

Nº	DATA	POR	DESCRIÇÃO

**Hidrostudio**
engenharia

PROJ. W.D.V.	C	C	DATA 06/10/2016
DES.	C	C	VISTO
VER. DES.	E	E	VISTO R.J.K.
VER. PROJ. J.R.S.V.	M	M	APROV. A.P.C.

RESPONSÁVEL TÉCNICO ALUISIO PARDO CANHOLI	Nº CREA 0600756043	UF SP
COORDENADOR JOSÉ ROBERTO DOS SANTOS VIEIRA	Nº CREA 0600929750	UF SP



**SECRETARIA DE SANEAMENTO
E RECURSOS HÍDRICOS
DEPARTAMENTO DE ÁGUAS
E ENERGIA ELÉTRICA**



	APROVADO	APROVADO COM RESTRIÇÕES	DEVOLVIDO PARA CORREÇÕES	DATA
C				
M				
E				

**BARRAGEM DO RIO JAGUARI-MIRIM
EM SÃO JOÃO DA BOA VISTA**

ADEQUAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO

**MEMÓRIA DE CÁLCULO DO VERTEDOURO SEM
COMPORTAS**

ESCALA	SUBSTITUI
	SUBSTITUÍDO

Nº CONSÓRCIO 5099-35-VE-810-MC-004	REVISÃO 0A
Nº DAEE	REVISÃO



ÍNDICE

	Pag.
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	1
3. DADOS HIDROLÓGICOS	2
4. DADOS HIDRÁULICOS	15
5. DIMENSIONAMENTO DO VERTEDOURO	26
6. CONFIGURAÇÃO FINAL DO VERTEDOURO	31
7. REFERÊNCIAS	32

1. INTRODUÇÃO

Este Relatório constitui documento de Projeto do Contrato celebrado em junho de 2016 entre o DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica e a HIDROSTUDIO Engenharia Ltda., cujo objeto são os “Serviços de Engenharia Consultiva para Atualização e Otimização dos Estudos Técnicos e Revisão do Projeto Executivo da Barragem de Usos Múltiplos, no Rio Jaguari-Mirim, no Município de São João da Boa Vista, Estado de São Paulo”.

O Projeto Executivo e respectivo RAP – Relatório Ambiental Preliminar da Barragem de Usos Múltiplos no rio Jaguari-Mirim, apresentados em janeiro de 2010, encontraram entraves quando do Licenciamento Ambiental, primordialmente no aspecto da faixa de APP – Área de Proteção Permanente, para a qual a Cetesb exigiu a observância desta faixa com 100 metros de largura, ainda que contiguamente ao futuro reservatório (pela margem direita) já existisse um bairro consolidado com toda a infraestrutura implantada e com população fixa significativa.

Como consequência, os custos de desapropriação dos imóveis elevaram-se a valores que resultaram na inviabilização do empreendimento.

Em vista disto, o DAEE resolveu elaborar uma Adequação no Projeto Executivo, que objetivava o rebaixamento do Nível d'Água Máximo Normal do Reservatório da cota 743,50 m para a cota 741,50 m.

Os estudos realizados para esta Adequação, consolidados no Relatório 5099-39-RE-810-RT-011 – “BARRAGEM DO RIO JAGUARI-MIRIM - ADEQUAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO - ESTUDO DE VIABILIDADE PARA DEFINIÇÃO DO NÍVEL D'ÁGUA NORMAL DO RESERVATÓRIO”, levaram à conclusão que o **nível d'água máximo normal do reservatório 740,50 m seria o nível ótimo**, tendo em vista os aspectos de custos de desapropriação confrontados com os custos de escavação, além dos aspectos de faixa necessária de APP.

2. OBJETIVO

Em consonância com o Edital de Licitação do presente serviço, o objetivo deste Relatório é apresentar os cálculos para a definição do novo Vertedouro da Barragem, que nesta nova configuração será do tipo livre, sem comportas e com a soleira rebaixada para permitir manter o nível d'água no Reservatório na cota 740,50 m.

3. DADOS HIDROLÓGICOS

Hidrografia

A bacia do rio Jaguari-Mirim, considerada até a seção do eixo da futura barragem São João da Boa Vista, está situada entre a região leste do estado de São Paulo e o sul do estado de Minas Gerais, sendo que o trecho em estudo está compreendido entre as coordenadas 7.572.000 e 7.544.000 de latitude sul e 360.000 e 312.000 de longitude oeste. Até o local do eixo da barragem, a bacia drena uma área de 619,6 km² com um perímetro de aproximadamente 150 km. O principal rio é o Jaguari-Mirim.

O rio Jaguari-Mirim nasce no Estado de Minas Gerais, precisamente no Morro do Serrote, município de Ibitiúra de Minas. Toma a direção Leste-Oeste e, ao entrar no solo paulista, através de Santo Antônio do Jardim, deflete para noroeste, atravessando o município de São João da Boa Vista. Ao atingir as terras de Vargem Grande do Sul, muda seu rumo novamente, bruscamente, para o sul, servindo como fronteira municipal entre Vargem Grande do Sul e São João da Boa Vista. Caminha serpenteando o Município de Aguai, para desaguar finalmente no rio Moji-Guaçu.

O alto curso do Jaguari-Mirim apresenta muitas quedas e corredeiras, pois as rochas cristalinas afloram ao longo de sua calha. É um rio de planalto. No entanto, apresenta meandros, principalmente ao atravessar o município de São João da Boa Vista. A geomorfologia dá a estes meandros o nome de "meandros encaixados", sendo diferentes dos meandros típicos dos rios de planícies, de aspecto e origem diferentes.

Dentro do município de São João da Boa Vista encontram-se as seguintes cachoeiras: Paradoiro (17 m de desnível), Dourado (20 m), Tavares (5 m), Cachoeira Dona Laura (15 m), Lagoa Formosa (5 m) e Ferreira (5 m). Estas quedas possibilitaram, através de pequenas centrais hidrelétricas, a produção da energia elétrica consumida por São João da Boa Vista, em época pretérita.

Os principais afluentes do Jaguari-Mirim, no Município de São João da Boa Vista, são: na margem direita, o ribeirão do Prata e o córrego São João, ambos fazendo parte da paisagem urbana da cidade. Já pela margem esquerda, correm as águas do ribeirão dos Porcos.

Ainda na hidrografia regional, destaca-se o rio Itupeva, afluente do Jaguari-Mirim, com sua foz localizada no Município de Aguai.

A bacia hidrográfica do rio Jaguari-Mirim desde as nascentes do rio até o local do eixo da Barragem está apresentada nos desenhos: DA0076.E1.BJ011 – “Bacia de Contribuição do Rio Jaguari-Mirim a Montante da Barragem” e DA0076.E1.BJ013 – “Bacia de Contribuição do Rio Jaguari-Mirim a Montante da Barragem com Imagem”.

A Tabela 3.1 resume as características morfométricas da bacia do Jaguari-Mirim:

Tabela 3.1 – Características Morfométricas da Bacia do Jaguari Mirim

Característica Morfométrica	Valor
Área de Drenagem (A.D. km ²)	619,6
Perímetro da Bacia (km)	150
Coeficiente de Compacidade (K _c)	1,69
Fator de Forma (K _f)	0,98
Índice de Conformação (F _c)	2,48
Padrão de Drenagem	Dendrítica
Orientação	Noroeste
Cota do Talvegue na Nascente (m)	1050
Cota do fundo do rio no eixo (m)	738
Comprimento do Talvegue principal (km)	82
Declividade média do curso principal (m/km)	2,1
Tempo de Concentração (h)	16,9
Ordem da Bacia	Terceira

Uma vez que o no barramento a ser projetado foi prevista a introdução de Mecanismo para Transposição de Peixes (do tipo Escada para Peixes), os estudos hidrológicos e hidráulicos respectivos tiveram como condicionante a informação da Resolução SMA no 69 de 06 de novembro de 1997, que trata da extração de areia e argila vermelha nos cursos d'água componentes da bacia hidrográfica do rio Jaguari-Mirim. De acordo com o Art. 4º, inciso IX (reproduzido abaixo) da Resolução, a piracema ocorre nestes rios no período entre dezembro e janeiro.

- IX. não extração de areia nos períodos de piracema, especialmente nos meses de dezembro e janeiro, nos termos do disposto no § 2º do art. 37 do Decreto - Lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Pesca).

Estudos Hidrológicos e Regime Fluvial

A seguir é apresentado um resumo dos estudos hidrológicos realizados para a definição da série de vazões médias mensais, vazões de cheia, vazões mínimas e demais parâmetros hidrológicos no eixo São João da Boa Vista.

Dados Fluviométricos

Os dados fluviométricos do rio Jaguari-Mirim foram obtidos no sítio da ANA – Agência Nacional das Águas (<http://www.ana.gov.br/>, Banco de Dados Hidrológicos *Hidroweb* <http://hidroweb.ana.gov.br/>) e no sítio do DAEE (<http://www.dae.sp.gov.br/cgi-bin/Carrega.exe?arq=/hidrometeorologia/bancodados.htm>, Banco de Dados Hidrometeorológicos), consistindo no perfil transversal do rio, medições de descarga, qualidade da água e registros de cotas limnimétricas e das vazões máximas, mínimas e médias diárias.

Foi feita uma seleção dos postos fluviométricos para a utilização na determinação da série de vazões médias mensais para o eixo da Barragem do rio Jaguari-Mirim.

Afortunadamente, existe um Posto Fluviométrico operado pela FCTH/DAEE, o Posto São João da Boa Vista, situado poucos metros a jusante do local escolhido para o barramento. Devido à proximidade do posto, não se fez necessária a transferência de vazões para o local da futura implantação da barragem. Entretanto, este posto possui falhas e para o preenchimento foram utilizados os registros do Posto Cachoeira do Diogo, situado próximo do local. Na Tabela 3.2 e Figuras 3.1 e 3.2 apresentam-se as características destes postos:

Tabela 3.2 – Postos Utilizados nos estudos

Código ANA	Nome	Município	UF	Curso d'água	Bacia	Sub-bacia	Latitude Sul	Longitude Oeste	Área de Drenagem (km ²)	Traço Histórico	Operadora
61895000	São João da Boa Vista	São João da Boa Vista	SP	Jaguari-mirim	6 - rio Paraná	61 - rio Grande	21°58'45''	46°48'25''	619	1944 a 2007	FCTH/DAEE
61892000	Cachoeira do Diogo	São João da Boa Vista	SP	Jaguari-mirim	6 - rio Paraná	61 - rio Grande	21°50'0''	46°42'0''	349	1939 a 1960	Desativada



Figura 3.1 – Características do Posto Fluviométrico São João da Boa Vista



Figura 3.2 – Características do Posto Cachoeira do Diogo

Série de Vazões no eixo da Barragem

Para preenchimento das falhas existentes, efetuou-se uma correlação de vazões médias mensais entre os dados do Posto São João da Boa Vista e o Posto Cachoeira do Diogo, resultando na seguinte equação de transferência:

$$Q_{S.J.} = (Q_{Cach} - 0.2159) / 0.563$$

onde:

$Q_{S.J.}$ = vazão média mensal em São João da Boa Vista, em m³/s

Q_{Cach} = vazão média mensal em Cachoeira do Diogo, em m³/s

Preenchidas as falhas, montou-se a série do Posto São João da Boa Vista para o período maio de 1944 a dezembro de 2007.

A Tabela 3.3 evidencia os valores das vazões médias mensais no eixo da Barragem do rio Jaguari-Mirim, adotados como os mesmos do Posto São João da Boa Vista, já complementados pelo preenchimento a partir dos dados do Posto Cachoeira do Diogo. A Figura 3.3 mostra a Curva de Permanência do rio Jaguari-Mirim calculada a partir da série de vazões médias mensais. Cabe registrar que os dados dos postos fluviométricos utilizados passaram pela análise de consistência desenvolvida pela ANA.

**Tabela 3.3 – Série de Vazões Médias Mensais (m³/s) no eixo da Barragem do rio Jaguari-Mirim
A.D. = 619,6 Km²**

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
1944					5.90	3.12	4.21	3.47	2.99	3.63	7.26	5.84	4.55
1945	11.26	30.68	13.30	8.39	6.64	7.62	5.95	4.23	3.79	4.66	8.50	31.27	11.36
1946	34.79	22.01	21.42	14.94	9.84	9.05	8.19	4.91	4.80	6.41	5.24	6.98	12.38
1947	16.51	23.24	44.91	20.04	11.23	8.51	7.31	6.74	7.25	8.44	8.06	18.99	15.10
1948	20.61	26.87	28.86	14.36	10.48	8.25	6.41	5.82	4.69	5.39	6.57	9.74	12.34
1949	21.68	22.45	17.67	14.73	9.72	8.39	5.23	3.91	3.15	3.19	4.74	17.16	11.00
1950	28.67	44.01	28.21	18.91	11.63	8.25	6.07	4.41	3.37	4.80	8.33	14.21	15.07
1951	23.71	32.68	27.48	18.59	10.30	7.86	6.11	5.25	3.56	4.29	4.99	8.84	12.80
1952	14.16	31.41	32.75	17.12	8.72	9.33	5.62	4.16	4.02	4.86	9.28	5.58	12.25
1953	6.26	9.53	9.94	15.92	7.18	4.71	4.36	3.36	3.15	4.06	5.71	8.64	6.90
1954	15.23	22.53	13.84	8.92	11.85	9.21	5.35	3.96	3.36	3.95	2.53	12.76	9.46
1955	16.93	7.72	22.00	18.44	9.42	7.34	4.54	4.23	3.42	3.54	6.76	17.73	10.17
1956	17.38	11.39	17.13	10.13	8.89	11.73	6.75	10.06	6.95	8.20	9.56	10.17	10.69
1957	16.53	26.44	28.75	19.69	13.68	10.36	11.98	7.80	13.26	7.06	7.79	20.04	15.28
1958	20.75	18.98	16.85	12.71	12.65	12.03	11.94	8.71	8.10	8.83	11.08	11.01	12.80
1959	27.33	21.46	17.91	18.27	9.74	7.23	5.79	6.22	5.10	5.43	7.03	11.94	11.95
1960	20.57	34.33	25.58	13.91	10.80	8.87	6.46	5.61	4.21	4.59	13.50	21.07	14.12
1961	28.68	30.29	29.32	17.36	12.59	7.49	5.43	4.61	3.70	3.34	6.12	12.83	13.48
1962	13.71	32.17	20.54	11.14	9.28	7.70	6.03	5.68	4.92	8.57	7.22	13.61	11.71
1963	32.20	24.49	14.12	8.36	6.53	5.35	4.50	3.88	3.15	5.31	7.13	4.88	9.99
1964	6.95	22.16	9.37	6.86	7.32	5.39	5.34	3.73	3.15	7.75	10.08	24.77	9.41
1965	26.77	35.35	34.31	14.58	11.78	8.52	9.66	5.91	4.62	9.79	9.83	23.53	16.22
1966	27.08	18.38	30.65	15.16	10.68	7.50	6.26	5.70	4.57	6.92	13.26	19.98	13.84
1967	36.45	32.75	20.40	12.33	9.22	8.54	5.96	4.49	4.34	4.97	6.39	10.21	13.00
1968	14.85	9.43	11.25	6.96	5.38	3.90	3.34	3.48	3.14	3.84	3.32	4.43	6.11
1969	5.62	9.11	9.40	6.68	4.38	4.67	2.92	3.14	2.04	4.13	11.37	11.56	6.25
1970	17.30	46.31	18.80	13.06	8.87	7.02	6.07	5.51	6.75	6.56	8.70	9.15	12.84
1971	8.35	6.53	12.52	10.76	7.08	9.27	6.08	4.09	3.60	6.00	4.38	11.29	7.50
1972	12.27	33.90	20.02	9.63	6.94	5.14	7.16	6.69	4.65	8.11	11.05	11.37	11.41
1973	16.87	19.86	12.99	12.22	9.57	6.23	6.16	4.85	4.09	4.82	6.70	20.74	10.43
1974	29.47	13.38	18.26	11.55	8.12	8.06	5.85	4.38	3.67	3.94	4.02	11.10	10.15
1975	15.11	24.03	15.66	10.94	6.96	5.04	4.39	2.82	2.33	5.34	20.52	20.17	11.11
1976	21.20	41.57	32.60	22.56	16.06	13.06	11.68	11.21	11.07	10.05	15.09	20.02	18.85
1977	34.45	19.06	15.25	19.81	11.34	9.22	6.52	4.80	6.27	6.44	7.89	17.74	13.23
1978	22.23	12.59	10.33	8.16	7.24	7.39	6.27	4.88	4.41	3.85	8.19	11.72	8.94
1979	13.81	20.08	21.01	9.86	14.22	7.82	7.05	5.60	7.72	7.27	10.00	14.24	11.56
1980	33.57	32.11	19.06	24.97	13.28	10.84	8.26	6.52	6.43	7.36	8.11	17.99	15.71
1981	58.83	21.38	14.92	10.32	7.30	7.64	5.64	4.78	3.68	8.66	18.65	34.94	16.40
1982	29.71	24.64	24.51	16.10	11.81	10.45	9.76	7.65	5.85	11.30	10.16	32.11	16.17
1983	55.95	42.67	37.83	23.67	19.29	31.63	17.13	11.54	17.22	18.84	21.52	41.64	28.25
1984	26.06	16.70	12.95	11.10	10.15	6.62	5.10	6.32	5.69	4.47	6.22	13.62	10.42
1985	24.28	22.42	31.32	17.46	10.64	8.56	6.53	5.07	5.58	3.69	5.69	5.67	12.24
1986	10.53	17.53	20.64	13.15	10.21	6.83	5.73	6.52	4.19	3.81	4.74	31.54	11.29
1987	30.55	23.03	16.56	13.35	12.76	9.79	7.24	5.42	6.56	5.18	5.20	12.75	12.37
1988	18.68	22.65	20.82	12.40	10.24	8.82	6.15	4.75	3.68	7.83	10.58	10.29	11.41
1989	25.26	27.90	29.08	17.27	11.81	8.51	7.64	6.66	6.52	5.04	6.53	10.37	13.55
1990	23.54	8.63	13.21	9.10	8.14	5.58	5.32	5.33	4.89	5.57	5.88	10.17	8.78
1991	17.34	29.34	22.91	27.92	14.42	9.01	7.25	5.02	4.26	8.50	4.37	10.12	13.37
1992	15.38	15.12	16.89	13.36	13.83	7.53	6.86	5.35	6.90	12.46	16.29	21.08	12.59
1993	14.78	23.75	19.44	13.10	11.70	9.80	6.47	5.40	7.20	6.42	6.47	8.95	11.12
1994	14.14	14.88	24.75	11.75	10.67	6.75	6.26	4.28	2.99	3.04	4.48	8.00	9.33
1995	13.53	61.35	24.32	19.85	11.16	8.22	6.76	4.33	3.27	10.81	8.94	10.28	15.23
1996	28.45	26.32	33.35	18.99	12.41	9.73	7.65	6.46	10.25	10.33	14.25	19.92	16.51
1997	36.24	27.18	18.06	11.63	8.50	12.95	7.21	5.01	4.83	5.02	10.02	11.06	13.14
1998	11.17	16.99	20.19	13.52	10.58	7.71	5.44	4.44	3.95	7.20	4.90	14.72	10.07
1999	27.88	36.22	28.11	14.97	9.70	8.60	6.14	4.28	4.78	3.46	3.34	5.74	12.77
2000	36.00	27.02	18.48	12.27	7.44	5.99	5.61	4.85	8.11	4.17	5.50	16.73	12.68
2001	12.83	12.25	9.23	7.33	5.91	4.17	3.32	2.70	4.01	5.00	8.68	14.15	7.47
2002	18.91	26.92	16.95	10.66	8.23	5.46	4.41	3.63	4.43	2.22	4.75	11.31	9.82
2003	30.17	20.74	14.00	10.43	8.35	5.34	4.34	3.36	2.74	2.58	4.55	11.96	9.88
2004	17.84	35.84	17.61	13.66	16.62	12.17	8.64	5.80	4.09	6.67	6.00	10.20	12.93
2005	24.47	21.27	22.45	12.68	10.13	6.90	5.48	3.97	4.71	4.98	7.38	11.68	11.34
2006	17.54	15.86	20.09	12.56	6.72	5.05	4.11	3.37	3.43	5.86	7.44	11.05	9.42
2007	49.50	25.22	16.64	13.22	8.96	7.56	9.92	5.67	3.51	3.41	11.17	12.79	13.96
MÁXIMA	58.83	61.35	44.91	27.92	19.29	31.63	17.13	11.54	17.22	18.84	21.52	41.64	61.35
MÉDIA	22.52	24.33	20.76	13.97	10.05	8.24	6.55	5.26	5.11	6.13	8.28	14.63	12.11
MINIMA	5.62	6.53	9.23	6.68	4.38	3.12	2.92	2.70	2.04	2.22	2.53	4.43	2.04

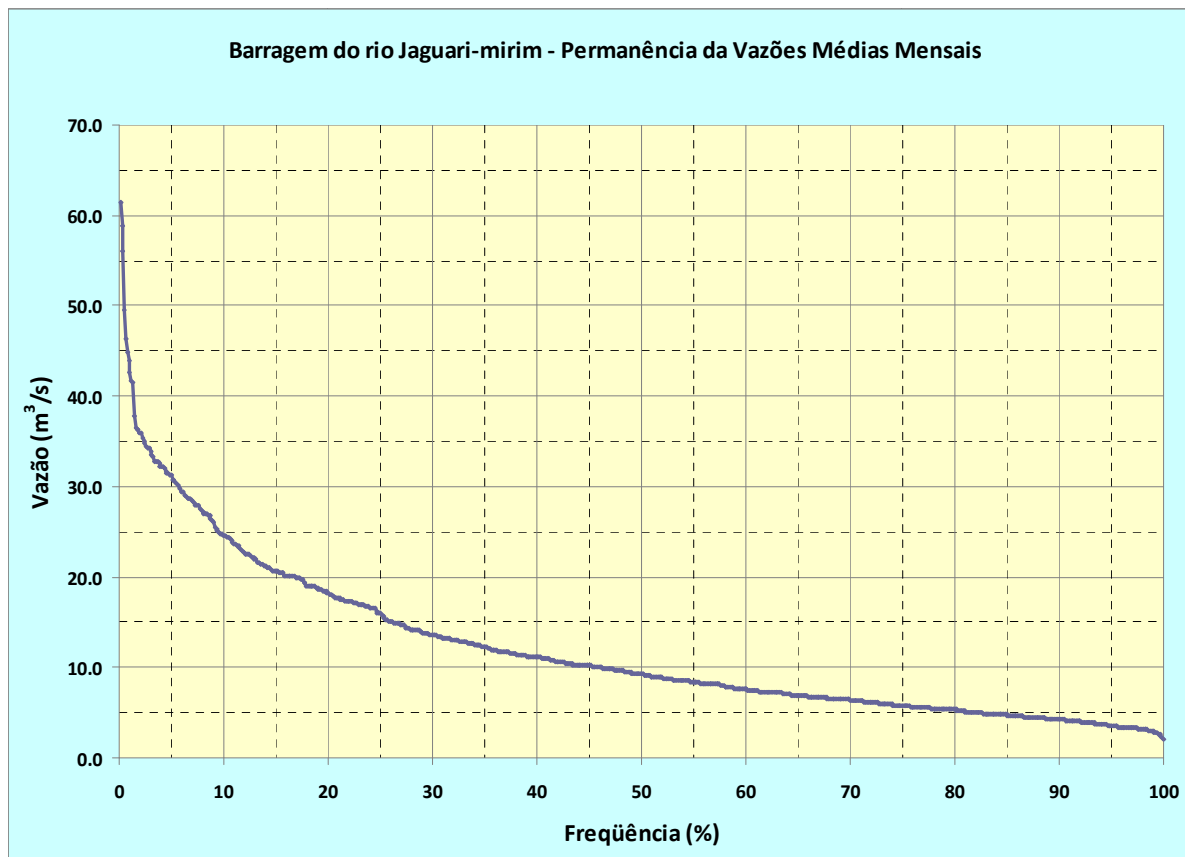


Figura 3.3 – Curva de Permanência de Vazões Médias Mensais no eixo da Barragem

Vazões Extremas

Para avaliação das vazões de cheias da Barragem do rio Jaguari-Mirim, foram utilizados os dados de vazões máximas anuais do posto fluviométrico São João da Boa Vista, situado próximo ao eixo da Barragem.

Para cada ano hidrológico da série de vazões médias diárias observadas no período de dados do posto São João da Boa Vista foi identificada a vazão máxima média diária, que foi adotada como a máxima anual. A Tabela 3.4 apresenta a série de vazões máximas anuais para o período hidrológico completo.

Tabela 3.4 – Vazões Máximas Anuais no Posto São João da Boa Vista

Dados de Máxima Diária nos Anos Seleccionados		
nº	Ano	Maxima Diária Anual
1	1945	140.30
2	1948	59.80
3	1949	54.00
4	1950	73.84
5	1951	49.72
6	1960	88.80
7	1961	53.99
8	1962	115.00
9	1963	72.38
10	1964	107.15
11	1965	89.40
12	1966	121.60
13	1967	87.80
14	1968	31.10
15	1969	32.46
16	1970	261.00
17	1971	38.02
18	1972	108.00
19	1973	70.30
20	1974	87.80
21	1975	161.20
22	1976	103.75
23	1977	86.20
24	1978	135.00
25	1979	46.22
26	1980	118.90
27	1981	282.50
28	1982	69.46
29	1983	182.00
30	1984	39.58
31	1985	75.30
32	1986	70.19
33	1987	88.80
34	1988	57.20
35	1989	83.00
36	1990	87.31
37	1991	98.10
38	1992	83.00
39	1993	48.50
40	1995	109.00
41	1996	81.46
42	1997	81.10
43	1998	47.36
44	1999	83.80
45	2000	177.10
46	2001	32.24
47	2002	57.66
48	2003	85.06
49	2004	104.16
50	2005	64.08
51	2006	76.46
52	2007	103.71
Maximo Anual		282,50

Submeteu-se a série de vazões máximas anuais da Tabela 3.4 a uma análise de frequência de cheias, considerando para tanto as seguintes distribuições de probabilidade: Normal, Log-Normal, Gumbel-Chow, Log-Pearson III e Exponencial.

A análise efetuada indicou a distribuição Gumbel-Chow como a mais representativa para a série de vazões máximas anuais do posto São João da Boa Vista, conforme Figura 3.4.

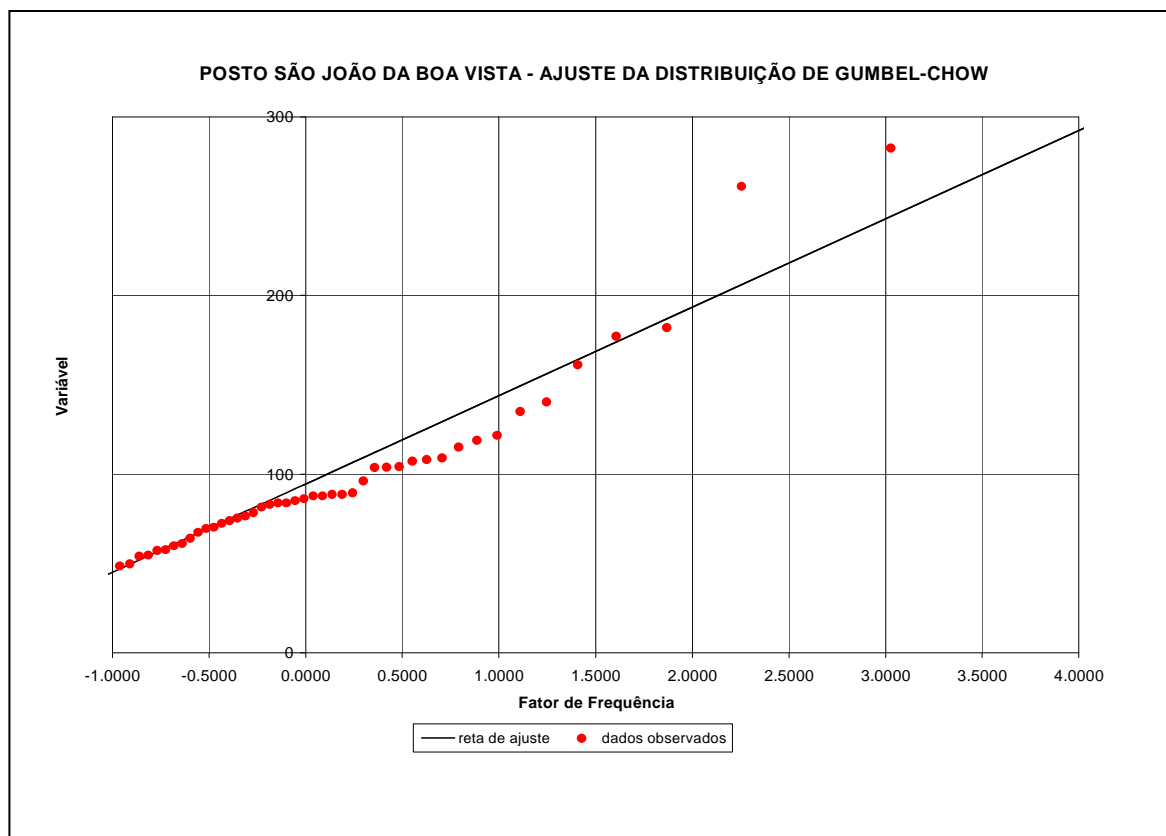


Figura 3.4 – Ajuste das máximas anuais à distribuição Gumbel-Chow

Considerando que as vazões máximas assim determinadas representam a média diária, deve-se ainda aplicar a equação de Füller, descrita abaixo, a fim de obter as vazões máximas instantâneas em função do período de retorno.

$$Q_{inst} = Q_x \left(1 + \frac{2,66}{A^{0,3}} \right)$$

onde:

Q_{inst} = é a vazão instantânea em m³/s

Q_x = é a vazão máxima média diária em m³/s

A = é a área de drenagem do aproveitamento em km²

Para a área da bacia de 619,6 km², o coeficiente de Füller vale 1,3866.

Os valores finais de cheias, calculados para o Posto São João da Boa Vista, majorados pelo coeficiente de Füller e adotados para o eixo da Barragem apresentam-se na Tabela 3.5.

Tabela 3.5 – Vazões de Cheia no eixo da Barragem

Distribuição Gumbel-Chow		
Tr (anos)	Vazão (m ³ /s)	Vazão+Fueller (m ³ /s)
2	94	130
5	153	212
10	191	265
25	240	333
50	277	384
100	313	434
200	349	484
500	396	549
1000	432	599
2000	468	649
5000	515	715
10000	551	764

O Vertedouro da Barragem do rio Jaguari-Mirim foi então dimensionado, para o Projeto Executivo, para a vazão milenar de 599 m³/s e verificado para a vazão decamilenar de 764 m³/s. Na presente Adequação do Projeto será utilizado o mesmo critério.

Vazão Ambiental

Para o cálculo da $Q_{7,10}$ (vazão de estiagem de 7 dias consecutivos associada ao tempo de recorrência de 10 anos) para a bacia do rio Jaguari-Mirim no eixo da Barragem, foi feita primeiramente a análise do posto São João da Boa Vista; utilizou-se a série de vazões médias diárias deste posto, cobrindo o traço histórico de janeiro/1945 a dezembro/2007. Foram calculadas as médias móveis de 7 dias consecutivos, o que permitiu definir para cada ano a mínima vazão de 7 dias; os valores obtidos foram adotados para o eixo da Barragem. A Tabela 3.6 apresenta a série de 52 valores (falhas nos anos 1946,1947, no período de 1952 a 1959 e 1994) dos valores de mínima vazão de 7 dias obtido conforme acima. A ausência dos valores

para os anos citados deve-se ao critério adotado de desprezar valores para os anos que apresentam períodos extensos de falhas nos dados diários.

Tabela 3.6 – Valores de vazão mínima de 7 dias no Posto São João da Boa Vista

Dados de Mínima Semanal nos Anos Selecionados		
n°	Ano	Vazão
1	1945	3,37
2	1948	4,30
3	1949	2,64
4	1950	3,06
5	1951	3,00
6	1960	3,65
7	1961	3,13
8	1962	4,22
9	1963	3,05
10	1964	2,33
11	1965	4,06
12	1966	3,90
13	1967	3,15
14	1968	1,98
15	1969	1,49
16	1970	3,86
17	1971	2,49
18	1972	3,68
19	1973	3,35
20	1974	2,95
21	1975	1,82
22	1976	7,47
23	1977	4,11
24	1978	3,05
25	1979	4,95
26	1980	4,95
27	1981	3,29
28	1982	5,17
29	1983	9,89
30	1984	2,99
31	1985	2,65
32	1986	2,96
33	1987	3,85
34	1988	3,11
35	1989	3,72
36	1990	3,51
37	1991	2,99
38	1992	4,27
39	1993	4,44
40	1995	2,72
41	1996	5,32
42	1997	3,53
43	1998	3,55
44	1999	2,41
45	2000	2,34
46	2001	2,60
47	2002	1,78
48	2003	2,28
49	2004	3,94
50	2005	3,06
51	2006	3,05
52	2007	2,74
Mínima Semanal	1969	1,49

Para o estudo estatístico, foi utilizada a planilha MS Excel 97, desenvolvida pelo Eng^o Afonso Kalil, que consta do Manual de Projeto de PCH da ELETROBRAS. Foram obtidos então os ajustes dos valores mínimos da Tabela 5.5 pelas distribuições de Gumbel, adaptada para trabalhar com mínimos e de Weibull. A Figura 3.5 apresenta o Gráfico de ajuste das distribuições de Gumbel e de Weibull aos valores da Tabela 3.6.

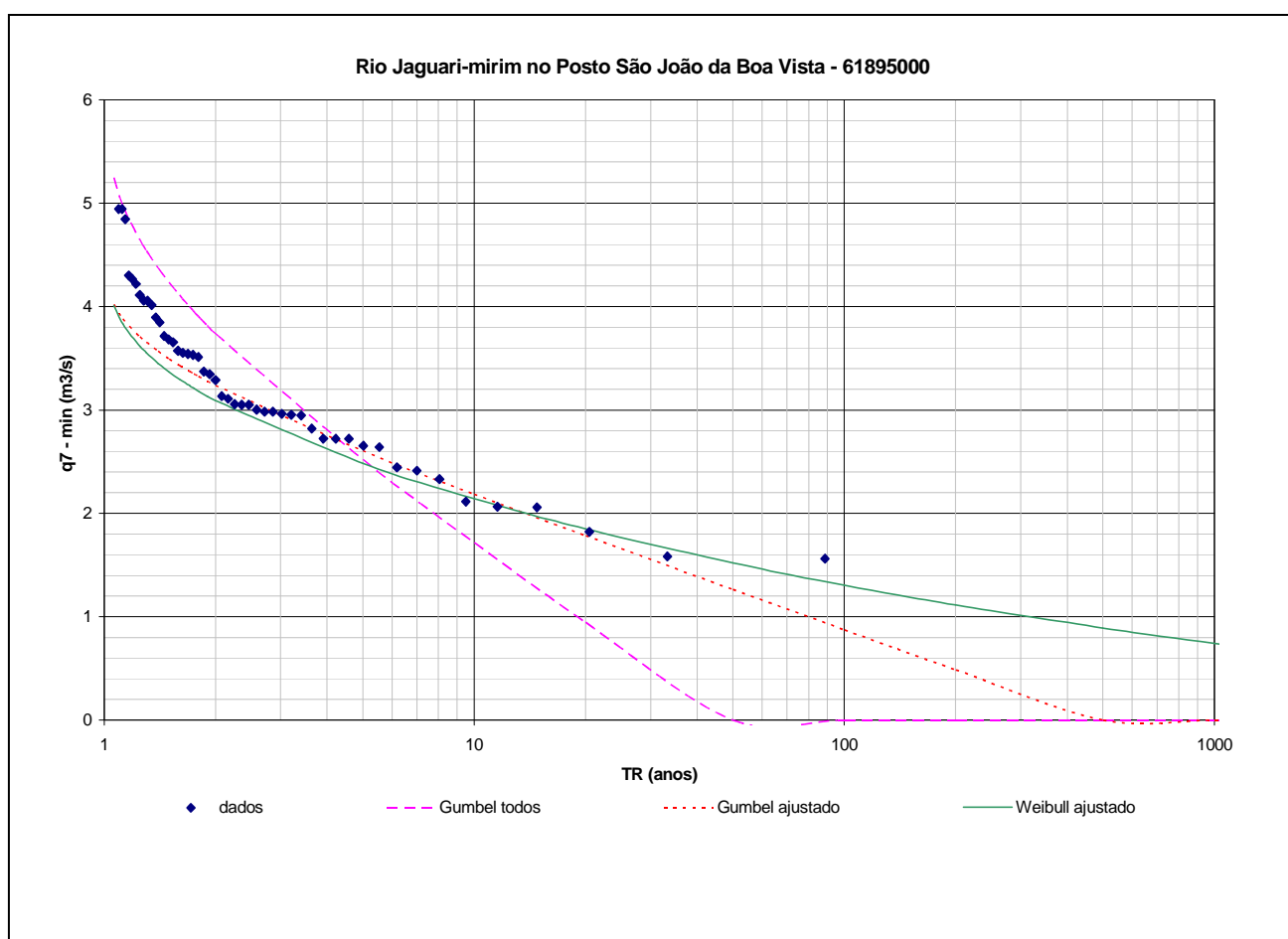


Figura 3.5 - Ajuste das Distribuições Gumbel e Weibull às mínimas anuais

Os resultados para os ajustes estão mostrados na Tabela 3.7:

Tabela 3.7 – Ajustes Gumbel e Weibull para vazões mínimas

TR (anos)	Gumbel	Weibull
1.0625	4.0	4.0
1.125	3.9	3.8
1.25	3.7	3.6
1.3	3.7	3.6
1.4	3.6	3.5
1.5	3.5	3.4
1.6	3.4	3.3
1.7	3.4	3.2
1.75	3.3	3.2
1.8	3.3	3.2
1.9	3.3	3.1
2	3.2	3.1
5	2.6	2.5
10	2.2	2.1
20	1.8	1.9
50	1.3	1.5
100	0.9	1.3
200	0.5	1.1
500	0.0	0.9
1000	0.0	0.7
2000	0.0	0.6
5000	0.0	0.5
10000	0.0	0.4

Da análise acima, sendo ambas as distribuições razoavelmente aderentes, escolheu-se a distribuição de Weibull, por ser mais adequada à distribuição de mínimos, resultando para o eixo da Barragem o valor de $Q_{7,10} = 2,1 \text{ m}^3/\text{s}$.

Apenas a título de comparação, segue na Figura 3.6 uma relação das vazões características para o eixo da Barragem do rio Jaguari-Mirim.

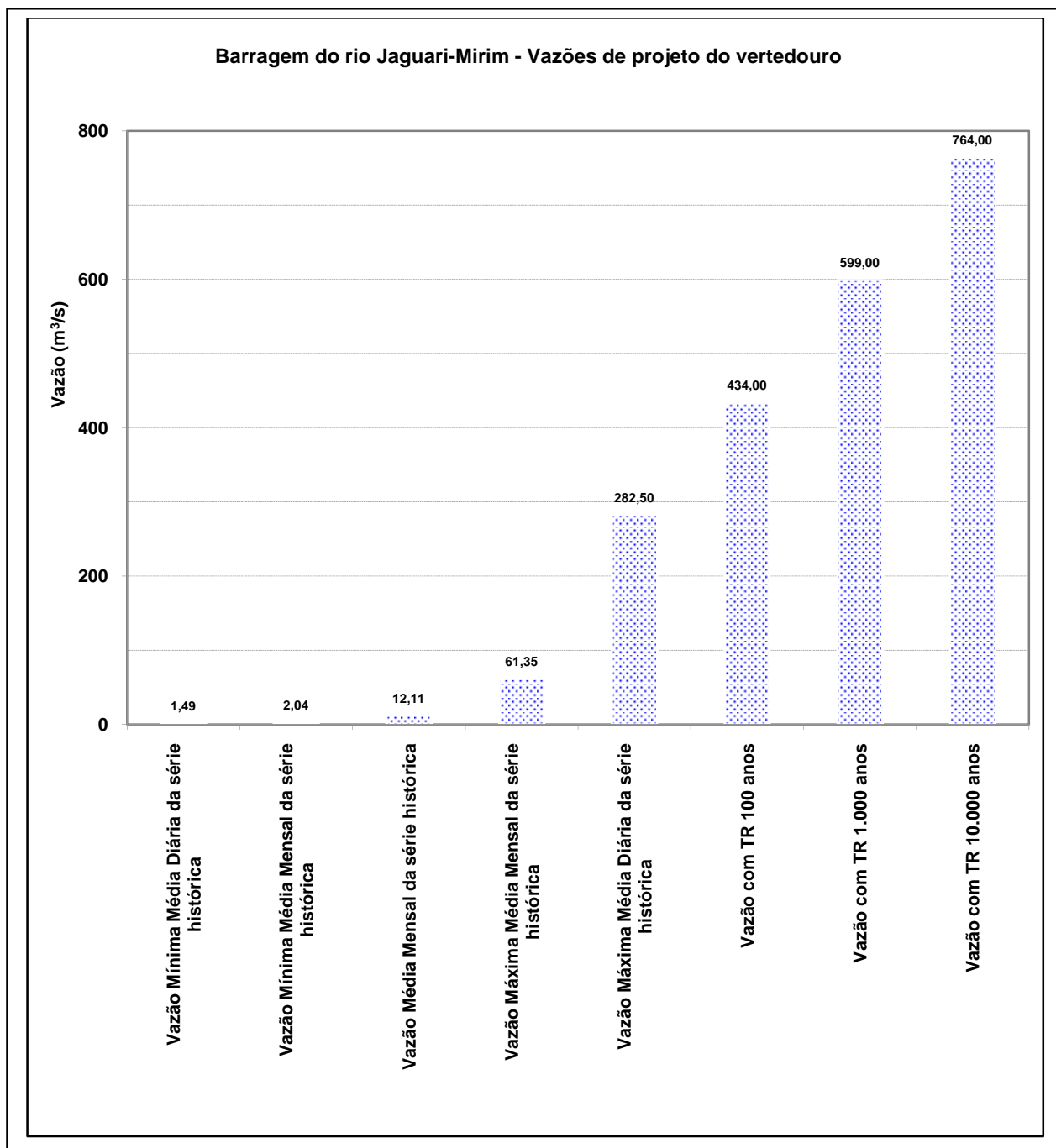


Figura 3.6 – Barragem do Jaguari-Mirim - Vazões características

4. DADOS HIDRÁULICOS

Curva-chave do rio Jaguari-Mirim na seção do barramento

A curva-chave no eixo da Barragem do rio Jaguari-Mirim foi construída com base na curva-chave do Posto Fluviométrico de São João da Boa Vista (código ANA 61895000, área de drenagem abrangida A.D. 619 km², ver Figura 4.1) e nas seções topobatimétricas levantadas a jusante do eixo de projeto da barragem.

http://hidroweb.ana.gov.br - HidroWeb - Estação - Microsoft Internet Explorer

SÃO JOÃO DA BOA VISTA (61895000)

Consultando o banco de dados... [Nova Consulta](#)

696 registros selecionados.

[Clique aqui](#) para baixar o arquivo VAZÕES.ZIP contendo os dados da consulta no formato Access.

Dados da Estação	
Código	61895000
Nome	SÃO JOÃO DA BOA VISTA
Código Adicional	-
Bacia	RIO PARANÁ (6)
Sub-bacia	RIO GRANDE (61)
Rio	RIO JAGUARI-MIRIM
Estado	SÃO PAULO
Município	SÃO JOÃO DA BOA VISTA
Responsável	ANA
Operadora	FCTH/DAEE-SP
Latitude	-21:55:45
Longitude	-46:48:25
Altitude (m)	742
Área de Drenagem (km ²)	619

Consultar série de:

Arquivo Access

- Cotas
- Vazões
- Qualidade da Água
- Resumo de Descarga
- Perfil Transversal

Clique em:

Figura 4.1 – características do Posto São João da Boa Vista

O Posto Fluviométrico de São João da Boa Vista localiza-se a jusante do eixo projetado da Barragem, a uma distância aproximada, em linha reta, de 1,0 km. Possui seção de medição de descargas e registros regulares de cotas, qualidade da água e resumo de descargas líquidas. A seção transversal do rio neste posto é levantada em intervalos regulares de tempo, conforme ilustrado na Figura 4.2.

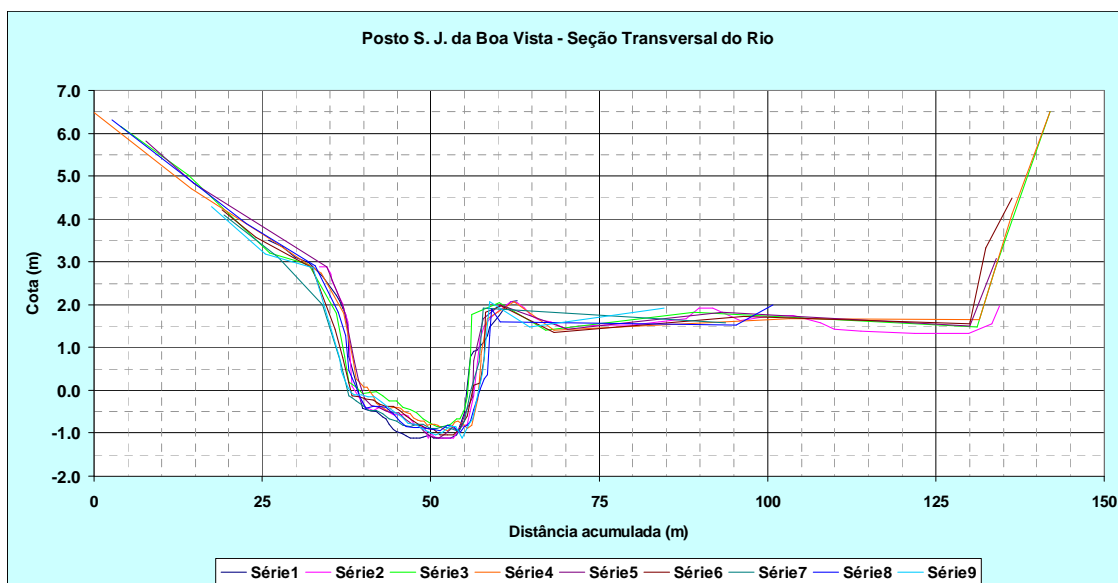


Figura 4.2 – Campanhas de levantamento de seções transversais do rio no Posto de São João da Boa Vista

A partir destes dados adotou-se uma seção média do posto apresentada a seguir:

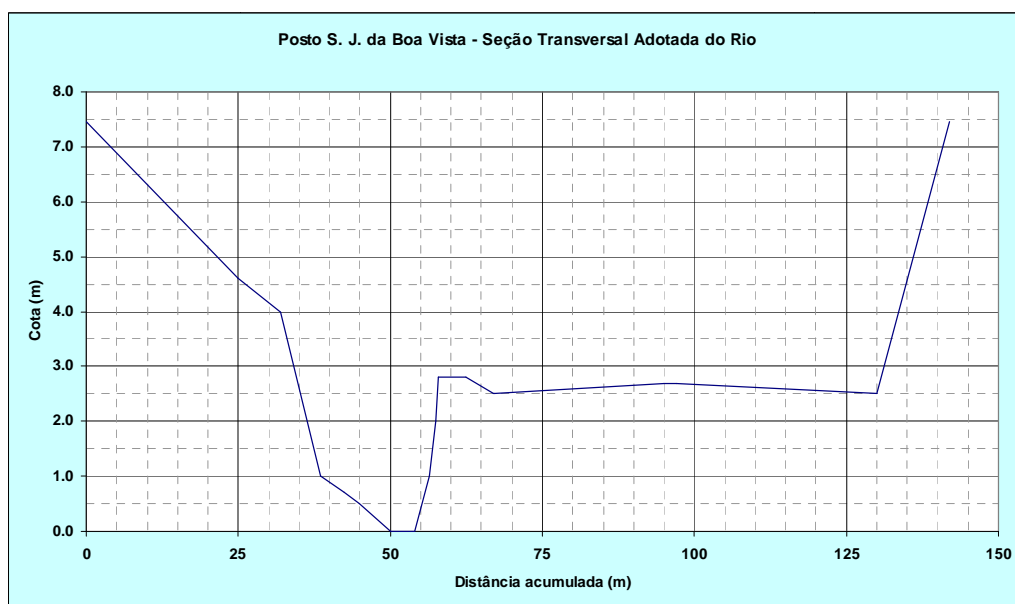


Figura 4.3 – Posto São João da Boa Vista - Seção Transversal Adotada do rio Jaguari-Mirim

As cotas diárias são utilizadas para o cálculo das vazões diárias a partir da curva-chave calculada para o posto. A Figura 4.4 apresenta os registros de cotas e vazões na seção do posto. Estabeleceu-se uma curva de descarga, relacionando cotas e vazões; para isto, desprezaram-se os registros localizados na área de histerese da curva.

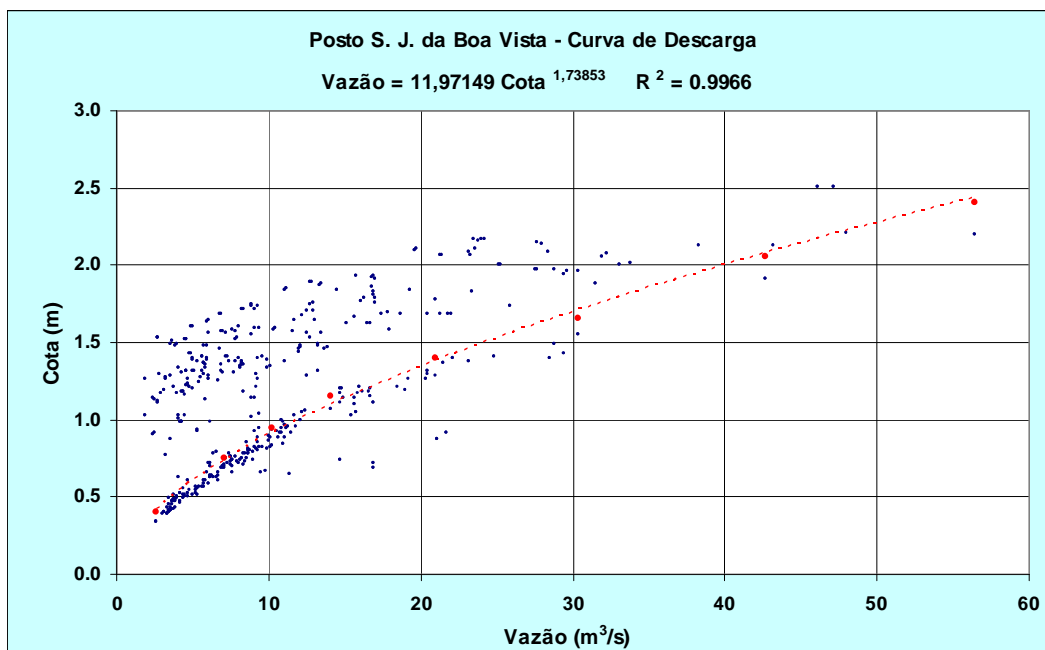


Figura 4.4 – Posto São João da Boa Vista – Gráfico Cota x Vazão

As seções topobatimétricas no trecho do rio Jaguari-Mirim a jusante do eixo projetado da Barragem foram levantadas em campanha realizada em outubro de 2009. As Figuras 4.5, 4.6 e 4.7 apresentam as seções.

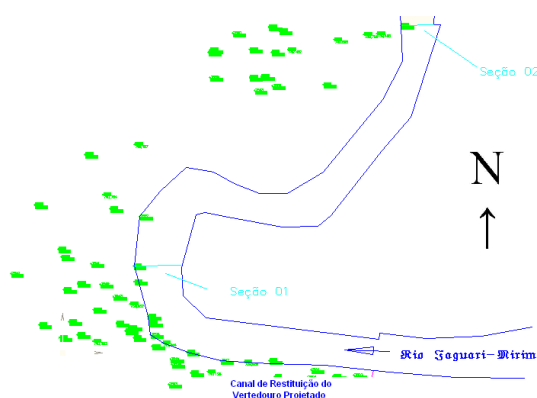


Figura 4.5 – Localização das seções topobatimétricas S1 e S2

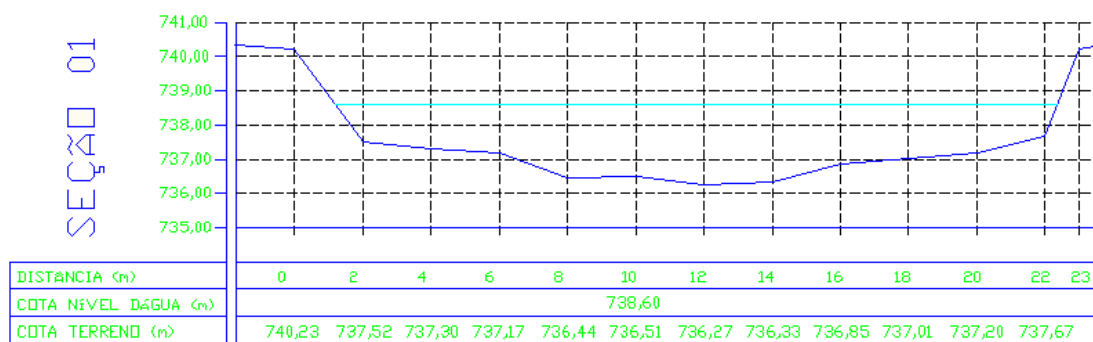


Figura 4.6 – Seção Transversal levantada S1

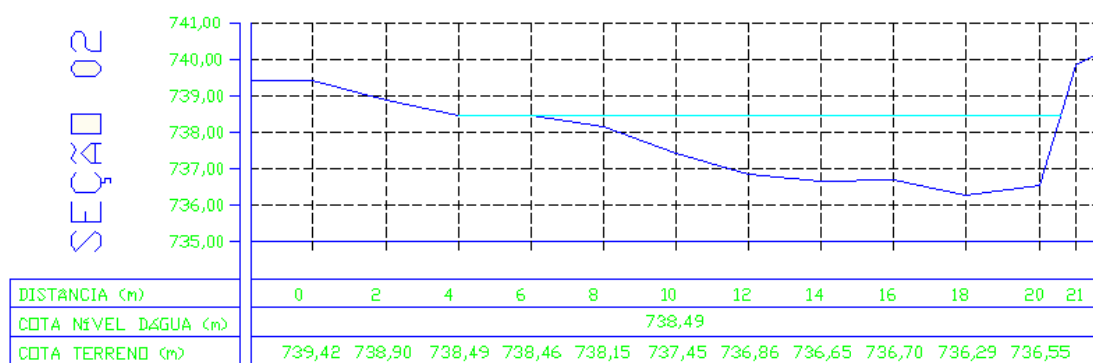


Figura 4.7 – Seção Transversal levantada S2

As seções S1 e S2 foram inseridas na topografia do local, resultando:

Tabela 4.1 – Coordenadas da seção S1

Seção 01	
Dist. (m)	Cota (m)
0.00	744.00
128.00	740.50
160.00	740.30
162.00	740.23
163.30	738.60
164.00	737.52
166.00	737.30
168.00	737.17
170.00	736.44
172.00	736.51
174.00	736.27
176.00	736.33
178.00	736.85
180.00	737.01
182.00	737.20
184.00	737.67
184.30	738.6
185.00	740.20
186.00	740.30
272.30	740.50
306.60	742.00
426.80	744.00

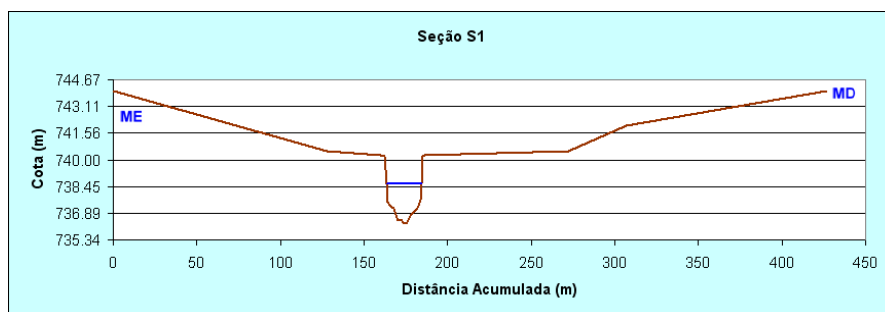


Figura 4.8 – Seção Transversal levantada S1 composta com topografia

Tabela 4.2 – Coordenadas da seção S2

Seção 02	
Dist. (m)	Cota (m)
0.00	744.00
30.00	740.00
50.00	739.50
52.00	739.42
54.00	738.90
56.00	738.49
58.00	738.46
60.00	738.15
62.00	737.45
64.00	736.86
66.00	736.65
68.00	736.70
70.00	736.29
72.00	736.55
72.50	738.49
73.00	739.85
74.00	740.20
233.45	744.00

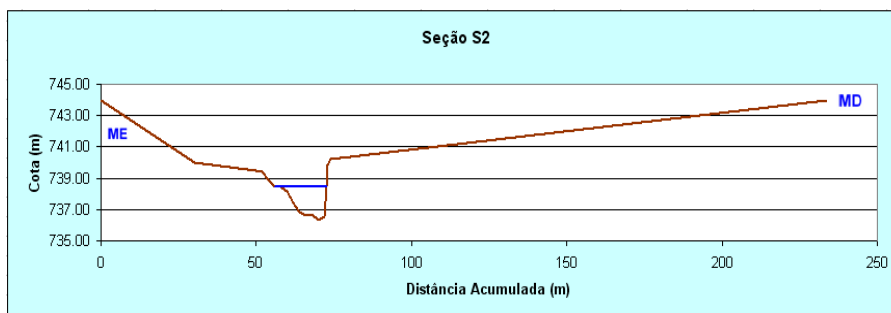


Figura 4.9 – Seção Transversal levantada S2 composta com topografia

Realizou-se a análise conjunta destas seções com a do Posto, que possibilitasse transferir a curva de descarga do posto para a seção próxima ao eixo da barragem.

As Tabelas 4.3 a 4.5 e Figuras 4.10 e 4.11 apresentam as características hidráulicas das três seções.

Tabela 4.3 – Características Hidráulicas da seção do Posto São João da Boa Vista

Seção do posto FLU São João da Boa Vista

Cota (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Perímetro Molhado (m)	Raio Hidráulico (m)	Largura Superficial(m)
736.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
736.622	0.372	6.525	14.141	0.461	13.962
736.995	0.745	12.737	18.683	0.682	18.372
737.367	1.117	19.800	20.099	0.985	19.552
737.739	1.489	27.303	21.515	1.269	20.731
738.112	1.862	35.235	22.875	1.540	21.823
738.485	2.235	45.428	58.936	0.771	57.569
739.230	2.980	78.581	98.589	0.797	96.954
739.602	3.352	115.015	100.455	1.145	98.664
739.975	3.725	152.086	102.321	1.486	100.374
740.347	4.097	189.839	105.096	1.806	103.010
740.720	4.470	229.188	110.434	2.075	108.259
741.093	4.843	270.407	115.074	2.350	112.806
741.465	5.215	313.204	119.340	2.624	116.977
741.838	5.588	357.554	123.605	2.893	121.147
742.210	5.960	403.458	127.871	3.155	125.318
742.582	6.332	450.916	132.136	3.413	129.488
742.955	6.705	499.927	136.402	3.665	133.659
743.327	7.077	550.492	140.667	3.913	137.829
743.700	7.450	602.610	144.933	4.158	142.000

Tabela 4.4 – Características Hidráulicas da seção S2

Seção 02

Cota (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Perímetro Molhado (m)	Raio Hidráulico (m)	Largura Superficial(m)
736.290	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
736.675	0.386	0.892	5.328	0.167	5.174
737.061	0.771	3.900	9.308	0.419	8.813
737.446	1.157	7.568	11.069	0.684	10.219
737.832	1.542	11.740	12.635	0.929	11.422
738.217	1.928	16.383	14.437	1.135	12.865
738.603	2.313	22.063	18.985	1.162	17.093
738.988	2.699	29.038	21.226	1.368	19.024
739.374	3.084	36.684	23.169	1.583	20.648
739.759	3.470	46.681	36.147	1.291	33.346
740.145	3.855	62.303	47.857	1.302	44.930
740.530	4.241	82.528	64.811	1.273	61.846
740.916	4.626	110.045	83.908	1.311	80.913
741.301	5.012	144.912	103.006	1.407	99.980
741.687	5.397	187.130	122.103	1.533	119.047
742.072	5.783	236.698	141.200	1.676	138.114
742.458	6.168	293.616	160.298	1.832	157.181
742.843	6.554	357.885	179.395	1.995	176.249
743.229	6.939	429.504	198.492	2.164	195.316
743.614	7.325	508.474	217.590	2.337	214.383
744.000	7.710	594.794	236.687	2.513	233.450

Tabela 4.5 – Características Hidráulicas da seção S1

Seção 01

Cota (m)	Altura (m)	Área (m ²)	Perímetro Molhado (m)	Raio Hidráulico (m)	Largura Superficial(m)
736.270	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
736.657	0.386	1.878	7.946	0.236	7.849
737.043	0.773	5.564	12.197	0.456	12.000
737.430	1.159	11.401	18.419	0.619	18.154
737.816	1.546	19.002	20.804	0.913	20.239
738.203	1.932	26.897	21.671	1.241	20.614
738.589	2.319	34.937	22.538	1.550	20.989
738.976	2.705	43.140	23.453	1.839	21.464
739.362	3.092	51.528	24.369	2.115	21.941
739.749	3.478	60.101	25.285	2.377	22.418
740.135	3.865	68.858	26.201	2.628	22.896
740.522	4.251	92.916	148.980	0.624	145.578
740.908	4.638	153.622	171.966	0.893	168.551
741.295	5.024	223.206	194.953	1.145	191.524
741.681	5.411	301.669	217.939	1.384	214.497
742.068	5.797	389.096	243.438	1.598	239.983
742.454	6.184	489.070	280.810	1.742	277.346
742.841	6.570	603.484	318.182	1.897	314.710
743.227	6.957	732.340	355.554	2.060	352.073
743.614	7.343	875.636	392.926	2.229	389.437
744.000	7.730	1033.374	430.298	2.402	426.800

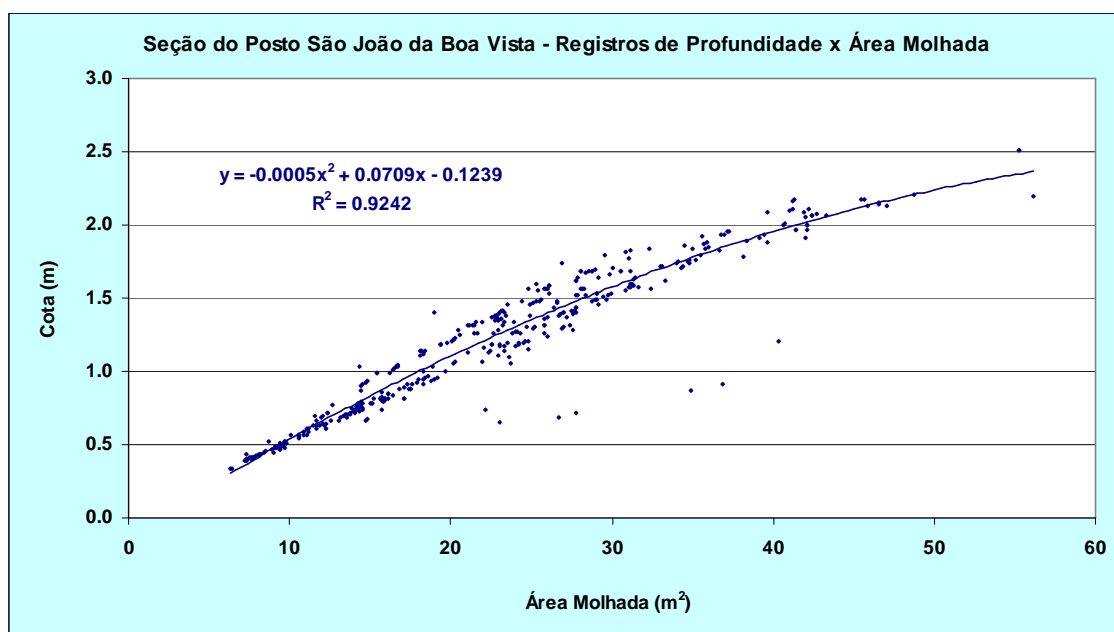


Figura 4.10 – Profundidade x Área Molhada na seção do Posto São João da Boa Vista

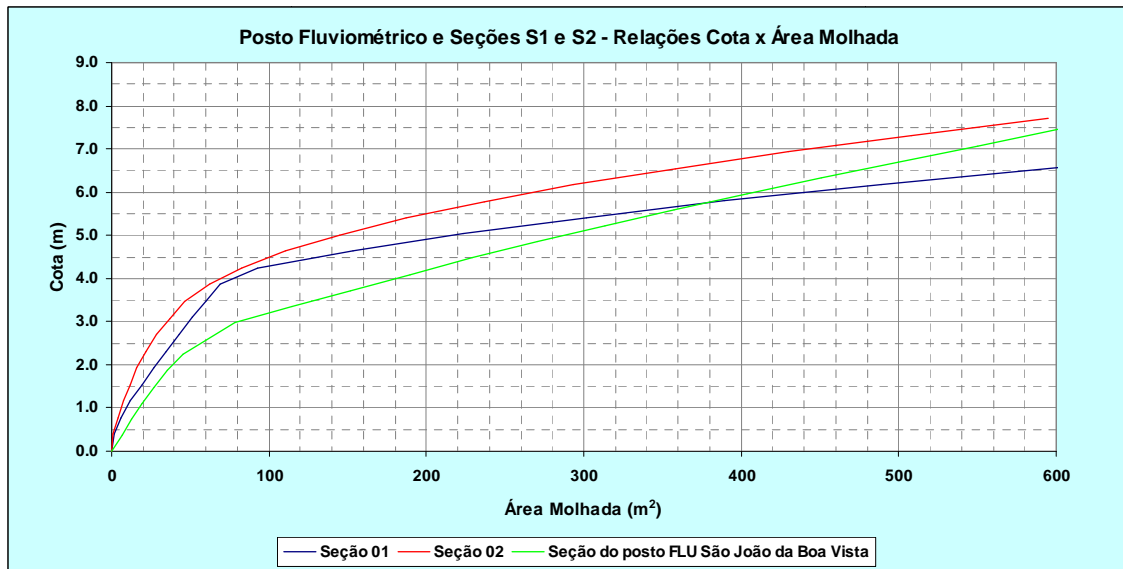


Figura 4.11 – comparação dos parâmetros cota x área molhada entre a seção do Posto e as seções levantadas S1 e S2

A análise destes parâmetros permitiu transferir a curva de descarga da seção do Posto São João da Boa Vista para a seção S1, que se localiza logo a jusante da saída do canal de restituição do Vertedouro projetado. A calibração dos dados obtidos a partir da equação de Manning resultou em valores do coeficiente n de Manning entre 0,025 para a parte baixa da curva e 0,055 na parte alta. A curva de descarga ou curva-chave na seção S1 é apresentada na Tabela 4.6 e no gráfico da Figura 4.12.

Tabela 4.6 – Curva-chave do rio Jaguari-Mirim na seção S1

N.A. (m)	VAZÃO (m³)	
736.27	0.00	
736.64	2.70	
737.06	6.84	
737.70	20.00	
738.00	30.00	
738.50	48.31	
738.75	60.00	
739.05	75.00	
739.43	102.35	
739.75	125.00	
740.15	160.00	
740.55	200.00	
740.90	250.00	
740.99	265.00	TR 10 anos
741.20	300.00	
741.35	333.00	TR 25 anos
741.55	374.65	
741.75	434.00	TR 100 anos
742.07	531.83	
742.22	599.00	TR 1000 anos
742.45	708.06	
742.55	764.00	TR 10000 anos
742.84	924.79	
743.23	1185.65	
743.61	1494.16	
744.00	1853.42	

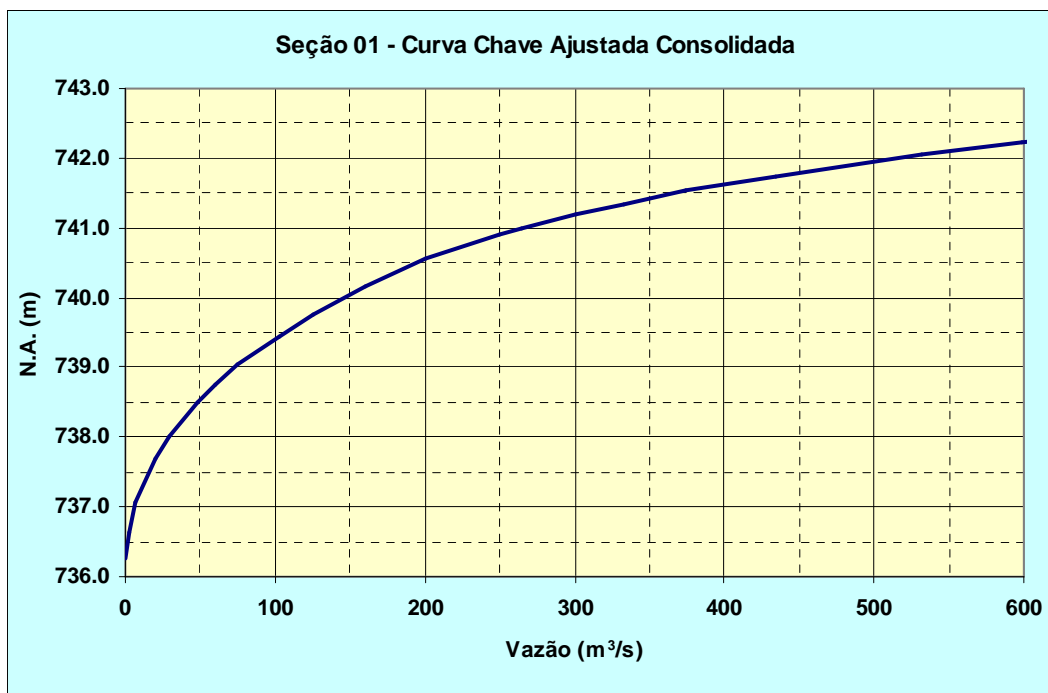


Figura 4.12 – Curva-chave do rio Jaguari-Mirim na seção S1

5. DIMENSIONAMENTO DO VERTEDOURO

MODIFICAÇÕES REALIZADAS NO PROJETO EXECUTIVO ORIGINAL

Com relação ao Vertedouro da Barragem do rio Jaguari-Mirim, as principais alterações no Projeto Executivo Original e estudos realizados foram:

- ✓ eliminação das comportas do Vertedouro, para preservar a capacidade de controle de cheias pela Barragem (o desempenho do Vertedouro foi testado através da simulação das várias configurações de cotas de soleiras e larguras dos vãos);
- ✓ foram realizadas simulações de encaminhamento de cheias para verificar a eficiência na macrodrenagem da área urbana da cidade, com o Reservatório reduzido e a nova configuração do Vertedouro; os resultados foram reunidos na Memória de Cálculo 5099-39-GL-820-MC-047 – “BARRAGEM DO RIO JAGUARI-MIRIM - ADEQUAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO - MEMÓRIA DE CÁLCULO DOS ESTUDOS DE CONTROLE DE CHEIAS”;
- ✓ a crista da Barragem manteve-se na cota 746,00 m;

- ✓ manteve-se a travessia sobre a Barragem, para ligação da av. Dr. Luiz Gambeta Sarmiento com a Rodovia SP-344 – Dom Thomaz Vaqueiro, conforme Projeto Original (o projeto viário desta travessia também se manteve inalterado); no entanto, como as comportas foram eliminadas, retirou-se também a via de acesso para operação e manutenção delas.

O tipo de Vertedouro e os critérios para seu dimensionamento propiciam um grau máximo de segurança para o barramento, tendo em vista a ocupação urbana a jusante do eixo, a infraestrutura e bens materiais envolvidos. As soleiras dos vãos do Vertedouro foram fixadas de forma que, quando da passagem da cheia de projeto, o nível d'água se eleve até atingir o nível de restrição; este nível de restrição corresponde àquele para o qual não haverá modificação dos níveis de cheia na seção do Aterro da Ligação Oeste da Rodovia SP-344 com a Rodovia SP-342, que ocorrem nas condições atuais (sem a Barragem). Para a situação de vazão de projeto, a crista do Vertedouro, e conseqüentemente o nível d'água permanente do lago, resultam suficientemente baixos para permitir a passagem desta vazão de projeto sem ultrapassar a cota de restrição no Aterro citado.

Levando em conta a necessidade de garantir a segurança extra da Barragem, foram adotados como critério de recorrência da vazão de enchente os valores com períodos de retorno TR de 1000 anos para dimensionamento do Vertedouro e de 10000 anos para a verificação e fixação da cota de topo das obras.

Em resumo, no dimensionamento do Vertedouro foram observadas as seguintes condicionantes:

- ✓ a configuração do Vertedouro permite que ele tenha capacidade de verter a vazão de projeto (TR 1000 anos – $599 \text{ m}^3/\text{s}$) e adicionalmente, para o NA Máximo Maximorum, ainda seja preservado o *Freeboard* de segurança para evitar galgamento da Barragem; e também que ele tenha capacidade de verter a vazão de verificação (TR 10000 anos – $764 \text{ m}^3/\text{s}$) ainda que sem *Freeboard*;
- ✓ o NA Máximo Maximorum atingido em decorrência do *Routing* (passagem da cheia) no eixo da Barragem, para os diversos TR, é tal que não provoque alteração em relação aos NA, para os mesmos TR, na seção do aterro da Ligação Oeste da Rodovia SP-344 com a Rodovia SP-342. Em outras palavras, para os diversos TR considerados, as condições de escoamento do rio Jaguari-Mirim na seção do aterro da Ligação Oeste da Rodovia SP-344 com a Rodovia SP-342 não diferem das condições naturais hoje existentes. Lembrando que o nível d'água máximo normal (NAMÁX NOR permanente) do Reservatório foi rebaixado em 3,0 m (de 743,50 m do Projeto Original para 740,50 m na presente Adequação).

Para as condições atuais, foi re-dimensionado o perfil vertente (ogiva), resultando os perfis mostrados na Tabela 5.1 e nas Figuras 5.1 a 5.3. A origem do EIXO X foi adotada na crista dos vãos superiores (cota 742,00 m).

Tabela 5.1 – Perfil Vertente dos Vãos Centrais (Inferiores) e Laterais (Superiores) do Vertedouro

Vãos Inferiores

	EIXO X	EIXO Y
1	-5,20000	739,000
2	-4,30000	739,000
3	-2,72890	739,000
4	-1,56890	740,450
5	-1,53201	740,460
6	-1,49512	740,468
7	-1,45823	740,476
8	-1,38445	740,488
9	-1,27378	740,498
10	-1,20000	740,500
11	-1,15000	740,499
12	-1,10000	740,496
13	-1,00000	740,487
14	-0,90000	740,474
15	-0,70000	740,435
16	-0,40000	740,351
17	0,00000	740,193
18	0,37843	740,000
19	0,48000	740,000
20	9,05000	740,000
21	9,05000	739,500
22	11,0500	739,500
23	11,0500	739,000

Vãos Superiores

	EIXO X	EIXO Y
1	-4,00000	739,000
2	-3,10000	739,000
3	-2,72890	739,000
4	-0,36890	741,950
5	-0,33201	741,960
6	-0,29512	741,968
7	-0,25823	741,976
8	-0,18445	741,988
9	-0,07378	741,998
10	0,00000	742,000
11	0,05000	741,999
12	0,10000	741,996
13	0,20000	741,987
14	0,30000	741,974
15	0,50000	741,935
16	0,80000	741,851
17	1,20000	741,680
18	1,55000	741,500
19	1,55000	741,000
20	4,05000	741,000
21	4,05000	740,500
22	6,55000	740,500
23	6,55000	740,000
24	9,05000	740,000
25	9,05000	739,500

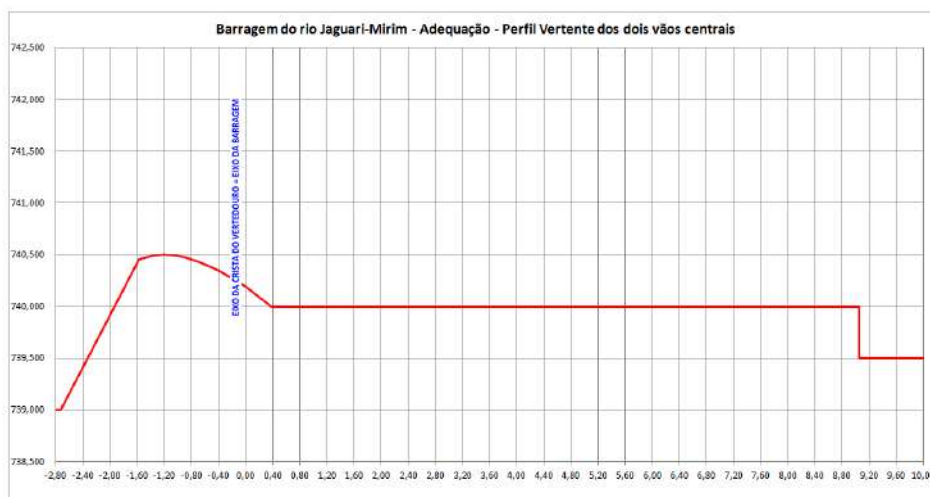


Figura 5.1 – Perfil Vertente dos vãos inferiores (centrais) do Vertedouro



Figura 5.2 – Perfil Vertente dos vãos superiores (laterais) do Vertedouro

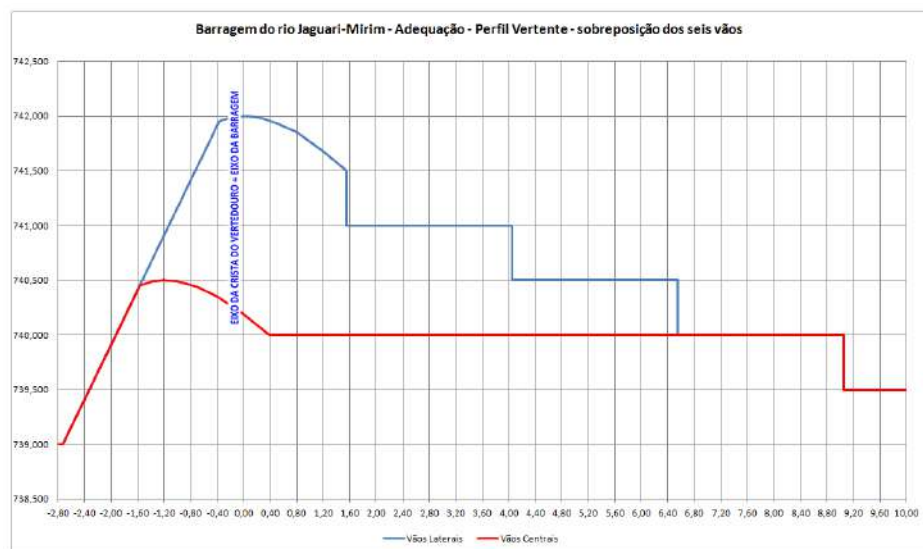


Figura 5.3 – Perfil Vertente dos vãos do Vertedouro sobrepostos

A ogiva é apresentada, para os vãos centrais (inferiores) em detalhe na Figura 5.4. O perfil é o mesmo para a ogiva dos vãos laterais (superiores).

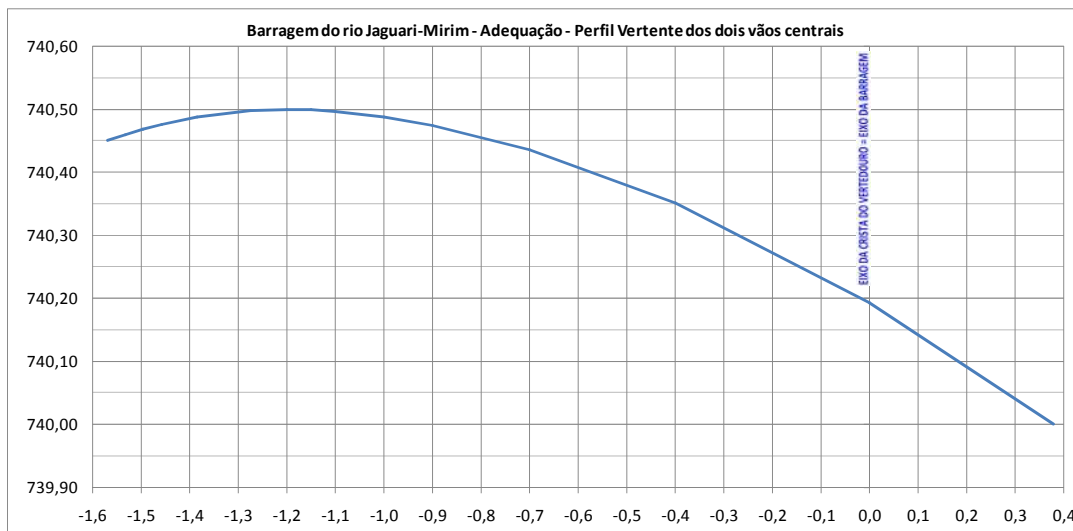


Figura 5.4 – Ogiva do Vertedouro em detalhe

Com base neste perfil, foram calculadas as linhas d'água para as vazões de projeto de 100 e 1000 anos. Elas são apresentadas na Figura 5.5.

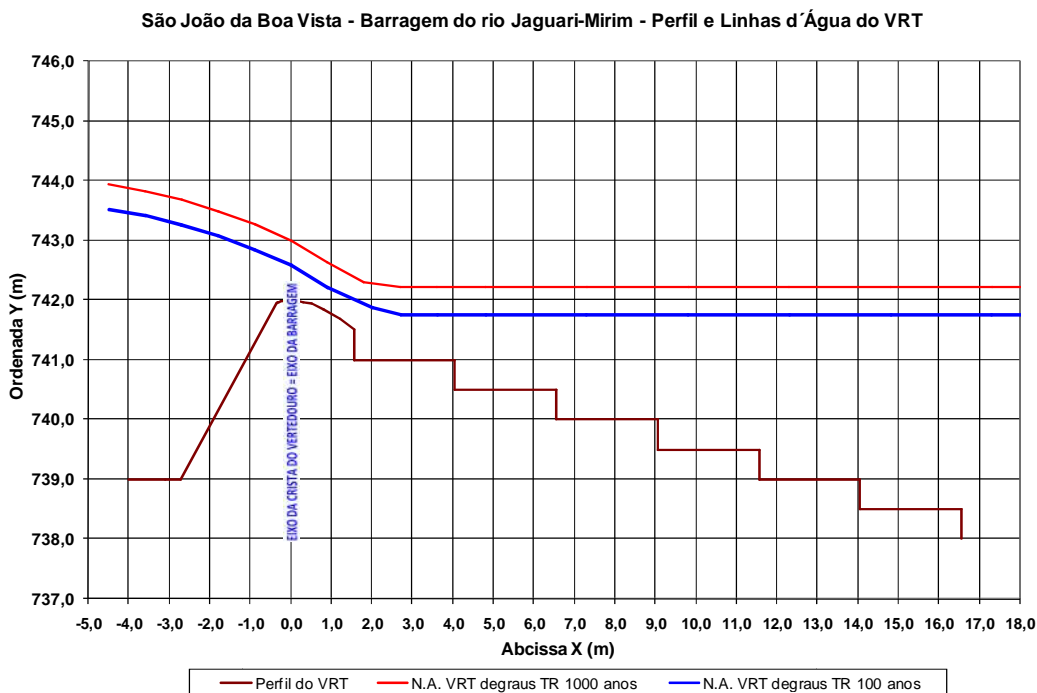


Figura 5.5 – Linhas d'Água sobre o Vertedouro e Degraus para TR 100 e 1000 anos

Para a elaboração da Memória de Cálculo dos Estudos de Controle de Cheias - 5099-39-GL-820-MC-047 acima citada, as características do Vertedouro foram detalhadas para a nova configuração. Assim, na Tabela 5.2 mostra-se a Curva de Descarga atualizada.

Tabela 5.2 – Barragem do rio Jaguari-Mirim – Curva Cota-Descarga Atualizada do Vertedouro

Cota-descarga VRT	
Cota (m)	Descarga (m ³ /s)
740,50	0,00
740,88	4,43
741,25	15,81
741,63	31,14
742,00	49,60
742,38	84,42
742,75	156,62
743,13	248,17
743,50	355,23
743,88	444,40
744,25	573,94
744,63	714,65
745,00	865,69

6. CONFIGURAÇÃO FINAL DO VERTEDOURO

De acordo com a concepção estrutural do Vertedouro, definiu-se um maciço de concreto armado composto de dois blocos separados por juntas de dilatação, cujas dimensões em planta são de 40,8 m x 20,55 m cada.

Do ponto de vista da concepção estrutural, os blocos são constituídos de uma laje de espessura média em torno de 1,0 m, sobre a qual nascem os pilares do Vertedouro. Estes pilares têm altura máxima de 5,7 m (tanto para os vãos centrais, inferiores, quanto para os vãos laterais, superiores) e espessura de 1,60 m (pilar central) e 1,00 m (pilares da junta). No topo desses pilares estão apoiadas as vigas pré-moldadas que sustentam a ponte rodoviária. Muros de Arrimo no prolongamento dos pilares extremos contêm e protegem o talude da Barragem de Terra. Em sua metade localizada junto à ombreira esquerda, o maciço do Vertedouro será apoiado em rocha, já no trecho mais próximo à calha do rio, o maciço necessitará tratamento de fundação. Este tratamento será feito através da troca do solo por concreto compactado a

rolo (CCR), de forma a conferir a adequada condição de assentamento da estrutura neste trecho. Em face da presença de fraturas na rocha, esta deverá ser tratada com injeções de calda de cimento para evitar o fluxo d'água sob a estrutura e subpressão de grande magnitude na base do maciço. A forma hidráulica do Vertedouro está apresentada nos desenhos 5099-35-VE-810-DE-005 e 006.

O Projeto Estrutural do Vertedouro encontra-se nos desenhos: 5099-50-VE-431-DE-079 a 083 e 5099-50-VE-432-DE-084 a 091. O Projeto dos Muros, nos desenhos 5099-50-VE-432-DE-092 a 104.

O Projeto Estrutural da Ponte Rodoviária sobre o Vertedouro encontra-se nos desenhos: 5099-59-GL-431-DE-105 a 107 e 5099-59-GL-432-DE-108 a 109.

7. REFERÊNCIAS

- [1] ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. “Diretrizes para Estudos e Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas”. Brasília, 2001.
- [2] CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo. “Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo”. São Paulo, 2000.
- [3] Chow, V. T. – “Open-channel Hydraulics”, McGraw-Hill Kogakusha Ltd., New York, 1959.
- [4] DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica – “Guia Prático para Projetos de Pequenas Obras Hidráulicas”, 2005.
- [5] ELETROBRAS - “Critérios de Projeto Civil de Usinas Hidrelétricas”, outubro/2003.
- [6] ELETROBRAS - “Diretrizes para Projetos de PCH”, Projeto das Obras Civis e dos Equipamentos, 1999.
- [7] ELETROBRAS - “Guia para Cálculo de Cheia de Projeto de Vertedores”. Brasília, 1987.
- [8] HIDROSTUDIO – “Barragem do Rio Jaguari-Mirim – Município de São João da Boa Vista - Relatório dos Estudos Hidrológicos”, DA0076.A4.BJ015-1, jul. 2010.
- [9] HIDROSTUDIO – “Barragem do Rio Jaguari-Mirim – Município de São João da Boa Vista – Memória dos Cálculos Hidráulicos”, DA0076.A4.BJ083-0, dez. 2009.

-
- [10] HIDROSTUDIO Engenharia Ltda – ADEQUAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO – Desenho 5099-35-VE-810-DE-005-0B – “BARRAGEM DO RIO JAGUARI-MIRIM - ADEQUAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO - Vertedouro – Planta na El. 742,00 m e Corte C”.
- [11] HIDROSTUDIO Engenharia Ltda – ADEQUAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO – Desenho 5099-35-VE-810-DE-006-0B - “BARRAGEM DO RIO JAGUARI-MIRIM - ADEQUAÇÃO DO PROJETO EXECUTIVO - Vertedouro – Corte A e Vista B”.
- [12] LENCASTRE, A. - “Hidráulica Geral” - edição Luso-Brasileira, Lisboa, 1983.
- [13] Occhipinti, A. G., Santos, P.M. – “Relações entre as precipitações máximas de um dia e de 24 horas na cidade de São Paulo”, São Paulo, IAU/USP, 1966. 10p.
- [14] SAVILLE, “Freeboard Allowances for Waves in Inland Reservoirs”, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, ASCE, maio, 1962.
- [15] Scannapieco, Prof. João Batista – Texto sobre o Município de São João da Boa Vista.
- [16] SCHREIBER, Gerhard P. - “Usinas Hidrelétricas”, Ed. Edgard Blücher Ltda., São Paulo, 1977.
- [17] UNITED STATES ARMY CORPS OF ENGINEERS – “Hydraulic Design Criteria”, Waterways Experiment Station, Vicksburg, Miss., 1952, com revisões posteriores.
- [18] UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR - Bureau of Reclamation, Denver, Colorado - “Design of Small Dams”, Third Edition, 1987.