatório Jaguari-Jacaré - Emboque do Túnel 7
Curvas de descarga para operação com uma comporta em função do N.A. do Cachoeira



Referência: relatório Sabesp “Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda.

Anexo 3.5. Cota x Área x Volume do Reservatório Cachoeira

Cota do N.A. (m)	Área (km ²)	Volum e (hm ³)	Perc Vol (%)		Cota do N.A. (m)	Área (km ²)	Volume (hm ³)	Perc Vol (%)	Vol Útil Oper (hm ³)	Perc VUO (%)
790,00	0,00	-----	-----		[3] 811,72	5,14	46,81	40,2	0,00	0,0
791,00	0,01	0,00	0,00		812,00	5,20	48,37	41,5	1,56	2,2
792,00	0,04	0,02	0,02		813,00	5,55	53,77	46,1	6,96	10,0
793,00	0,11	0,09	0,08		814,00	5,85	59,44	51,0	12,63	18,1
794,00	0,23	0,26	0,22		815,00	6,14	65,41	56,1	18,60	26,7
795,00	0,37	0,55	0,47		816,00	6,47	71,71	61,5	24,90	35,7
796,00	0,58	1,03	0,88		817,00	6,79	78,38	67,2	31,57	45,3
797,00	0,82	1,72	1,5		818,00	7,28	85,46	73,3	38,65	55,4
798,00	1,08	2,67	2,3		819,00	7,78	92,94	79,7	46,13	66,1
799,00	1,38	3,91	3,4		820,00	8,07	100,83	86,5	54,02	77,4
800,00	1,75	5,47	4,7		821,00	8,37	109,07	93,6	62,26	89,3
801,00	2,07	7,36	6,3		[4] 821,88	8,63	116,56	100,0	69,75	100,0
802,00	2,38	9,59	8,2		822,00	8,67	117,61	100,9		
803,00	2,72	12,16	10,4		823,00	8,97	126,43	108,5		
804,00	3,05	15,04	12,9		824,00	9,27	135,57	116,3		
805,00	3,33	18,22	15,6		825,00	9,63	145,31	124,7		
806,00	3,59	21,68	18,6		826,00	9,99	155,05	133,0		
807,00	3,82	25,39	21,8		827,00	10,34	164,79	-----		
[1] 808,00	4,05	29,33	25,2		[5] 827,67	10,58	171,32	-----		
[2] 808,35	4,14	30,79	26,4							
809,00	4,31	33,49	28,7							
810,00	4,58	37,92	32,5							
811,00	4,89	42,67	36,6							

[1] Soleira da abertura da comporta da descarga de fundo da barragem.

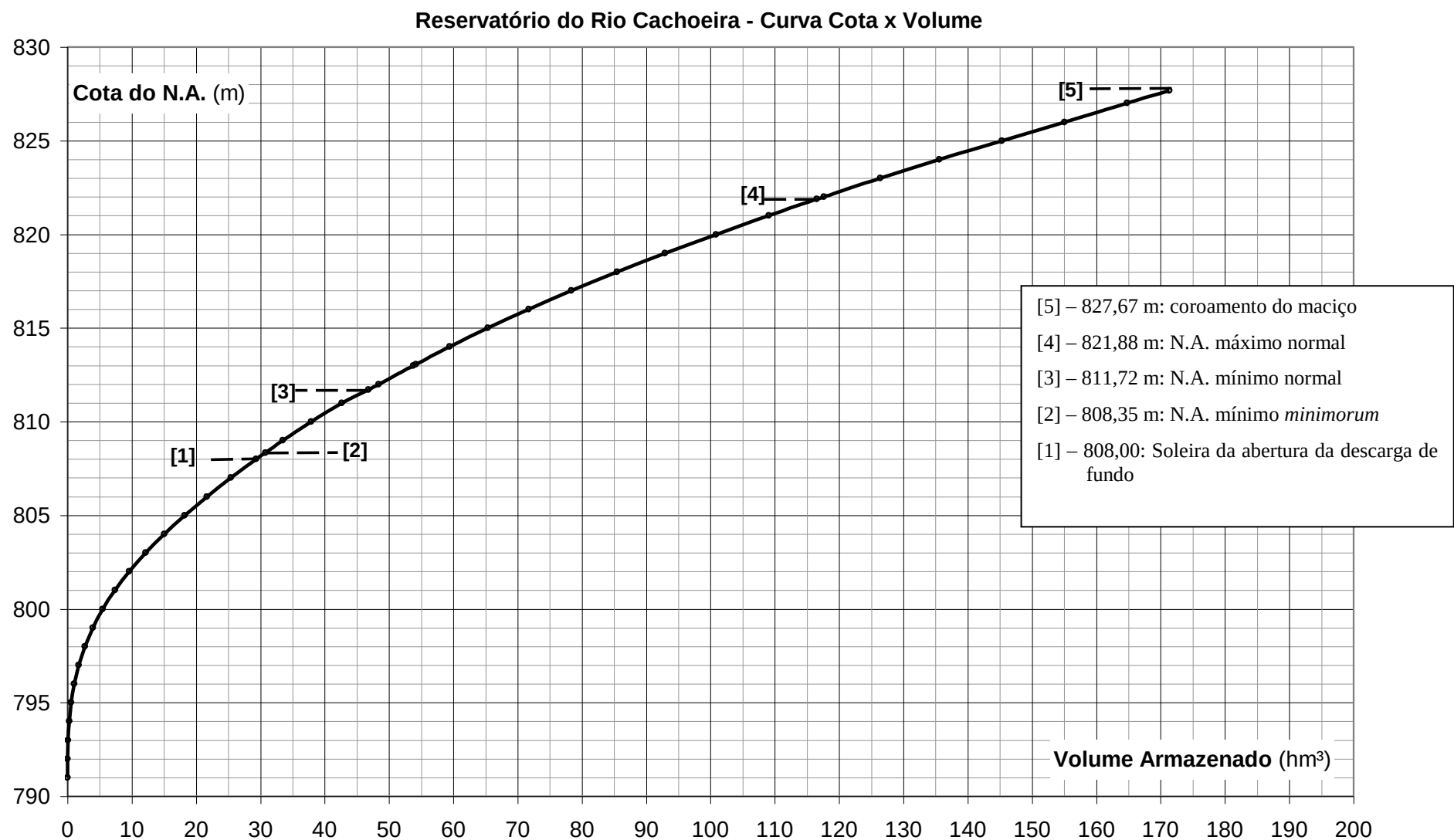
[2] N.A. mínimo *minimorum*: soleira da entrada da comporta do emboque do Túnel 6.

[3] N.A. mínimo normal (para viabilizar transferência da vazão objetivo pelo Túnel 6).

[4] N.A. máximo normal: cota da crista da soleira do vertedor tulipa.

[5] Cota do coroamento do maciço da barragem.

Referência: relatório Sabesp “Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda



Referência: relatório Sabesp “Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda.

Anexo 3.6. Vertedor de Superfície da Barragem CachoeiraCurva de descargaVertedor livre, tipo tulipa: diâmetro externo - $\varnothing = 10,0$ m

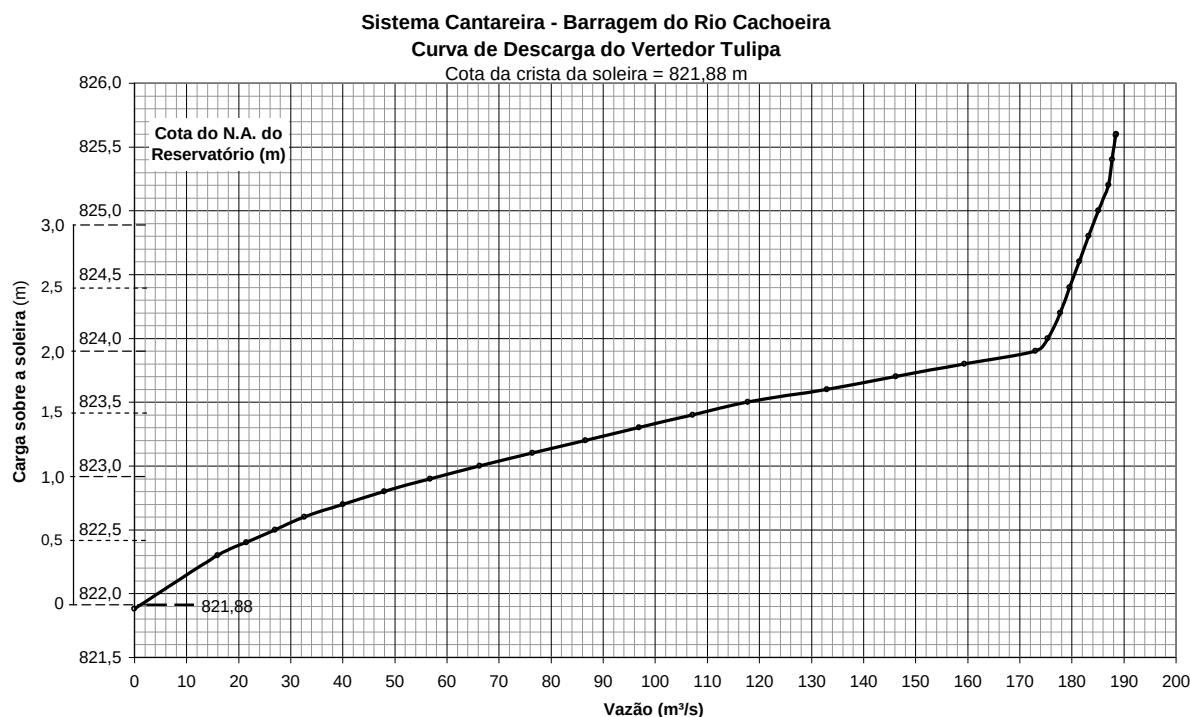
Cota da crista da soleira do vertedor: 821,88 m.

Valores cota x vazão da curva de descarga

Cota do N.A. (m)	Carga H (m)	Vazão (m³/s)
821,88	0	0
822,30	0,42	16,00
822,40	0,52	21,48
822,50	0,62	27,02
822,60	0,72	32,61
822,70	0,82	40,05
822,80	0,92	48,00
822,90	1,02	56,81
823,00	1,12	66,29

Cota do N.A. (m)	Carga H (m)	Vazão (m³/s)
823,10	1,22	76,46
823,20	1,32	86,63
823,30	1,42	96,93
823,40	1,52	107,23
823,50	1,62	117,78
823,60	1,72	133,00
823,70	1,82	146,22
823,80	1,92	159,44
823,90	2,02	173,02
824,00	2,12	175,35

Cota do N.A. (m)	Carga H (m)	Vazão (m³/s)
824,20	2,32	177,76
824,40	2,52	179,60
824,60	2,72	181,44
824,80	2,92	183,28
825,00	3,12	185,15
825,20	3,32	187,04
825,40	3,52	187,79
825,59	3,71	188,50
825,60	3,72	188,54



Referência: relatório Sabesp “Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda.

Anexo 3.7. Descarregador de Fundo da Barragem CachoeiraCurva de descarga

Tomada d'água: abertura de seção quadrada (2,0 x 2,0 m), existente na estrutura do vertedor tulipa, provida de comporta plana com abertura máxima de 1,3 m

Cota da soleira da abertura do descarregador de fundo: 808,00 m.

Equação que representa as relações cota x vazão em função da abertura da comporta:

$$Q = 5,22325 a^{0,91621} H^{0,559}$$

a (m): abertura da comporta (0 < a < 1,3 m);

H (m): Carga hidráulica sobre a soleira da abertura da comporta: H = NA - 808,00

N.A.: cota do nível do reservatório

Valores cota x vazão da curva de descarga

Cota do N.A. (m)	Carga H (m)	Vazão através da Comporta (m³/s)												
		Abertura da comporta (m)												
		0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30
808,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
808,2	0,20	0,26	0,49	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56	0,56
808,4	0,40	0,38	0,72	1,04	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
808,6	0,60	0,48	0,90	1,30	1,70	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67
808,8	0,80	0,56	1,06	1,53	1,99	2,44	2,89	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
809,0	1,00	0,63	1,20	1,73	2,26	2,77	3,27	3,77	4,26	4,62	4,62	4,62	4,62	4,62
809,2	1,20	0,70	1,32	1,92	2,50	3,06	3,62	4,17	4,71	5,25	5,78	6,00	6,00	6,00
809,4	1,40	0,76	1,44	2,09	2,72	3,34	3,95	4,55	5,14	5,72	6,30	6,88	7,00	7,00
809,6	1,60	0,82	1,55	2,25	2,93	3,60	4,25	4,90	5,54	6,17	6,79	7,41	8,00	8,00
809,8	1,80	0,88	1,66	2,41	3,13	3,84	4,54	5,23	5,91	6,59	7,26	7,92	8,57	8,69
810,0	2,00	0,93	1,76	2,55	3,32	4,08	4,82	5,55	6,27	6,99	7,70	8,40	9,09	9,44
811,0	3,00	1,17	2,21	3,20	4,17	5,11	6,04	6,96	7,87	8,76	9,65	10,53	11,41	12,22
812,0	4,00	1,37	2,59	3,76	4,90	6,01	7,10	8,18	9,24	10,29	11,34	12,37	13,40	14,70
813,0	5,00	1,56	2,94	4,26	5,55	6,81	8,04	9,26	10,47	11,66	12,84	14,01	15,18	16,66
814,0	6,00	1,72	3,25	4,72	6,14	7,54	8,91	10,26	11,59	12,91	14,22	15,52	16,81	18,44
815,0	7,00	1,88	3,55	5,14	6,70	8,21	9,71	11,18	12,63	14,07	15,50	16,92	18,32	20,11
816,0	8,00	2,03	3,82	5,54	7,21	8,85	10,46	12,05	13,61	15,17	16,70	18,23	19,74	21,67
817,0	9,00	2,16	4,08	5,92	7,70	9,45	11,17	12,87	14,54	16,20	17,84	19,47	21,08	23,14
818,0	10,00	2,29	4,33	6,28	8,17	10,03	11,85	13,65	15,42	17,18	18,92	20,65	22,36	24,55
819,0	11,00	2,42	4,57	6,62	8,62	10,57	12,50	14,39	16,27	18,12	19,96	21,78	23,58	25,89
820,0	12,00	2,54	4,80	6,95	9,05	11,10	13,12	15,11	17,08	19,02	20,95	22,86	24,76	27,11
821,0	13,00	2,66	5,01	7,27	9,46	11,61	13,72	15,80	17,86	19,89	21,91	23,91	25,89	28,33
822,0	14,00	2,77	5,23	7,58	9,86	12,10	14,30	16,47	18,61	20,73	22,84	24,92	26,99	29,37
823,0	15,00	2,88	5,43	7,88	10,25	12,58	14,86	17,12	19,35	21,55	23,73	25,90	28,05	30,56
824,0	16,00	2,98	5,63	8,17	10,63	13,04	15,41	17,75	20,06	22,34	24,61	26,85	29,08	31,67
825,0	17,00	3,09	5,83	8,45	10,99	13,49	15,94	18,36	20,75	23,11	25,45	27,78	30,08	32,50

Referência: relatório Sabesp “Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda.

Descarregador de Fundo da Barragem Cachoeira

Tomada d'água: abertura de 2,0 x 2,0 m provida de comporta plana com abertura máxima de 1,3 m.

Cota da soleira da abertura do descarregador de fundo: 808,00 m.

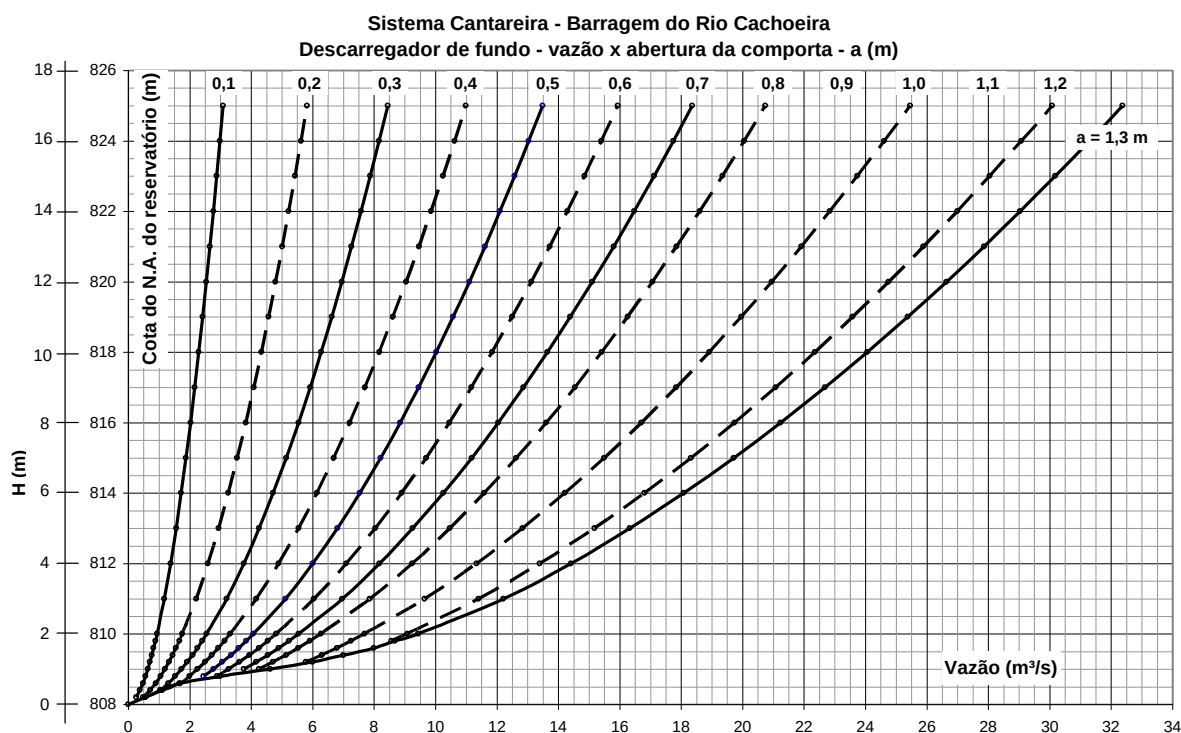
Gráfico das relações cota x vazão para diferentes aberturas da comporta, resultante da equação

$$Q = 5,22325 a^{0,91621} H^{0,559}$$

a (m): abertura da comporta ($0 < a < 1,3$ m);

H (m): carga hidráulica sobre a soleira da abertura da comporta: $H = \text{NA} - 808,00$

N.A.: cota do nível do reservatório



Referência: relatório Sabesp “Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda.

Anexo 3.8. Estrutura do Emboque do Túnel 6Curva de descarga da comporta

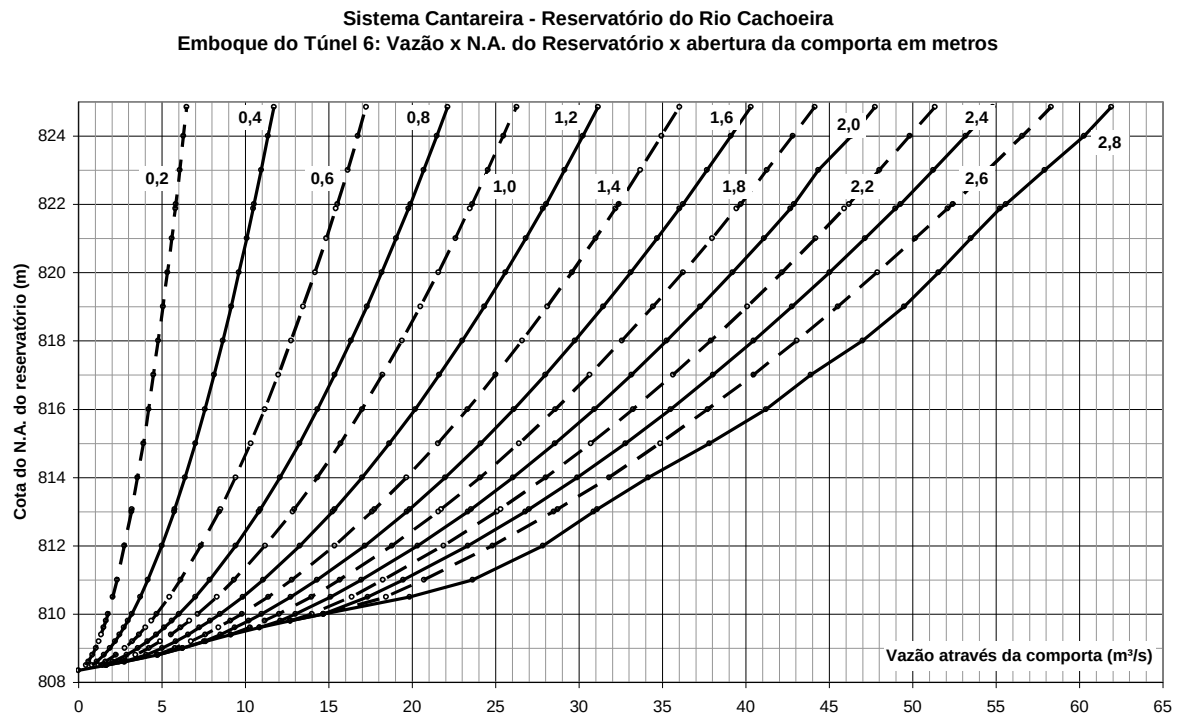
Estrutura provida de uma comporta setor retangular, com abertura de escoamento de 2,63 x 2,89 m (L x H), com soleira na cota 808,35 m.

Cota do N.A. (m)	Carga H (m)	Vazão através da Comporta (m³/s)													
		Abertura da comporta (m)													
		0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,20	2,40	2,60	2,80
808,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
808,50	0,15	0,45	0,82	1,20	1,47	1,64	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67
808,60	0,25	0,61	1,10	1,62	2,07	2,45	2,73	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78	2,78
808,80	0,45	0,84	1,53	2,25	2,89	3,43	4,07	4,70	4,77	4,77	4,77	4,77	4,77	4,77	4,77
809,00	0,65	1,05	1,89	2,78	3,57	4,23	5,02	5,80	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25	6,25
809,20	0,85	1,22	2,20	3,23	4,15	4,92	5,84	6,75	7,53	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63	7,63
809,40	1,05	1,37	2,47	3,64	4,67	5,54	6,57	7,60	8,50	9,15	9,15	9,15	9,15	9,15	9,15
809,60	1,25	1,52	2,73	4,02	5,16	6,12	7,26	8,39	9,39	10,28	10,85	10,85	10,85	10,85	10,85
809,80	1,45	1,64	2,97	4,37	5,60	6,65	7,89	9,12	10,20	11,17	12,09	12,70	12,70	12,70	12,70
810,00	1,65	1,77	3,20	4,70	6,03	7,16	8,49	9,81	10,98	12,03	13,01	13,99	14,69	14,70	14,70
810,50	2,15	2,06	3,71	5,46	7,00	8,31	9,86	11,40	12,73	13,97	15,11	16,38	17,34	18,44	19,85
811,00	2,65	2,31	4,17	6,14	7,86	9,33	11,08	12,80	14,32	15,68	16,97	18,24	19,47	20,71	23,64
812,00	3,65	2,76	4,99	7,35	9,43	11,19	13,28	15,35	17,17	18,81	20,35	21,88	23,35	24,84	27,85
813,00	4,65	3,18	5,73	8,44	10,82	12,84	15,23	17,60	19,70	21,57	23,34	25,09	26,78	28,49	30,88
813,07	4,72	3,20	5,78	8,51	10,91	12,94	15,36	17,75	19,86	21,75	23,54	25,30	27,01	28,73	31,10
814,00	5,65	3,54	6,39	9,42	12,08	14,33	17,01	19,66	21,99	24,08	26,06	28,02	29,91	31,81	34,15
815,00	6,65	3,89	7,01	10,33	13,25	15,72	18,64	21,55	24,12	26,41	28,58	30,72	32,79	34,88	37,83
816,00	7,65	4,20	7,59	11,18	14,34	17,01	20,18	23,33	26,10	28,59	30,93	33,26	35,50	37,74	41,21
817,00	8,65	4,50	8,14	11,99	15,37	18,24	21,64	25,01	27,98	30,64	33,15	35,65	38,05	40,47	43,90
818,00	9,65	4,79	8,65	12,75	16,34	19,40	23,02	26,60	29,77	32,59	35,26	37,92	40,47	43,05	47,00
819,00	10,65	5,07	9,15	13,48	17,29	20,50	24,33	28,12	31,47	34,46	37,28	40,10	42,79	45,52	49,51
820,00	11,65	5,33	9,63	14,18	18,18	21,57	25,59	29,59	33,11	36,25	39,22	42,18	45,01	47,88	51,55
821,00	12,65	5,59	10,09	14,86	19,05	22,60	26,82	31,00	34,68	37,98	41,09	44,19	47,15	50,16	53,49
822,00	13,65	5,84	10,54	15,53	19,91	23,62	28,03	32,40	36,25	39,70	42,89	46,19	49,28	52,43	55,59
823,00	14,65	6,07	10,95	16,14	20,70	24,55	29,14	33,67	37,68	41,27	44,35	48,01	51,23	54,50	57,91
824,00	15,65	6,30	11,37	16,75	21,48	25,49	30,24	34,96	39,11	42,83	46,34	49,83	53,18	56,57	60,29
824,85	16,50	6,49	11,72	17,26	22,13	26,26	31,16	36,02	40,30	44,13	47,75	51,35	54,80	58,29	61,92

Referência: relatório Sabesp “*Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09*”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda.

Estrutura do Emboque do Túnel 6 – Curva de descarga da comporta

Gráfico das relações cota x vazão para diferentes aberturas da comporta



Referência: relatório Sabesp “Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda.

Anexo 3.9. Cota x Área x Volume do Reservatório Atibainha

Cota do N.A. (m)	Área (km ²)	Volum e (hm ³)	Perc Vol (%)		Cota do N.A. (m)	Área (km ²)	Volume (hm ³)	Perc Vol (%)		Vol Útil Oper (hm ³)	Perc VUO (%)
756,00	0,00	-----	-----		778,00	14,75	131,87	45,4			
757,00	0,00	-----	-----		779,00	15,63	146,76	50,6			
758,00	0,23	-----	-----		780,00	16,42	162,78	56,1			
759,00	0,45	0,00	0,00		781,00	17,16	179,57	61,9			
760,00	1,00	0,39	0,13	[3]	781,88	17,75	194,93	67,2		0,00	0,0
761,00	1,54	0,77	0,27		782,00	17,83	197,06	67,9		2,13	2,2
762,00	2,16	2,62	0,90		783,00	18,50	215,23	74,2		20,30	21,3
763,00	2,83	5,12	1,8		784,00	19,08	234,02	80,6		39,09	41,0
764,00	3,46	8,26	2,8		785,00	20,47	253,79	87,5		58,86	61,8
765,00	4,03	12,01	4,1		786,00	21,30	274,68	94,7		79,75	83,7
766,00	4,74	16,40	5,7	[4]	786,72	21,78	290,19	100		95,26	100
767,00	5,57	21,55	7,4		787,00	21,96	296,31	102,1			
768,00	6,36	27,52	9,5		788,00	22,70	318,64	109,8			
769,00	7,16	34,28	11,8		789,00	23,53	341,75	117,8			
770,00	7,97	41,84	14,4		790,00	24,32	365,68	126,0			
771,00	8,74	50,19	17,3		791,00	25,11	390,40	-----			
772,00	9,51	59,32	20,4	[5]	791,32	25,36	398,47	-----			
773,00	10,32	69,23	23,9								
774,00	11,16	79,97	27,6								
[1] 774,27	11,39	83,01	28,6								
775,00	12,00	91,55	31,5								
776,00	12,87	103,98	35,8								
777,00	13,77	117,31	40,4								
[2] 777,90	14,65	130,10	44,8								

[1] Soleira da abertura da comporta da descarga de fundo da barragem.

[2] N.A. mínimo *minimorum*: cota, na seção de entrada, do fundo do canal de aproximação do emboque do Túnel 5.

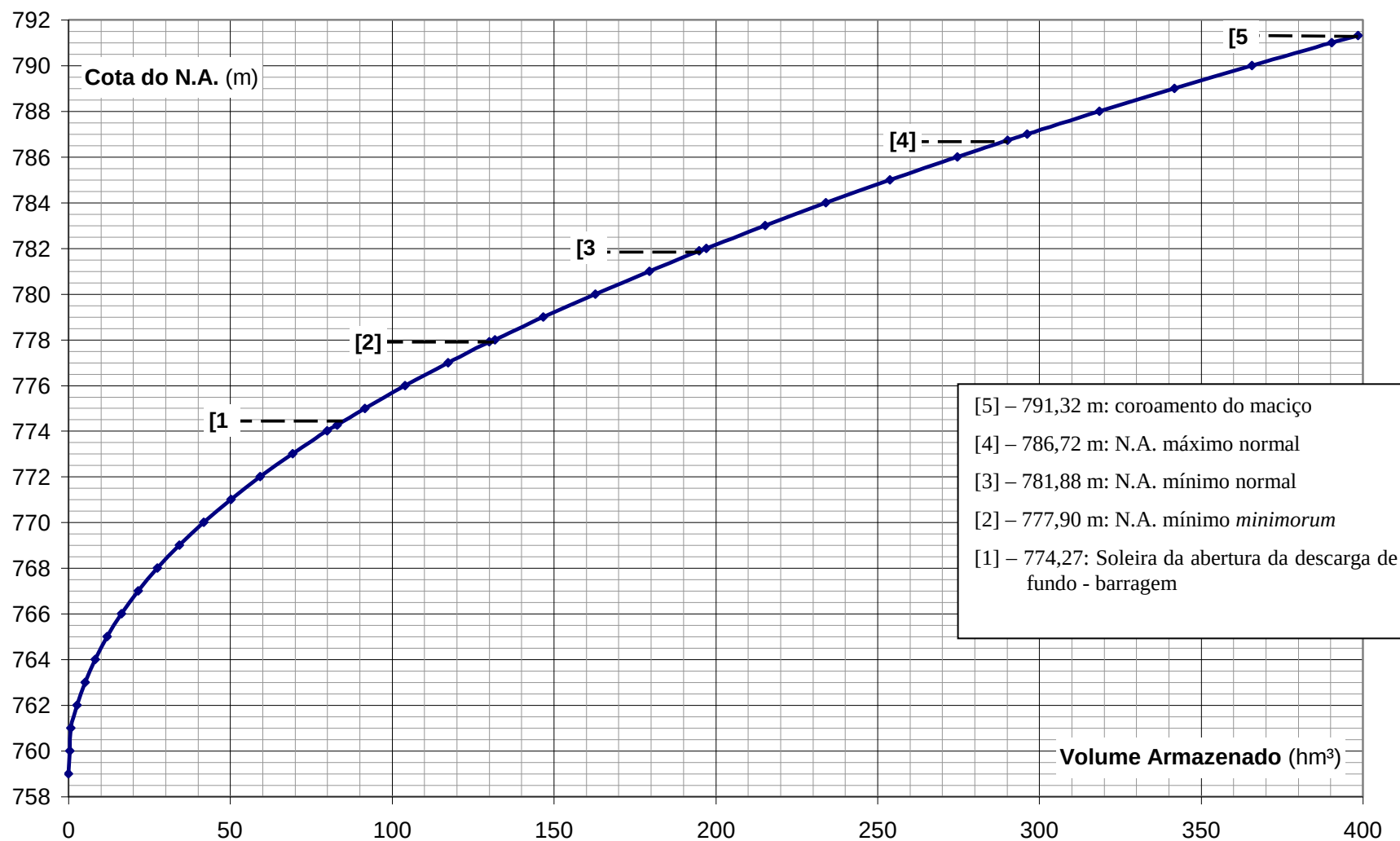
[3] N.A. mínimo normal: para viabilizar transferência da vazão objetivo pelo Túnel 5.

[4] N.A. máximo normal: cota da crista da soleira do vertedor tulipa..

[5] Cota do coroamento do maciço da barragem.

Referência: relatório Sabesp “Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda

Reservatório do Rio Atibainha - Curva Cota x Volume



Referência: relatório Sabesp “Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09”, elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda.

Anexo 3.10. Vertedor de Superfície da Barragem AtibainhaCurva de descargaVertedor livre, tipo tulipa: diâmetro externo - $\varnothing = 6,0$ m

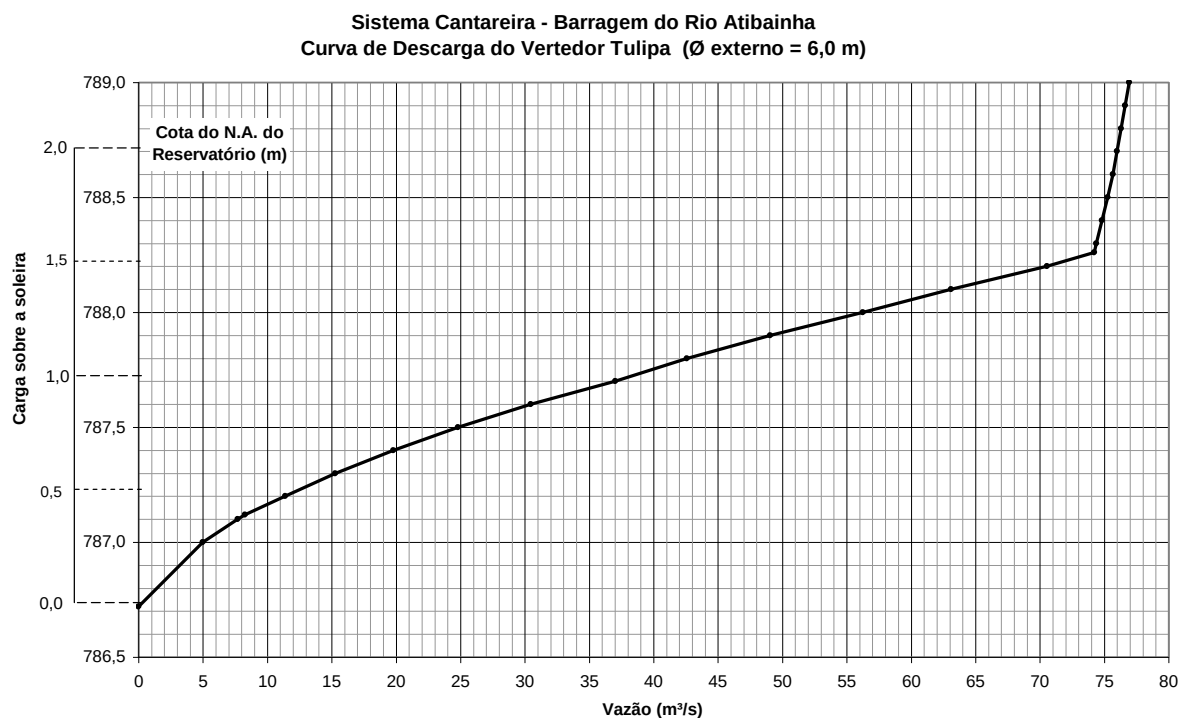
Cota da crista da soleira do vertedor: 786,72 m.

Valores cota x vazão da curva de descarga

Cota do N.A. (m)	Carga H (m)	Vazão (m³/s)
786,72	0	0,00
787,00	0,28	5,00
787,10	0,38	7,70
787,12	0,40	8,28
787,20	0,48	11,39
787,30	0,58	15,28
787,40	0,68	19,80
787,50	0,78	24,80

Cota do N.A. (m)	Carga H (m)	Vazão (m³/s)
787,60	0,88	30,45
787,70	0,98	37,03
787,80	1,08	42,59
787,90	1,18	49,07
788,00	1,28	56,26
788,10	1,38	63,12
788,20	1,48	70,57
788,26	1,54	74,21

Cota do N.A. (m)	Carga H (m)	Vazão (m³/s)
788,30	1,58	74,38
788,40	1,68	74,82
788,50	1,78	75,25
788,60	1,880	75,67
788,70	1,980	75,99
788,80	2,080	76,31
788,90	2,180	76,63
789,00	2,280	76,95



Referência: relatório Sabesp “Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda.

Anexo 3.11. Descarregador de Fundo da Barragem AtibainhaCurva de descarga

Tomada d'água, existente na estrutura do vertedor tulipa, com abertura de 1,0 (largura) x 1,1 m (altura), provida de comporta plana com abertura máxima de 0,9 m.

Cota da soleira da abertura do descarregador de fundo: 774,27 m.

Equação que representa as relações cota x vazão em função da abertura da comporta.

$$Q = 2,8019 \cdot a \cdot H^{0,5917}$$

a (m): abertura da comporta ($0 < a < 0,9$ m);

H (m): carga hidráulica sobre a soleira da abertura da comporta: $H = NA - 774,27$

NA: cota do nível do reservatório

Valores cota x vazão da curva de descarga

Cota do N.A. (m)	Carga H (m)	Vazão através da Comporta (m³/s)								
		Abertura da comporta - a (m)								
		0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90
774,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
774,50	0,23	0,12	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23
774,60	0,33	0,15	0,29	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
774,70	0,43	0,17	0,34	0,51	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52
774,80	0,53	0,19	0,38	0,58	0,77	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
774,90	0,63	0,21	0,43	0,64	0,85	1,07	1,28	1,40	1,40	1,40
775,00	0,73	0,23	0,47	0,70	0,93	1,16	1,40	1,63	1,76	1,76
776,00	1,73	0,39	0,78	1,16	1,55	1,94	2,33	2,71	3,10	3,49
777,00	2,73	0,51	1,02	1,52	2,03	2,54	3,05	3,55	4,06	4,57
778,00	3,73	0,61	1,22	1,83	2,44	3,05	3,66	4,27	4,88	5,50
779,00	4,73	0,70	1,41	2,11	2,81	3,51	4,22	4,92	5,62	6,32
780,00	5,73	0,79	1,57	2,36	3,15	3,94	4,72	5,51	6,30	7,08
781,00	6,73	0,87	1,73	2,60	3,46	4,33	5,19	6,06	6,93	7,79
782,00	7,73	0,94	1,88	2,82	3,76	4,70	5,64	6,58	7,52	8,46
783,00	8,73	1,01	2,02	3,03	4,04	5,05	6,06	7,07	8,08	9,09
784,00	9,73	1,08	2,15	3,23	4,31	5,38	6,46	7,54	8,61	9,69
785,00	10,73	1,14	2,28	3,42	4,56	5,70	6,85	7,99	9,13	10,27
786,00	11,73	1,20	2,41	3,61	4,81	6,01	7,22	8,42	9,62	10,82
787,00	12,73	1,26	2,52	3,79	5,05	6,31	7,57	8,84	10,10	11,36
788,00	13,73	1,32	2,64	3,96	5,28	6,60	7,92	9,24	10,56	11,88
789,00	14,73	1,38	2,75	4,13	5,50	6,88	8,26	9,63	11,01	12,39

Descarregador de Fundo da Barragem Atibainha – Curva de descarga

Tomada d'água: 1,0 (largura) x 1,1 m (altura), provida de comporta plana com abertura máxima de 0,9 m.

Cota da soleira da abertura do descarregador de fundo: 774,27 m.

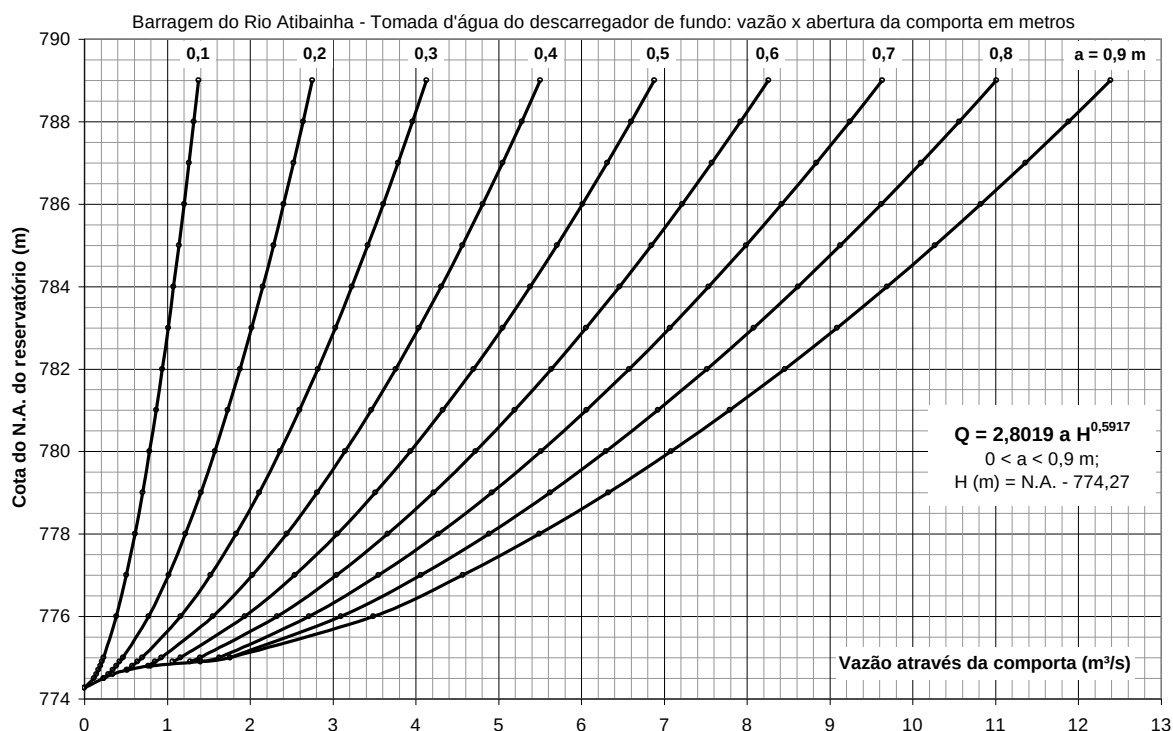
Gráfico das relações cota x vazão para diferentes aberturas da comporta, resultante da equação

$$Q = 2,8019 a H^{0,5917}$$

a (m): Abertura da comporta ($0 < a < 0,9$ m);

H (m): Carga hidráulica sobre a soleira da abertura da comporta: $H = NA - 774,27$

NA: Cota do nível do reservatório



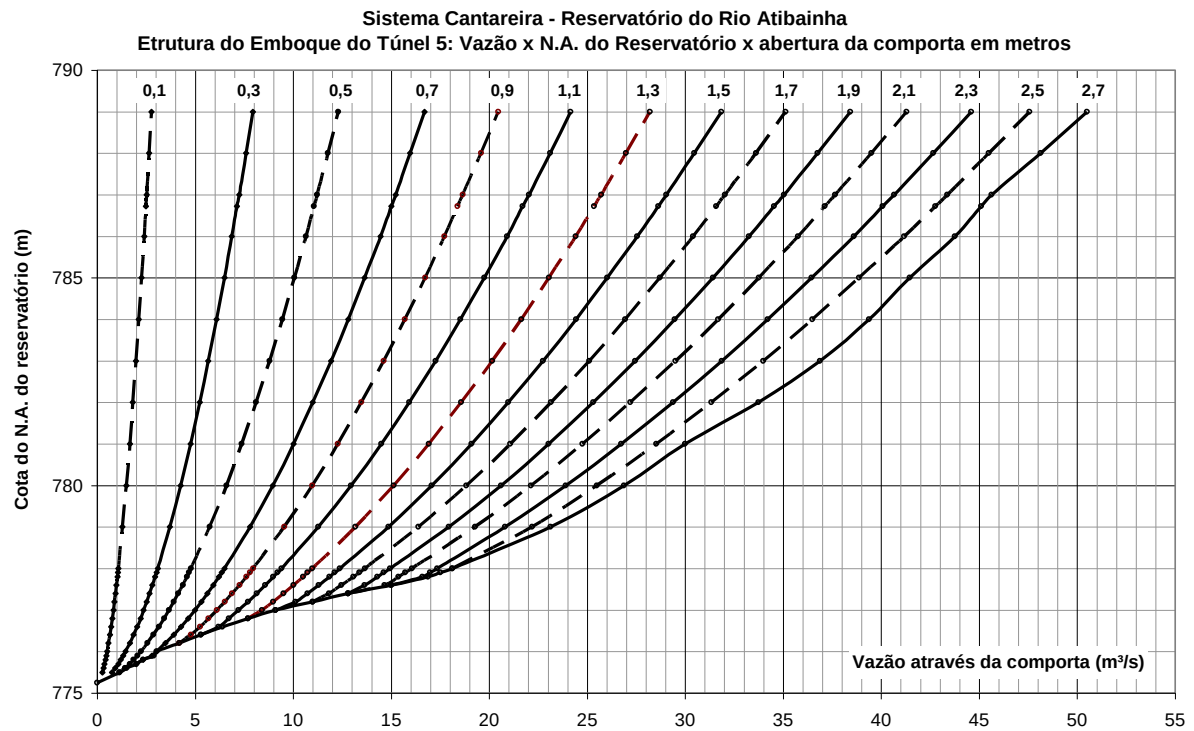
Referência: relatório Sabesp “Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda.

Anexo 3.12. Estrutura do Emboque do Túnel 5Curva de descarga da comporta

A estrutura possui uma comporta setor retangular, com abertura de escoamento de 2,61 x 3,37 m (L x H), com soleira na cota 775,25 m.

Cota do N.A. (m)	Carga H (m)	Vazão através da Comporta (m³/s)													
		Abertura da comporta (m)													
		0,10	0,30	0,50	0,70	0,90	1,10	1,30	1,50	1,70	1,90	2,10	2,30	2,50	2,70
775,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
775,50	0,25	0,26	0,76	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
775,60	0,35	0,32	0,92	1,43	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
775,70	0,45	0,37	1,07	1,66	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
775,80	0,55	0,42	1,20	1,86	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35	2,35
775,90	0,65	0,46	1,33	2,05	2,79	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90	2,90
776,00	0,75	0,50	1,44	2,23	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03	3,03
776,20	0,95	0,58	1,66	2,57	3,48	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20
776,40	1,15	0,65	1,85	2,87	3,90	4,78	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30	5,30
776,60	1,35	0,71	2,04	3,15	4,28	5,25	6,19	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40	6,40
776,80	1,55	0,77	2,21	3,42	4,64	5,69	6,72	7,70	7,70	7,70	7,70	7,70	7,70	7,70	7,70
777,00	1,75	0,83	2,37	3,67	4,98	6,11	7,21	8,42	9,10	9,10	9,10	9,10	9,10	9,10	9,10
777,20	1,95	0,88	2,53	3,91	5,31	6,51	7,69	8,97	10,13	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00
777,40	2,15	0,93	2,67	4,14	5,62	6,89	8,14	9,50	10,73	11,83	12,80	12,80	12,80	12,80	12,80
777,60	2,35	0,98	2,82	4,37	5,93	7,26	8,57	10,01	11,30	12,47	13,64	14,66	15,00	15,00	15,00
777,80	2,55	1,03	2,96	4,58	6,22	7,62	8,99	10,50	11,86	13,08	14,30	15,38	16,60	16,88	16,88
777,90	2,65	1,06	3,03	4,69	6,36	7,79	9,20	10,74	12,13	13,38	14,63	15,73	16,98	17,51	17,51
778,00	2,75	1,08	3,09	4,79	6,50	7,96	9,40	10,98	12,39	13,67	14,95	16,07	17,35	18,13	18,13
779,00	3,75	1,29	3,71	5,74	7,79	9,55	11,28	13,17	14,86	16,40	17,93	19,28	20,81	22,20	23,13
780,00	4,75	1,48	4,26	6,60	8,95	10,97	12,95	15,12	17,07	18,84	20,60	22,14	23,91	25,50	26,88
781,00	5,75	1,66	4,76	7,38	10,01	12,27	14,49	16,92	19,10	21,07	23,04	24,77	26,74	28,53	30,00
782,00	6,75	1,82	5,23	8,11	11,00	13,48	15,92	18,58	20,98	23,15	25,31	27,21	29,38	31,34	33,75
783,00	7,75	1,98	5,67	8,79	11,93	14,62	17,26	20,15	22,75	25,10	27,45	29,51	31,86	33,98	36,88
784,00	8,75	2,12	6,09	9,44	12,81	15,70	18,53	21,64	24,43	26,95	29,47	31,68	34,21	36,49	39,38
785,00	9,75	2,26	6,49	10,06	13,65	16,73	19,75	23,05	26,03	28,71	31,41	33,76	36,45	38,88	41,45
786,00	10,75	2,40	6,87	10,65	14,45	17,71	20,91	24,41	27,56	30,41	33,26	35,75	38,60	41,17	43,75
786,72	11,47	2,49	7,14	11,06	15,01	18,39	21,72	25,35	28,63	31,58	34,54	37,13	40,08	42,76	45,10
787,00	11,75	2,52	7,24	11,22	15,23	18,66	22,03	25,72	29,04	32,03	35,04	37,66	40,66	43,38	45,63
788,00	12,75	2,65	7,60	11,77	15,97	19,58	23,11	26,98	30,46	33,61	36,76	39,51	42,66	45,50	48,13
789,00	13,75	2,77	7,94	12,30	16,70	20,47	24,16	28,20	31,84	35,13	38,42	41,30	44,59	47,56	50,50

Referência: relatório Sabesp “*Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09*”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda.



Referência: relatório Sabesp “*Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09*”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda.

Anexo 3.13. Cota x Área x Volume do Reservatório Paiva Castro

Cota do N.A. (m)	Área (km ²)	Volume (hm ³)	Perc Vol (%)
726,00	0,0002	-----	-----
727,00	0,0036	-----	-----
728,00	0,03	-----	-----
729,00	0,11	0,07	0,21
730,00	0,24	0,24	0,73
731,00	0,40	0,55	1,67
732,00	0,60	1,03	3,13
733,00	0,80	1,71	5,2
734,00	1,00	2,61	7,9
734,41	1,10	3,07	9,3
735,00	1,24	3,74	11,4
736,00	1,51	5,13	15,6
737,00	1,77	6,77	20,6
738,00	2,04	8,70	26,4
739,00	2,37	10,90	33,1
739,02	2,38	10,95	33,2

[1]

[2]

[3]

Cota do N.A. (m)	Área (km ²)	Volume (hm ³)	Perc Vol (%)
740,00	2,70	13,39	40,6
741,00	3,03	16,18	49,1
742,00	3,31	19,28	58,5
743,00	3,57	22,35	67,8
743,50	3,74	24,18	73,4
743,80	3,85	25,33	76,9
744,00	3,93	26,10	79,2
744,50	4,12	28,11	85,3
745,00	4,32	30,22	91,7
745,50	4,53	32,43	98,5
745,61	4,58	32,94	100
746,00	4,76	34,75	105,5
746,50	5,00	37,19	112,9
747,00	5,25	39,75	120,7
747,50	5,52	42,44	128,8

Vol Útil Oper (hm ³)	Perc VUO (%)
0,00	0,0
0,77	10,1
2,78	36,5
4,89	64,2
7,10	93,3
7,61	100,0

[1] N.A. mínimo *minimorum*: 743,00 m, ainda permite recalque na Elevatória de Santa Inês (ESI);

[2] N.A. mínimo normal: 743,80 m, viabiliza o recalque de 33 m³/s na ESI;

[3] N.A. máximo normal: 745,61 m, limite superior para operações de controle de cheias.

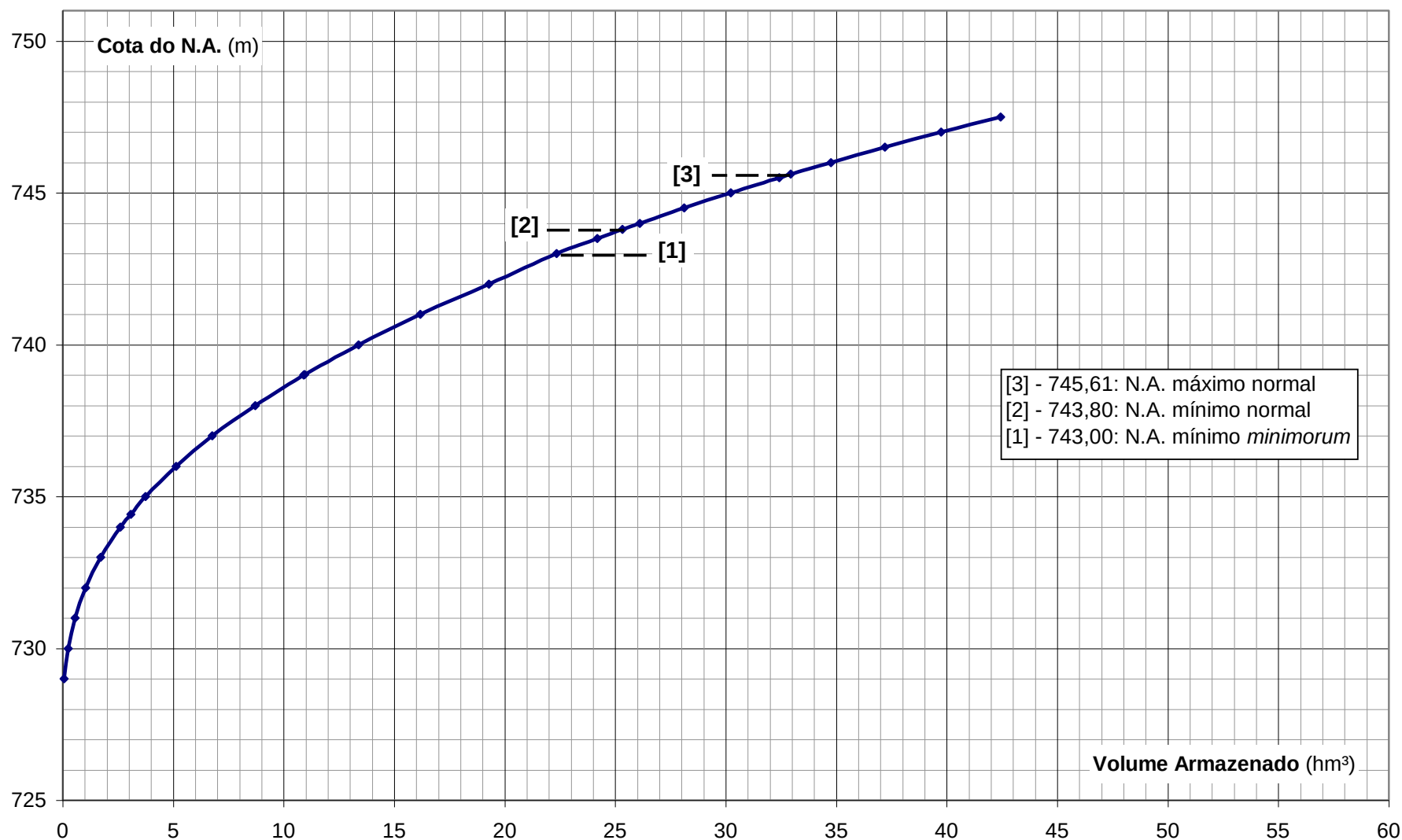
734,41 m: cota do eixo das válvulas do descarregador de fundo
(Borboleta - Ø = 1,0 m, e Esférica - Ø = 0,33 m);

739,02 m: cota da soleira do vertedor (2 vãos providos de comportas);

750,24 m: cota do coroamento do maciço da barragem.

Referência: relatório Sabesp “Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda

Sistema Cantareira - Reservatório do Rio Juqueri - Curva Cota x Volume



Referência: relatório Sabesp "Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09"; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda.

Anexo 3.14. Vertedor de Superfície da Barragem Paiva CastroCurva de descarga

Vertedor com 2 vãos de 4,02 m de largura com comportas setor (4,02 m x 10,6 m)

Cota da crista da soleira do vertedor tipo Creager = 739,02 m.

Valores cota x vazão da curva de descarga para 2 vãos ou 2 comportas

Cota do N.A.	Carga H	Vazão das 2 comportas (m³/s)												
		Abertura das comportas - a (m)												
(m)	(m)	0,30	0,60	0,90	1,20	1,60	2,00	2,30	2,60	3,00	3,50	3,80	4,20	Total
739,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
739,52	0,50	3,94	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50	6,50
740,00	0,98	5,96	10,84	15,37	15,14	15,14	15,14	15,14	15,14	15,14	15,14	15,14	15,14	15,14
740,50	1,48	7,69	13,97	19,82	25,39	26,56	26,56	26,56	26,56	26,56	26,56	26,56	26,56	26,56
741,00	1,98	9,20	16,71	23,71	30,38	38,92	39,48	39,48	39,48	39,48	39,48	39,48	39,48	39,48
741,50	2,48	10,56	19,20	27,23	34,89	44,71	54,19	55,36	55,36	55,36	55,36	55,36	55,36	55,36
742,00	2,98	11,83	21,50	30,49	39,07	50,06	60,68	68,44	76,07	75,22	75,22	75,22	75,22	75,22
742,50	3,48	13,02	23,65	33,55	42,98	55,08	66,76	75,30	83,69	94,68	94,72	94,72	94,72	94,72
743,00	3,98	14,14	25,69	36,44	46,69	59,82	72,51	81,79	90,91	102,84	116,19	116,19	116,19	116,19
743,50	4,48	15,21	27,63	39,19	50,22	64,35	77,99	87,97	97,78	110,61	126,33	135,60	141,11	141,11
744,00	4,98	16,23	29,49	41,83	53,60	68,68	83,24	93,90	104,36	118,06	134,83	144,73	157,77	166,04
744,50	5,48	17,21	31,28	44,37	56,85	72,85	88,29	99,59	110,69	125,22	143,01	153,51	167,34	196,67
745,00	5,98	18,16	33,01	46,82	59,99	76,87	93,17	105,09	116,81	132,14	150,91	161,99	176,58	225,84
745,50	6,48	19,09	34,68	49,19	63,03	80,76	97,89	110,42	122,73	138,83	158,56	170,20	185,53	238,52
746,00	6,98	19,98	36,31	51,49	65,98	84,55	102,47	115,59	128,47	145,33	165,98	178,17	194,22	244,76
746,50	7,48	20,85	37,89	53,73	68,85	88,23	106,93	120,62	134,06	151,66	173,21	185,93	202,67	249,80
747,00	7,98	21,70	39,43	55,92	71,65	91,81	111,28	125,52	139,51	157,82	180,25	193,48	210,91	252,87
747,50	8,48	22,52	40,93	58,05	74,38	95,31	115,52	130,31	144,83	163,84	187,12	200,86	218,95	254,92
748,00	8,98	23,33	42,40	60,13	77,05	98,73	119,67	134,99	150,03	169,72	193,84	208,07	226,81	256,92

Referência: relatório Sabesp “Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda

Curva de descarga do Vertedor de Superfície – Barragem Paiva Castro

Vertedor com 2 vãos de 4,02 m de largura com comportas setor (4,02 m x 10,6 m)
Cota da crista da soleira do vertedor tipo Creager = 739,02 m.

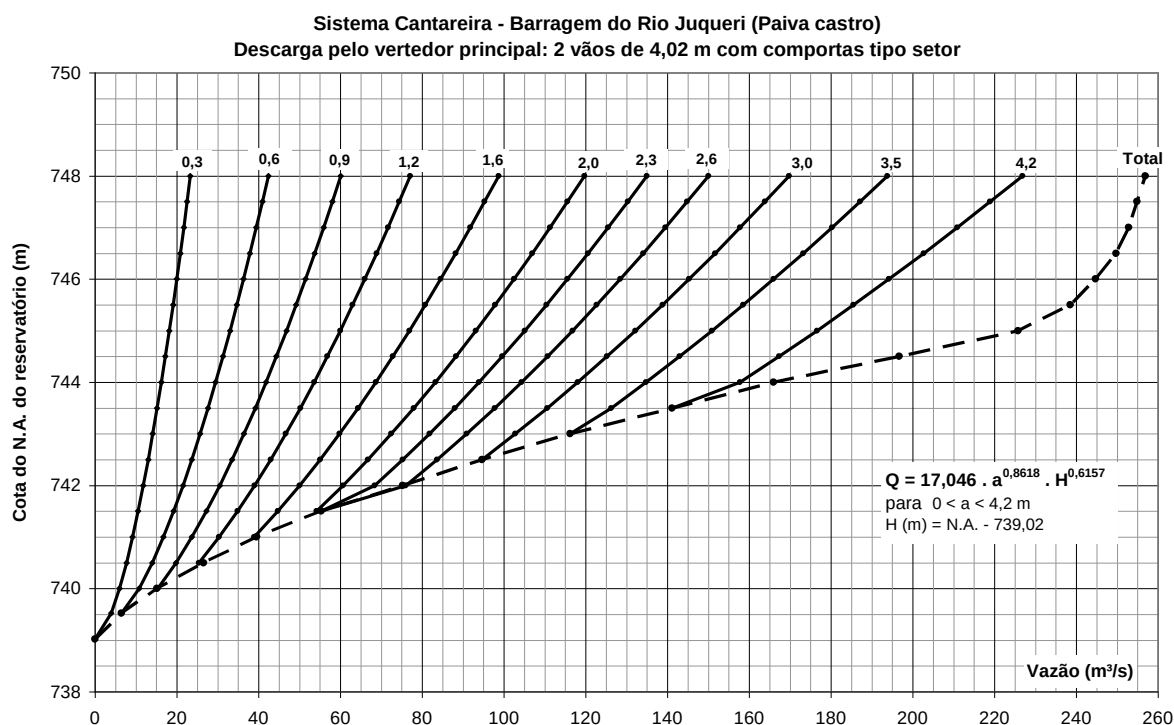
Gráfico das relações cota x vazão para diferentes aberturas das comportas, resultante da equação

$$Q = 17,046 \cdot a^{0,8618} \cdot H^{0,6157}$$

a (m): Abertura da comporta ($0 < a < 4,2$ m);

H (m): Carga hidráulica sobre a soleira da abertura da comporta: $H = NA - 739,02$

NA: Cota do nível do reservatório



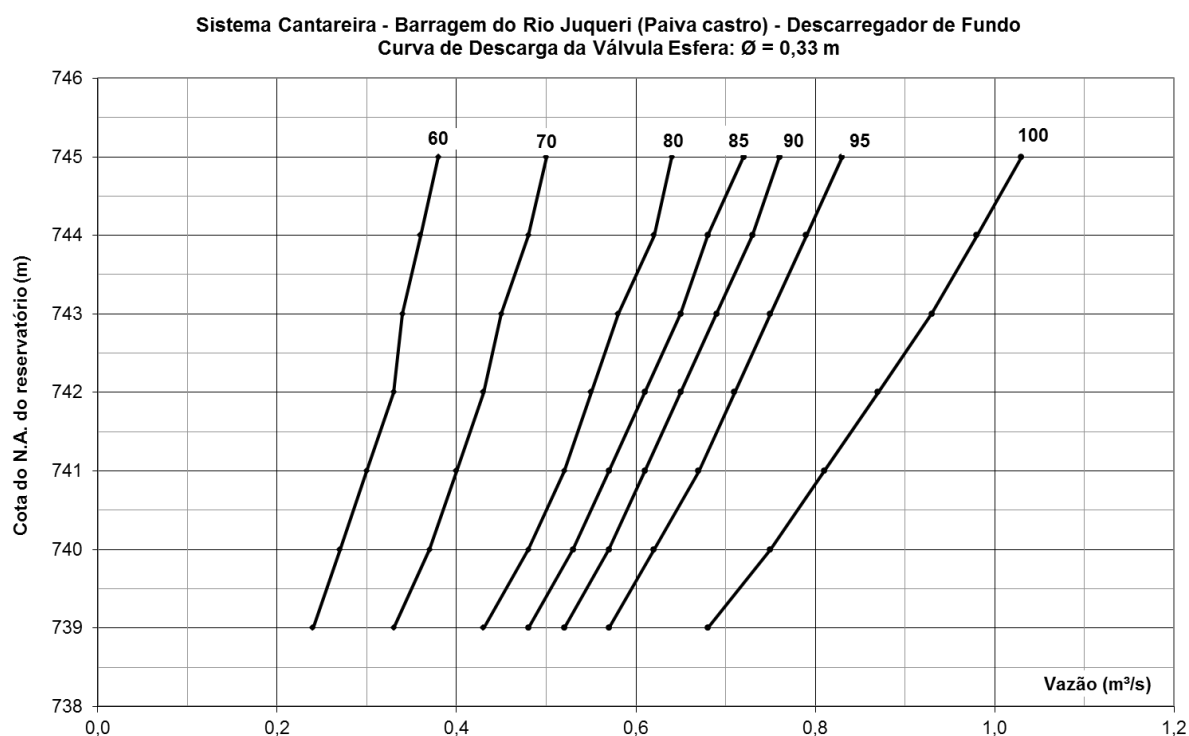
Referência: relatório Sabesp “Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda

Anexo 3.15. Descarregador de Fundo da Barragem Paiva Castro**Curva de descarga da Válvula Esfera**

Tomada d'água inserida na estrutura do vertedor - ombreira direita.
Cota do eixo das válvulas: 734,41 m.

Valores cota x vazão da curva de descarga da válvula esfera

Cota do N.A. (m)	Carga H (m)	Vazão através da válvula Esfera (m³/s)						
		Abertura da válvula – porcentagem do nº de voltas						
		60	70	80	85	90	95	100
739,00	4,59	0,24	0,33	0,43	0,48	0,52	0,57	0,68
740,00	5,59	0,27	0,37	0,48	0,53	0,57	0,62	0,75
741,00	6,59	0,30	0,40	0,52	0,57	0,61	0,67	0,81
742,00	7,59	0,33	0,43	0,55	0,61	0,65	0,71	0,87
743,00	8,59	0,34	0,45	0,58	0,65	0,69	0,75	0,93
744,00	9,59	0,36	0,48	0,62	0,68	0,73	0,79	0,98
745,00	10,59	0,38	0,50	0,64	0,72	0,76	0,83	1,03



Referência: relatório Sabesp “Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda.

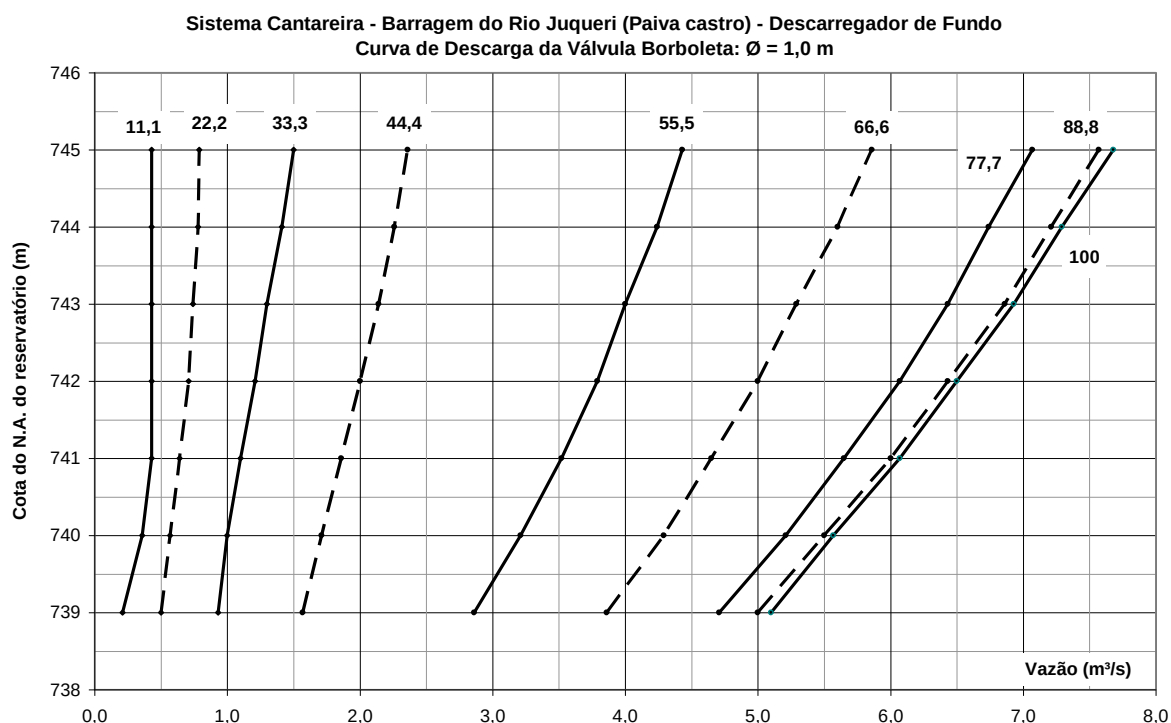
Aproveitamento Paiva Castro
Descarregador de Fundo da Barragem
Válvula Borboleta

Tomada d'água inserida na estrutura do vertedor - ombreira direita.

Cota do eixo das válvulas: 734,41 m.

Valores cota x vazão da curva de descarga da válvula borboleta

Cota do N.A. (m)	Carga H (m)	Vazão através da válvula Borboleta (m³/s)								
		Abertura da válvula – porcentagem do nº de voltas								
		11,1	22,2	33,3	44,4	55,5	66,6	77,7	88,8	100
739,00	4,59	0,21	0,50	0,93	1,57	2,86	3,86	4,71	5,00	5,10
740,00	5,59	0,36	0,57	1,00	1,71	3,21	4,29	5,21	5,50	5,57
741,00	6,59	0,43	0,64	1,10	1,86	3,52	4,65	5,65	6,00	6,07
742,00	7,59	0,43	0,71	1,21	2,00	3,79	5,00	6,07	6,43	6,50
743,00	8,59	0,43	0,74	1,30	2,14	4,00	5,29	6,43	6,86	6,93
744,00	9,59	0,43	0,78	1,41	2,26	4,24	5,60	6,74	7,21	7,29
745,00	10,59	0,43	0,79	1,50	2,36	4,43	5,86	7,07	7,57	7,68



Referência: relatório Sabesp “Consolidação das principais características operacionais do Sistema Cantareira – relatório final – out/09”; elaborado por Hidro Engenheiros Consultores Ltda.

Anexo 4. Banco de Dados desenvolvido com os dados de monitoramento de qualidade das águas enviados pelos órgãos gestores estaduais para a elaboração do Relatório de Conjuntura de Recursos Hídricos – 2013

Arquivo em formato Microsoft Excel®: Dados_ptos_interesse_cantareira_22-07.xls