



# RELATÓRIO TÉCNICO DE ESTUDO DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA.

Requerente: Antônio Carlos Durso Carneiro

Local do empreendimento: Zona Rural – Sacramento/MG

Uberlândia, 08 de agosto de 2022



RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Jéssica Aparecida Faria Pires

CREA MG 222830D

Ambientech Engenharia

## 1. Introdução

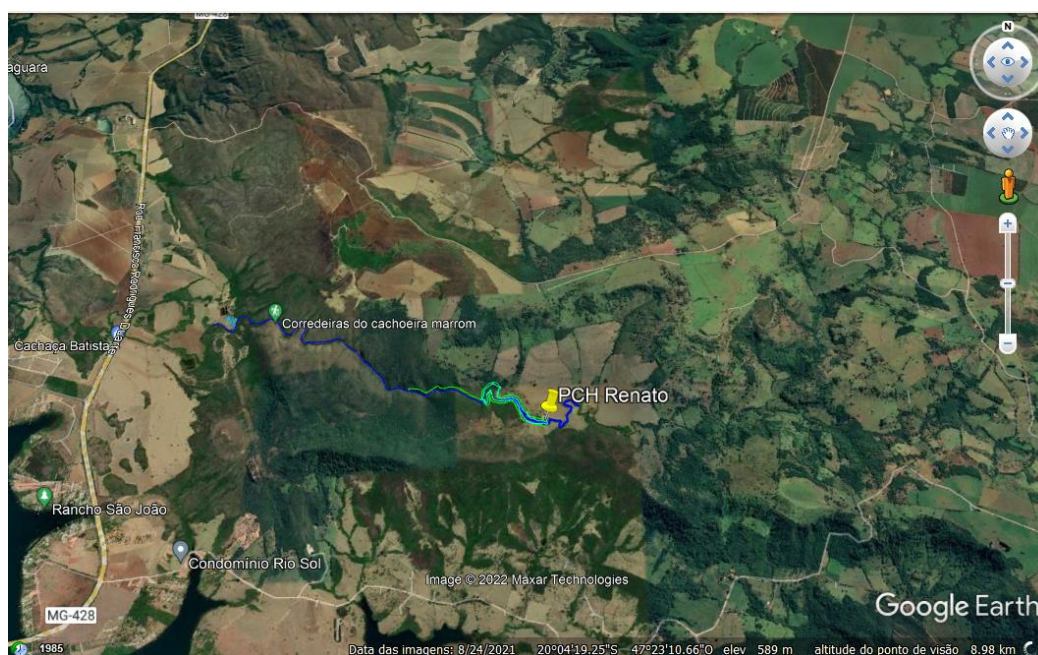
O presente documento constitui um relatório técnico para Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica da PCH Renato, que cumpre as orientações do Instituto Mineiro de Águas-IGAM, para tanto consta deste, informações que subsidiarão a análise da DRDH para o empreendimento Antônio Carlos Durso Carneiro situado na zona rural de Sacramento/MG.

Figura 1: Localização do município de Sacramento.



Fonte: Wikipédia

Figura 2: Localização do empreendimento.



Fonte: Google Earth

## **2. Objetivo**

Este relatório possui como objetivo apresentar informações, a caracterização do empreendimento e dados de projeto, para subsidiar o processo de solicitação de Declaração de Reserva Hídrica de Disponibilidade Hídrica -DRDH junto ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM da PCH Renato que será instalada no município de Sacramento/MG.

## **3. Justificativa da realização da intervenção**

A implantação da PCH Renato tem o objetivo de otimizar a geração local, tendo em vista a disponibilidade hídrica existente. A geração de energia adicional na PCH Renato visa benefícios sociais locais e benefícios regionais, contribuindo para a eliminação de “externalidades” e “diferenças regionais”. Com o reforço da geração de energia, a região será beneficiada pelo acesso a uma energia mais estável aos domicílios, escolas, hospitais, centros comunitários, e, não menos importante, a iluminação pública.

Os serviços municipais de saneamento básico, tratamento de água e esgotos, também serão favorecidos com a maior e melhor oferta de eletricidade na região, o que é fundamental para melhorar a qualidade de vida da população do ponto de vista da saúde.

A ampliação da oferta de energia local gera um impacto positivo na indústria, com a criação de demanda efetiva, em particular na indústria de turismo e de equipamentos elétricos e mecânicos. Muitos empregos indiretos também devem ser gerados, em função da criação de demanda nos setores industrial, comercial e de serviços. Por exemplo, o estímulo à demanda de bens produzidos aumenta a oferta de postos de trabalho nos centros urbanos.

## **4. Caracterização do regime pluviométrico da bacia hidrográfica**

Nessa área, as maiores cheias observadas normalmente resultam de efeitos acumulados de 24 horas de chuvas intensas. Conforme informações locais, durante o período chuvoso de novembro-março, há uma maior probabilidade de as chuvas

ocorrerem no final da tarde e início da noite. No período seco, a possibilidade maior de sua ocorrência é de manhã ou à noite.

O regime pluviométrico da região caracteriza-se por um período chuvoso de cerca de seis/sete meses (outubro a março ou abril). Os meses de setembro, abril ou maio são considerados de transição. Os outros meses são secos. Os meses de dezembro e janeiro, os mais chuvosos.

O regime pluviométrico da área é tipicamente tropical, apresentando uma média anual de 1.515 mm.

O período chuvoso ocorre nos meses de outubro a março, destacando-se o mês de dezembro com o maior índice (300 mm) e o período seco de abril a setembro com o menor índice no mês de julho (0 mm).

No semestre mais quente (outubro a março) ocorre cerca de 80% da média anual de pluviosidade, conforme o quadro adiante, que mostra, também, que a evaporação média anual na bacia é 646,8 mm.

Mês	Precipitação Média (mm)	Evaporação Média (mm)
JAN	300	44,3
FEV	200	44,8
MAR	200	48,8
ABR	100	46,4
MAI	30	52,0
JUN	25	52,5
JUL	10	64,3
AGO	10	78,9
SET	50	71,6
OUT	140	60,3
NOV	200	43,2
DEZ	250	39,8

ANUAL	1515	646,8
-------	------	-------

FONTE: INMET

### 5. Justificativa das Estações Fluviométricas / Pluviométricas escolhidas para os estudos.

Foram identificadas 4 estações fluviométricas, as mais representativas, com maior período de registros, para subsidiarem a consolidação dos dados hidrológicos básicos, a saber:

<b>Código</b>	<b>Posto</b>	<b>Rio</b>	<b>Ad (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Período Utilizado</b>
61794000	Uberaba	Uberaba	530	1968-2006
61795000	Conceição das Alagoas	Uberaba	1.973	1968-2006
60220000	Desemboque	Araguari	1.205	1956-2015
60250000	Fazenda São Mateus	Quebra Anzol	1.231	1949-2015

As séries de vazões médias mensais dos postos utilizados, como fornecidos pela ANA, estão apresentadas adiante. Os valores em negrito foram obtidos pela correlação entre os postos.

Posto 61794000. Rio Uberaba em Uberaba. Ad = 530 km2													
ANO	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1968	24,21	18,44	20,84	9,90	6,48	3,33	2,50	2,69	2,34	5,16	5,28	20,24	10,12
1969	15,47	14,60	11,90	10,85	6,18	2,29	1,38	1,09	0,81	3,39	5,76	6,28	6,67
1970	7,72	23,29	19,23	8,48	4,85	3,16	2,55	1,69	1,69	2,72	3,22	2,85	6,79
1971	2,88	3,08	3,33	2,53	1,39	1,32	0,94	0,74	0,74	1,62	1,60	12,05	2,68
1972	11,97	27,38	19,90	14,95	7,45	4,66	3,73	2,26	2,47	21,48	32,46	18,69	13,95
1973	21,78	21,78	19,06	28,66	14,24	8,62	5,70	3,65	3,13	3,97	8,13	14,56	12,77
1974	25,59	15,07	27,25	22,04	10,78	7,51	4,97	3,36	2,13	2,80	1,91	9,83	11,10
1975	12,81	14,05	7,31	6,51	3,91	2,32	2,21	1,25	0,78	1,43	6,28	8,87	5,64
1976	10,12	19,23	24,52	13,73	7,82	4,88	4,06	2,94	5,63	5,50	7,31	17,57	10,28
1977	30,00	13,50	10,60	11,80	7,11	5,41	3,33	2,02	1,83	3,06	11,20	20,20	10,00
1978	32,60	15,60	14,90	8,70	7,67	7,24	4,42	2,57	2,68	5,91	21,50	37,90	13,47
1979	31,60	29,80	18,00	11,30	7,87	5,58	4,37	2,86	4,37	4,72	6,06	12,80	11,61
1980	29,50	67,70	9,98	10,20	5,62	4,14	2,62	2,10	2,06	1,41	3,13	12,80	12,61
1981	23,20	11,40	10,30	10,60	5,75	4,57	3,04	2,54	1,79	21,40	11,00	25,60	10,93
1982	41,50	28,00	37,20	21,20	11,70	8,12	5,97	4,25	4,80	7,04	8,46	37,50	17,98
1983	43,10	30,90	26,90	26,00	14,90	11,60	8,38	5,93	5,88	7,26	9,15	17,00	17,25
1984	28,60	16,50	9,92	11,40	12,30	5,76	3,83	2,81	2,88	3,82	3,53	19,19	10,04
1985	41,34	36,21	51,50	23,86	13,77	9,29	4,59	3,61	2,38	1,89	3,24	5,83	16,46
1986	25,00	22,30	19,80	9,82	9,10	4,73	4,22	4,05	2,33	1,73	6,15	19,30	10,71
1987	25,00	21,60	16,80	16,20	9,49	4,32	2,56	1,75	2,33	2,34	7,26	12,00	10,14
1988	14,20	17,40	16,40	26,90	11,40	5,73	2,65	2,05	1,27	3,17	10,70	8,93	10,07
1989	22,87	19,17	18,76	8,97	5,44	5,06	3,96	2,55	2,69	4,99	7,29	14,96	9,73
1990	12,30	4,23	6,85	12,30	6,25	3,28	2,30	1,56	0,77	2,26	2,79	2,75	4,80
1991	32,10	35,00	76,10	89,40	11,20	4,51	4,15	2,62	1,85	1,92	1,14	7,04	22,25
1992	12,20	15,50	12,70	9,45	7,67	3,98	2,71	1,59	5,31	19,00	19,60	11,30	10,08
1993	9,90	17,60	15,30	20,10	10,80	5,28	20,80	1,50	7,20	6,11	3,93	13,60	11,01
1994	32,55	20,88	28,25	16,76	9,22	6,05	4,88	3,53	2,24	2,32	2,77	7,75	11,43
1995	12,39	30,82	15,83	10,34	8,69	4,57	3,22	2,50	1,84	2,24	3,10	6,15	8,47
1996	14,71	11,97	18,15	10,60	6,25	4,03	3,08	2,47	3,36	2,45	7,65	18,48	8,60
1997	43,84	18,65	18,90	9,83	6,38	6,92	3,70	2,17	1,48	2,81	5,62	26,20	12,21
1998	24,10	28,20	20,80	12,80	13,70	5,83	3,41	3,79	1,65	4,33	6,64	9,40	11,22
1999	33,40	22,10	22,80	9,87	5,62	3,87	2,47	1,29	2,62	9,29	5,51	9,50	10,70
2000	42,00	43,30	49,20	19,40	8,55	5,14	4,02	2,82	8,21	2,48	7,33	14,50	17,25
2001	10,30	11,60	10,20	7,06	4,15	2,08	2,05	1,70	1,16	3,04	5,94	10,60	5,82
2002	18,80	48,10	18,70	7,55	6,14	2,91	2,03	1,13	1,97	2,32	8,63	6,66	10,41
2003	33,50	27,30	27,80	21,40	11,10	4,89	2,87	1,91	2,71	1,86	4,22	18,70	13,19
2004	23,40	36,90	24,20	18,80	8,52	6,28	5,47	2,35	0,91	5,51	4,29	31,70	14,03
2005	48,38	23,53	26,45	13,05	7,50	5,38	3,37	2,16	1,93	4,99	7,29	19,11	13,60
2006	38,05	37,34	21,71	7,26	4,29	2,72	2,02	5,45	2,69	4,99	7,29	14,96	12,40
Média	24,7	23,6	21,2	15,7	8,24	5,06	3,96	2,55	2,69	4,99	7,29	15,0	11,2
Máximo	48,4	67,7	76,1	89,4	14,9	11,6	20,8	5,93	8,21	21,5	32,5	37,9	89,4
Mínimo	2,88	3,08	3,33	2,53	1,39	1,32	0,937	0,744	0,742	1,41	1,14	2,75	0,742

Posto 61795000. Rio Uberaba em Conceição das Alagoas. Ad = 1.973 km2

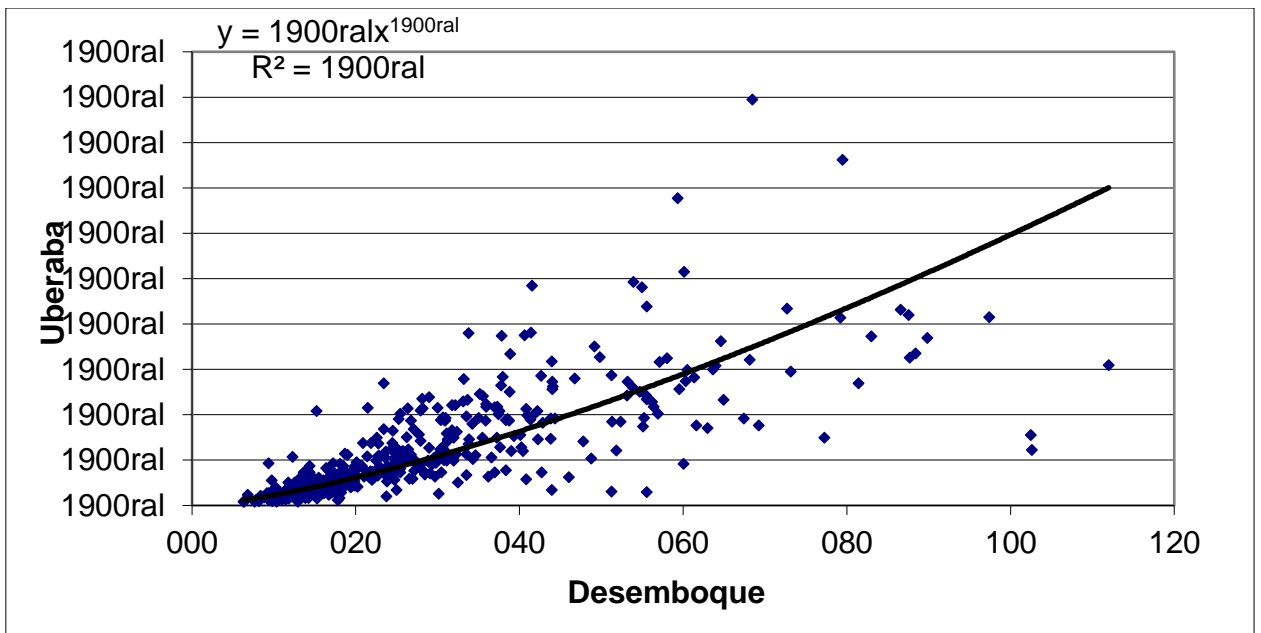
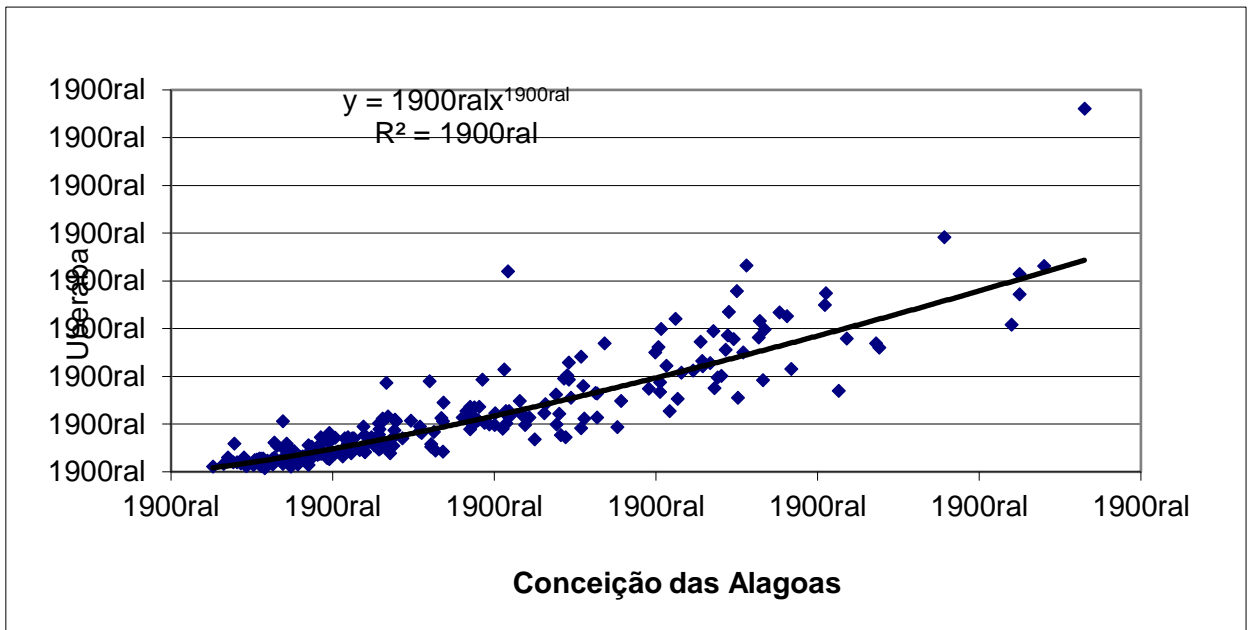
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1968	70,5	57	62,7	35,1	25,2	15	12	12,7	11,4	21,1	21,5	61,3	33,8
1969	49,7	47,5	40,5	37,7	24,3	11,2	7,56	6,29	4,97	15,2	23	24,6	24,4
1970	28,9	68,4	58,9	31,1	20,1	14,4	12,2	8,82	8,83	12,8	14,6	13,3	24,4
1971	13,4	14,1	15	12,1	7,6	7,27	5,58	4,66	4,65	8,56	8,45	40,9	11,9
1972	40,7	77,6	60,5	48,4	28,1	19,5	16,4	11,1	11,9	64,2	88,6	57,6	43,7
1973	64,9	64,9	58,5	80,4	46,6	31,5	22,8	16,1	14,3	17,2	30,1	47,4	41,2
1974	73,6	48,7	77,3	65,5	37,5	28,3	20,5	15,1	10,6	13,1	9,73	34,9	36,2
1975	42,9	46,1	27,7	25,3	17	11,3	10,9	6,98	4,86	7,77	24,6	32,2	21,5
1976	35,7	58,9	71,2	45,3	29,2	20,2	17,5	13,6	22,6	22,2	27,7	54,9	34,9
1977	60,6	37,5	27,8	36,9	21,5	17,9	11,3	8,13	8,6	9,01	26,2	49	26,2
1978	76,2	49,5	43,1	27,6	23,9	21,9	15	10,6	10,9	14,3	41,2	70	33,7
1979	72,8	73,4	51	33,4	25,7	18,3	15,2	11,4	14,7	14	21,9	36,5	32,4
1980	67,1	67,7	39,4	41,5	25,1	18,2	13,6	10,8	9,57	9,2	16,7	41,4	30,0
1981	65,7	44,3	38,8	33,6	21,8	18,6	12,8	11	9,09	21,4	27,7	68,6	31,1
1982	105	83,6	105	64,6	41,6	31	25,2	23,9	18,3	28,6	31	81	53,2
1983	108	104	87,2	87,6	55,7	43,6	32,5	24,1	32,2	48,8	50,7	82,6	63,1
1984	68,9	52,5	47,7	52,7	43,4	25,8	18,6	16,4	16,5	16,7	15,7	58,8	36,1
1985	107	96,5	127	69,7	45,4	33,4	23,3	18,1	15,1	14,4	21,2	22,2	49,4
1986	70,8	61,3	67,6	43,8	41	25,7	20,6	19,6	15	13,8	12,8	38,5	35,9
1987	59,9	76,7	60,5	47,6	30,8	21,6	15,3	12	11,9	11,1	24,8	42,1	34,5
1988	46,3	59,1	52,7	53,6	36,1	24,1	16,1	12,2	9,37	16	29,7	25,8	31,8
1989	49,2	73,2	60,5	37	27,5	<u>16,6</u>	<u>13,1</u>	<u>12,5</u>	<u>17,1</u>	<u>24,2</u>	<u>42,4</u>	<u>42,4</u>	34,6
1990	46,2	33,6	45	40,1	26,3	16,3	13,9	12,6	11,6	12,5	10,9	15,1	23,7
1991	62,4	80,9	113	89,4	51,1	32,7	24	17,2	14,8	15,1	14,8	22,6	44,8
1992	48	70,1	61,7	55,2	48,2	27,1	19,6	15,7	17,4	32	48,6	37	40,1
1993	37,3	67,2	62,7	68,1	38	32,2	20,8	17	20,3	19,5	22,3	38,1	37,0
1994	88,8	62,8	79,5	52,9	33,2	23,9	20,2	15,7	11	11,3	13	29	36,8
1995	41,8	85,1	50,6	36,3	31,7	19,2	14,6	<u>13,1</u>	9,43	11	14,2	24,2	29,3
1996	47,8	40,7	56,3	37	24,5	17,4	14,1	11,9	15,1	11,8	28,7	57,1	30,2
1997	112	57,5	58,1	34,9	24,9	27,3	16,8	12,4	10,2	11,1	17	60,3	36,9
1998	50,7	72,7	63,1	41,8	37	25,3	17,2	18,4	10,9	18,4	25,7	33,7	34,6
1999	75,3	65,8	66,7	40	26,7	20,2	14,9	11,1	14,2	9,29	13,1	23,8	31,8
2000	41,7	71,2	95,7	49,2	30,7	22,7	18,4	14,2	19,6	10,3	18,5	33,7	35,5
2001	26	26,8	25,7	22,4	14,7	10,7	7,67	6,48	5,16	7,04	7,8	13,8	14,5
2002	<b>57,9</b>	<b>120,4</b>	<b>57,6</b>	<b>28,4</b>	<b>24,2</b>	<b>13,5</b>	<b>10,2</b>	<b>6,5</b>	<b>10</b>	<b>11,3</b>	<b>31,5</b>	<b>25,8</b>	33,1
2003	69	65,5	69,6	<b>64</b>	37,7	25,9	19,3	14,9	12,5	11,7	18,1	26,6	36,2
2004	39,1	56	49,6	43,8	30,3	23,7	<b>22,1</b>	<b>11,4</b>	<b>5,5</b>	<b>22,2</b>	<b>18,3</b>	<b>87</b>	34,1
2005	<b>121</b>	<b>68,9</b>	<b>75,5</b>	<b>43,5</b>	<b>28,3</b>	<b>21,8</b>	<b>15,1</b>	<b>10,7</b>	<b>9,8</b>	<u>17,2</u>	<u>24,7</u>	<b>58,6</b>	41,3
2006	46	63,8	66,3	55,6	31,7	22	<u>16,5</u>	<u>13,0</u>	<u>12,6</u>	<u>17,2</u>	<u>24,7</u>	<u>42,4</u>	34,3
Média	61,3	63,4	61,0	46,5	31,1	22,0	16,5	13,0	12,6	17,2	24,7	42,4	34,3
Máxima	121	120	127	89,4	55,7	43,6	32,5	24,1	32,2	64,2	88,6	87,0	127
Mínima	13,4	14,1	15,0	12,1	7,60	7,27	5,58	4,66	4,65	7,04	7,80	13,3	4,65

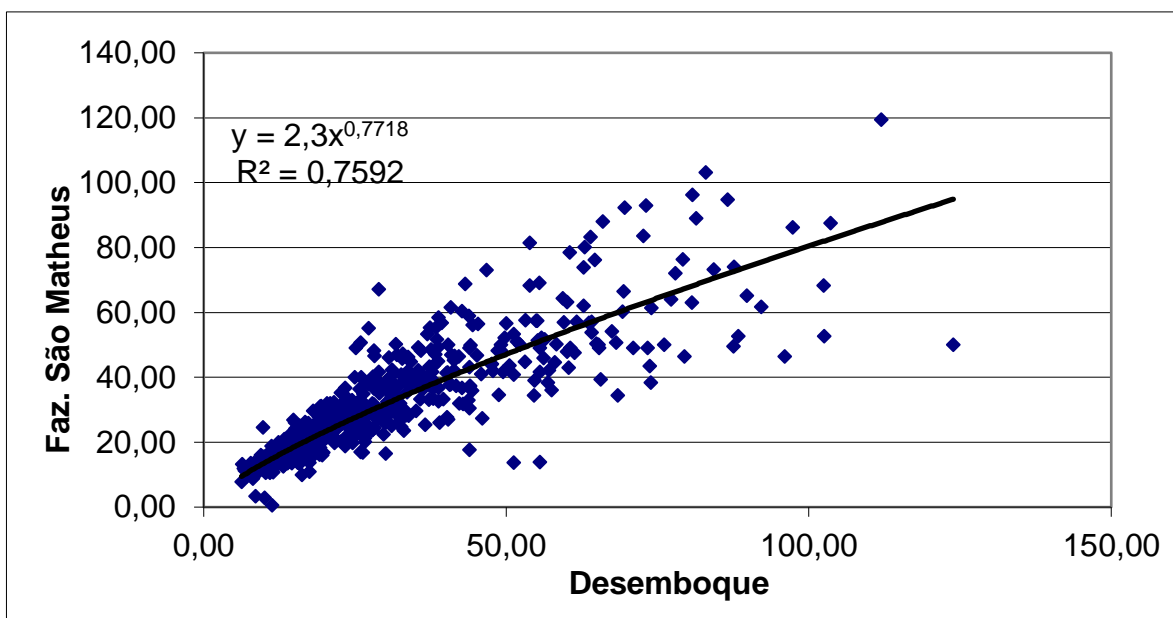
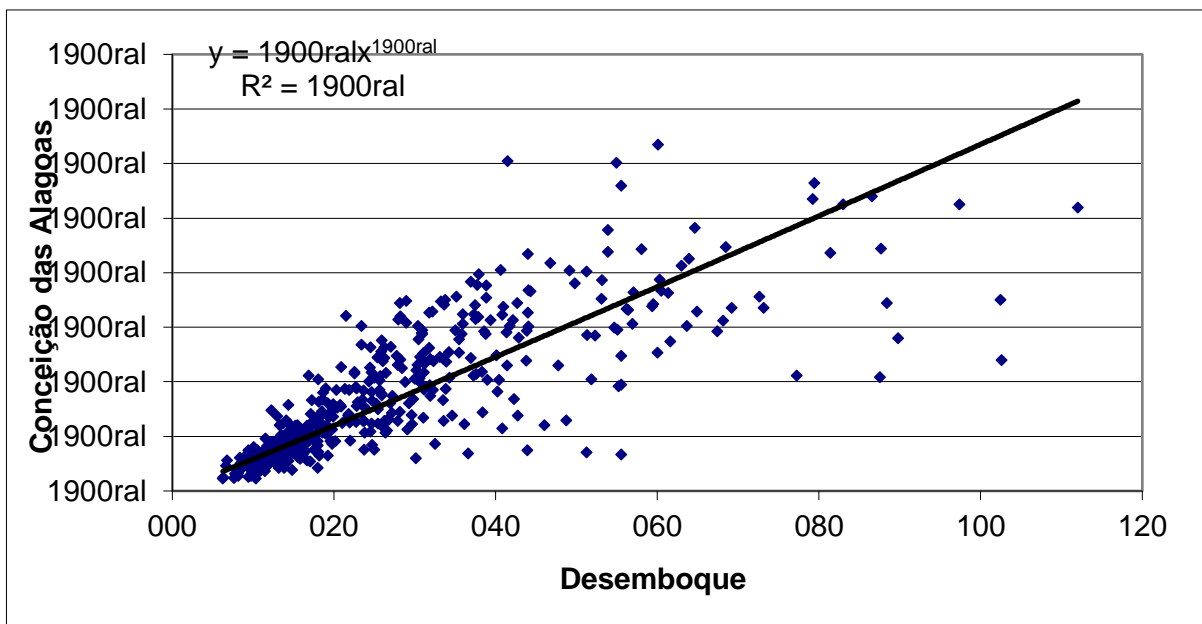


60220000 Rio Araguari em Desemboque ad=1205 km²													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1956	25,2	26,0	29,4	22,9	26,6	21,4	16,9	15,8	16,0	13,7	19,6	49,5	23,6
1957	49,1	40,4	50,0	54,6	38,0	23,7	20,5	18,5	21,5	19,4	29,0	45,3	34,2
1958	43,9	32,9	27,2	22,3	29,4	21,1	18,7	14,8	16,4	23,2	24,6	28,9	25,3
1959	71,0	45,1	64,1	35,3	22,1	17,5	14,5	12,6	10,2	15,8	27,4	23,4	29,9
1960	65,3	47,6	64,1	31,8	24,5	20,1	16,6	13,5	17,4	19,1	33,1	45,8	33,2
1961	92,1	123,9	77,9	32,6	30,9	22,3	18,9	16,2	13,4	13,6	23,6	37,9	41,9
1962	69,4	73,7	43,2	27,9	21,6	18,5	16,0	13,0	16,0	26,7	26,7	80,7	36,1
1963	48,6	44,5	28,1	19,1	16,1	12,8	11,4	10,2	8,1	13,0	21,9	10,8	20,4
1964	39,6	58,3	25,9	17,4	16,3	11,3	10,1	8,6	7,1	14,6	14,9	27,3	20,9
1965	60,6	76,1	69,6	28,2	21,5	17,8	16,3	14,3	12,9	32,7	36,6	55,8	36,9
1966	73,3	62,8	96,0	38,7	26,3	20,6	17,4	14,1	13,5	22,2	38,8	73,9	41,5
1967	84,3	80,8	62,8	32,8	23,6	20,3	16,0	11,2	9,4	14,3	32,5	50,6	36,5
1968	53,1	52,3	42,1	25,9	18,3	14,7	12,5	13,4	11,3	18,9	23,8	56,9	28,6
1969	40,1	31,2	25,6	22,8	14,6	11,6	9,8	7,7	6,3	25,0	40,8	29,7	22,1
1970	38,3	33,6	35,0	22,8	15,3	12,9	11,1	8,8	10,8	13,0	16,5	14,6	19,4
1971	55,5	51,2	43,9	30,1	10,9	11,4	8,1	6,3	10,3	13,8	18,0	51,8	26,0
1972	40,4	60,3	41,7	31,9	18,2	13,8	14,5	11,5	11,2	21,5	58,0	35,8	29,9
1973	35,9	37,3	38,5	51,2	31,2	20,7	16,7	13,3	13,0	16,4	25,4	33,9	27,8
1974	44,0	26,2	53,2	31,7	21,4	17,1	13,5	11,4	9,7	12,0	9,8	31,9	23,5
1975	37,6	47,8	21,7	22,7	15,6	13,8	12,8	9,9	7,6	11,0	36,2	29,3	22,1
1976	25,9	30,9	35,1	24,4	18,5	14,6	12,6	11,5	19,7	19,6	42,7	61,6	26,4
1977	63,6	33,8	29,6	23,7	18,6	16,0	12,5	11,1	13,2	13,2	26,7	25,4	23,9
1978	49,8	27,7	22,5	18,5	16,7	14,3	12,5	9,9	9,3	18,0	30,0	33,8	21,9
1979	57,1	60,5	34,2	33,5	23,7	18,0	16,0	14,0	15,6	14,3	24,5	40,2	29,3
1980	73,1	59,3	30,8	34,3	22,0	20,2	16,1	13,4	11,2	10,9	18,0	30,6	28,3
1981	64,9	30,2	31,9	23,5	18,1	17,0	12,9	11,4	11,7	26,3	34,6	59,5	28,5
1982	97,4	46,7	83,0	40,8	24,9	20,9	17,3	15,2	13,5	19,6	23,7	40,6	37,0
1983	86,6	112,0	81,4	53,9	35,4	31,1	22,9	19,1	26,9	36,9	60,0	63,0	52,4
1984	42,6	31,8	26,1	26,2	26,4	17,5	14,2	13,1	14,2	14,1	15,1	43,8	23,8
1985	79,2	64,6	60,1	29,0	20,9	17,2	14,8	12,3	11,9	12,9	15,1	26,6	30,4
1986	38,8	35,9	40,9	22,5	18,1	14,1	14,2	13,3	10,5	9,3	13,3	55,2	23,8
1987	54,7	36,9	23,4	32,3	20,1	15,4	12,4	10,1	11,0	12,5	13,7	25,7	22,4
1988	27,9	55,1	24,5	23,4	18,6	13,3	10,1	8,3	6,6	12,4	12,3	27,9	20,0
1989	33,1	44,3	30,4	20,3	12,9	11,7	10,1	12,1	12,3	13,3	16,9	37,3	21,2
1990	30,3	18,7	28,4	24,3	21,6	14,7	12,8	12,9	12,9	15,5	17,1	17,5	18,9
1991	68,1	49,1	79,4	68,5	25,9	18,1	15,5	13,3	12,0	23,8	17,8	29,0	35,0
1992	102,6	102,4	28,9	25,9	28,2	19,4	16,8	14,2	19,8	25,2	33,5	32,3	37,4
1993	31,1	69,2	39,3	37,4	22,7	19,2	15,2	15,3	13,6	16,6	18,4	22,7	26,7
1994	87,7	27,9	37,9	27,0	24,7	17,9	15,5	12,3	10,1	16,7	18,2	28,1	27,0
1995	24,9	63,9	31,1	24,6	19,9	16,0	13,4	10,9	10,3	12,2	14,2	46,0	24,0
1996	43,8	39,0	42,8	25,6	17,4	13,4	11,4	9,7	15,8	15,8	27,1	51,3	26,1
1997	55,5	38,8	41,3	27,2	21,0	19,9	15,5	13,0	11,8	14,3	24,7	44,1	27,3
1998	35,5	61,3	37,5	24,8	21,9	17,7	14,1	13,3	10,7	17,9	23,6	29,8	25,7
1999	38,8	32,2	56,2	28,8	18,0	15,2	11,5	9,3	9,5	9,3	19,2	25,9	22,8
2000	87,5	72,6	53,9	30,6	20,4	15,8	13,5	11,3	16,3	11,4	22,0	42,3	33,1
2001	48,8	31,1	26,2	19,2	15,1	12,0	10,4	10,1	9,4	10,6	14,8	36,6	20,4
2002	30,8	55,0	30,9	19,4	15,4	11,6	10,1	8,1	8,4	6,8	14,3	33,5	20,4
2003	88,4	44,0	33,2	28,2	19,0	14,1	11,5	9,4	9,1	9,2	17,7	26,7	25,9
2004	55,6	89,8	55,5	38,3	23,9	18,6	15,7	11,9	9,8	16,0	19,6	44,0	33,2
2005	41,5	28,1	37,7	24,6	21,8	16,9	13,4	10,9	11,7	12,5	25,5	67,4	26,0
2006	41,4	37,8	56,4	30,4	19,9	15,4	12,2	9,7	10,7	32,5	24,7	77,2	30,7
2007	103,6	65,3	43,9	33,6	21,5	16,1	13,0	10,0	7,2	9,3	26,3	57,5	33,9
2008	65,6	66,0	74,0	47,5	21,5	16,9	16,3	14,4	14,3	12,8	15,6	40,3	33,8
2009	59,5	59,0	50,9	50,4	28,9	21,3	17,3	12,0	12,3	19,4	21,5	38,7	32,6
2010	41,0	32,6	48,0	20,6	15,2	12,3	10,5	12,0	12,3	20,5	49,1	45,8	26,7
2011	65,4	29,7	92,1	45,1	25,0	20,1	15,8	12,6	10,4	13,2	15,6	43,1	32,3
2012	103,6	33,2	30,4	26,6	17,8	18,6	14,0	11,6	9,4	9,7	18,5	17,4	25,9
2013	41,6	36,4	40,9	32,7	25,1	22,6	16,2	12,8	13,2	20,1	33,8	58,2	29,5
2014	32,7	20,9	18,8	22,6	13,8	11,8	10,9	9,4	7,3	8,6	23,0	31,2	17,6
2015	14,6	42,5	37,4	33,0	23,7	17,9	14,0	10,8	16,8	9,7	19,0	41,4	23,4
Média	55,0	49,5	44,1	30,4	21,4	17,0	14,1	12,0	12,3	16,4	24,6	40,2	28,1
Máximas	103,6	123,9	96,0	68,5	38,0	31,1	22,9	19,1	26,9	36,9	60,0	80,7	59,0
Mínimas	24,9	18,7	21,7	17,4	10,9	11,3	8,14	6,25	6,32	6,77	9,76	10,8	12,8

Posto 60250000. Rio Quebra Anzol em Fazenda São Mateus. Ad = 1.231 km2													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Média
1949	47,50	48,31	45,98	34,62	26,13	21,24	15,66	13,07	11,36	17,55	20,20	35,50	28,09
1950	33,22	55,34	48,05	36,98	24,89	20,51	16,94	14,18	12,24	15,30	35,97	49,93	30,30
1951	48,77	66,53	62,27	52,15	33,81	26,68	21,78	18,46	15,52	16,38	19,76	19,19	33,44
1952	36,14	51,13	81,86	37,99	27,55	23,76	19,53	16,00	14,64	17,23	31,32	23,28	31,70
1953	18,57	21,24	39,16	32,61	19,01	14,90	12,54	10,82	12,56	13,35	13,85	27,76	19,70
1954	15,79	47,52	21,04	18,22	17,69	14,11	11,28	9,81	8,65	8,39	15,10	22,52	17,51
1955	31,70	24,48	22,82	29,35	16,60	13,28	11,18	9,71	8,18	8,83	21,16	48,47	20,48
1956	37,28	31,03	37,81	25,71	27,68	23,97	20,55	20,16	16,02	17,56	23,40	41,68	26,91
1957	48,21	50,04	56,64	72,33	43,68	31,73	26,77	22,94	21,65	20,95	28,56	56,50	40,00
1958	46,45	47,25	38,14	30,22	27,24	21,26	21,26	15,78	17,90	26,83	19,77	37,77	29,16
1959	65,03	46,78	57,21	40,35	27,29	22,38	18,53	14,39	10,69	14,75	24,39	18,89	30,06
1960	46,47	44,08	53,89	34,69	25,63	21,86	17,68	14,51	13,71	16,17	23,59	40,94	29,43
1961	61,76	85,31	72,10	40,87	36,24	26,61	22,17	18,14	15,06	15,22	20,94	33,44	37,32
1962	66,55	43,45	68,86	31,94	25,26	20,63	17,97	16,45	18,32	21,28	20,09	63,09	34,49
1963	48,30	56,20	36,63	23,51	19,24	15,67	12,71	13,70	10,86	13,43	20,50	16,87	23,97
1964	33,29	50,26	17,06	10,92	9,90	6,60	5,83	3,38	9,43	20,22	26,93	55,22	20,75
1965	65,99	77,21	92,28	48,32	32,32	24,96	22,59	18,70	15,64	24,70	25,33	52,25	41,69
1966	70,95	73,92	71,84	49,26	34,92	27,27	23,02	19,52	16,71	24,64	36,67	52,62	41,78
1967	73,28	96,33	62,09	45,78	32,99	28,51	22,87	18,86	16,06	18,66	32,06	43,70	40,93
1968	44,84	43,91	53,61	33,05	25,27	21,14	18,22	16,10	14,13	23,14	26,68	32,65	29,40
1969	41,27	34,29	31,77	27,02	20,45	17,60	15,51	13,56	13,26	22,01	37,96	37,50	26,02
1970	55,36	38,09	38,19	27,73	20,88	17,51	15,44	13,76	14,58	17,31	18,98	13,50	24,28
1971	13,86	13,75	17,63	16,45	10,68	10,82	8,78	7,80	10,98	13,57	18,55	51,12	16,17
1972	27,07	42,99	37,36	33,79	22,92	18,69	17,19	15,99	12,96	25,10	44,59	33,33	27,67
1973	48,27	43,26	51,79	53,34	34,90	23,73	22,11	18,49	16,86	21,23	32,34	28,15	32,87
1974	37,44	26,78	57,56	31,20	26,35	21,43	18,25	15,30	12,38	17,90	23,80	46,90	27,94
1975	48,55	41,99	25,69	27,83	21,07	16,82	16,47	12,87	11,10	13,13	36,30	38,07	25,83
1976	29,72	30,52	29,74	23,90	19,07	15,77	15,27	13,31	16,78	16,10	36,82	57,13	25,35
1977	56,72	46,21	28,56	27,76	21,97	19,20	15,96	13,26	12,82	12,54	22,64	22,93	25,05
1978	52,22	30,63	26,94	24,80	20,59	18,81	17,84	14,07	13,85	23,80	25,90	42,06	25,96
1979	42,25	78,57	44,87	39,11	29,21	23,81	21,59	20,07	19,50	17,79	25,37	27,74	32,49
1980	92,96	64,38	39,96	37,97	27,94	25,62	22,33	18,52	16,96	14,83	20,42	30,05	34,33
1981	50,45	30,27	30,02	29,83	22,97	20,87	15,96	14,02	12,80	25,78	40,49	56,99	29,20
1982	86,21	73,15	103,19	61,61	40,10	31,99	25,86	21,37	19,56	27,46	27,98	37,72	46,35
1983	94,81	119,47	89,08	68,23	49,20	42,40	31,93	27,64	28,94	53,31	47,97	80,12	61,09
1984	60,43	50,23	40,11	31,69	28,88	21,97	19,55	16,42	19,33	18,16	26,00	59,00	32,65
1985	76,32	76,25	63,18	41,71	30,08	24,24	21,20	18,38	18,03	16,81	17,10	31,69	36,25
1986	58,47	41,20	47,02	30,84	24,17	19,84	18,37	16,94	14,35	13,61	16,24	51,30	29,36
1987	38,98	38,58	36,70	37,52	26,19	21,51	18,14	15,59	15,84	18,53	19,80	36,46	26,99
1988	23,82	57,41	32,92	28,55	21,16	18,28	15,37	13,56	11,88	20,05	18,75	23,74	23,79
1989	30,20	35,97	28,14	21,47	17,52	15,07	13,91	14,19	13,30	13,26	16,69	33,21	21,08
1990	32,53	23,69	27,59	23,70	19,76	17,36	16,77	14,19	17,86	19,38	17,26	21,90	21,00
1991	50,67	48,30	46,00	34,60	37,27	29,70	24,93	21,05	18,68	21,86	24,05	35,07	32,68
1992	52,67	68,27	67,22	50,80	46,68	31,08	26,16	22,26	26,75	29,81	38,58	31,95	41,02
1993	35,69	60,26	56,75	55,37	35,31	31,06	24,23	21,79	19,55	23,78	17,87	20,32	33,50
1994	74,01	40,24	39,08	30,83	30,41	23,31	20,69	17,67	14,7	18,26	22,22	24,54	29,66
1995	24,65	83,20	34,35	27,60	24,64	19,37	16,74	14,24	13,71	13,60	14,82	27,33	26,19
1996	33,05	26,06	31,90	24,03	18,19	15,37	13,38	12,95	13,59	13,45	25,10	40,94	22,33
1997	103,59	45,05	45,37	38,12	29,16	26,81	21,80	18,73	16,50	18,30	23,21	49,90	36,38
1998	42,26	47,58	39,76	31,18	27,13	22,94	18,68	17,28	14,11	15,43	22,00	22,42	26,73
1999	32,68	27,98	46,00	27,48	20,60	17,85	15,19	12,90	12,49	12,32	19,45	27,51	22,70
2000	49,50	83,61	81,45	46,11	31,91	25,05	20,93	17,76	19,84	15,48	24,42	31,99	37,34
2001	34,62	25,03	26,37	18,34	16,96	14,12	13,23	11,91	11,95	14,28	14,86	39,30	20,08
2002	39,96	57,48	38,99	28,19	22,19	17,77	15,42	12,93	12,68	11,20	14,03	28,37	24,94
2003	52,77	37,18	29,52	24,39	20,83	15,97	14,28	12,33	12,02	11,13	18,37	31,26	23,34
2004	41,73	65,17	69,16	47,07	33,22	26,03	21,89	17,31	14,15	16,70	16,67	30,58	33,31
2005	46,65	31,65	41,68	28,05	25,84	20,77	16,98	14,02	14,21	13,75	23,02	54,16	27,57
2006	42,10	36,59	51,70	35,94	26,29	21,49	18,07	15,21	14,37	26,80	28,10	64,07	31,73
2007	87,58	48,3	43,23	35,49	26,42	21,17	17,76	14,82	12,05	12,37	16,85	36,11	31,01
2008	39,36	88,00	61,33	43,94	30,50	24,38	19,82	16,59	15,79	14,87	13,68	41,59	34,15
2009	56,60	63,08	47,06	51,62	33,90	26,30	21,28	18,56	14,7	19,07	24,80	30,91	33,99
2010	34,96	25,24	38,64	24,95	20,59	16,96	14,58	12,31	12,02	19,83	31,02	35,40	23,88
2011	56,35	29,89	51,49	42,30	28,22	22,83	18,67	15,33	12,80	13,93	14,32	32,52	28,22
2012	47,5	37,98	30,43	33,10	23,53	22,15	17,65	14,75	12,97	11,74	16,14	19,91	23,99
2013	28,70	33,79	34,09	27,51	22,04	20,28	15,89	13,39	11,72	15,60	19,07	28,22	22,52
2014	18,71	12,89	14,30	18,12	13,39	11,36	10,77	9,52	7,91	7,24	16,56	29,96	14,23
2015	17,09	35,39	47,52	34,90	26,84	21,04	16,62	13,20	12,70	9,45	14,40	26,76	22,99
Média	47,5	48,6	46,0	34,8	26,3	21,4	18,2	15,6	14,7	17,9	23,8	36,9	29,3
Máximo	103,6	119,5	103,2	72,3	49,2	42,4	31,9	27,6	28,9	53,3	48,0	80,1	119,5
Mínimo	13,86	12,89	14,30	10,92	9,90	6,60	5,83	3,38	7,91	7,24	13,68	13,50	3,38

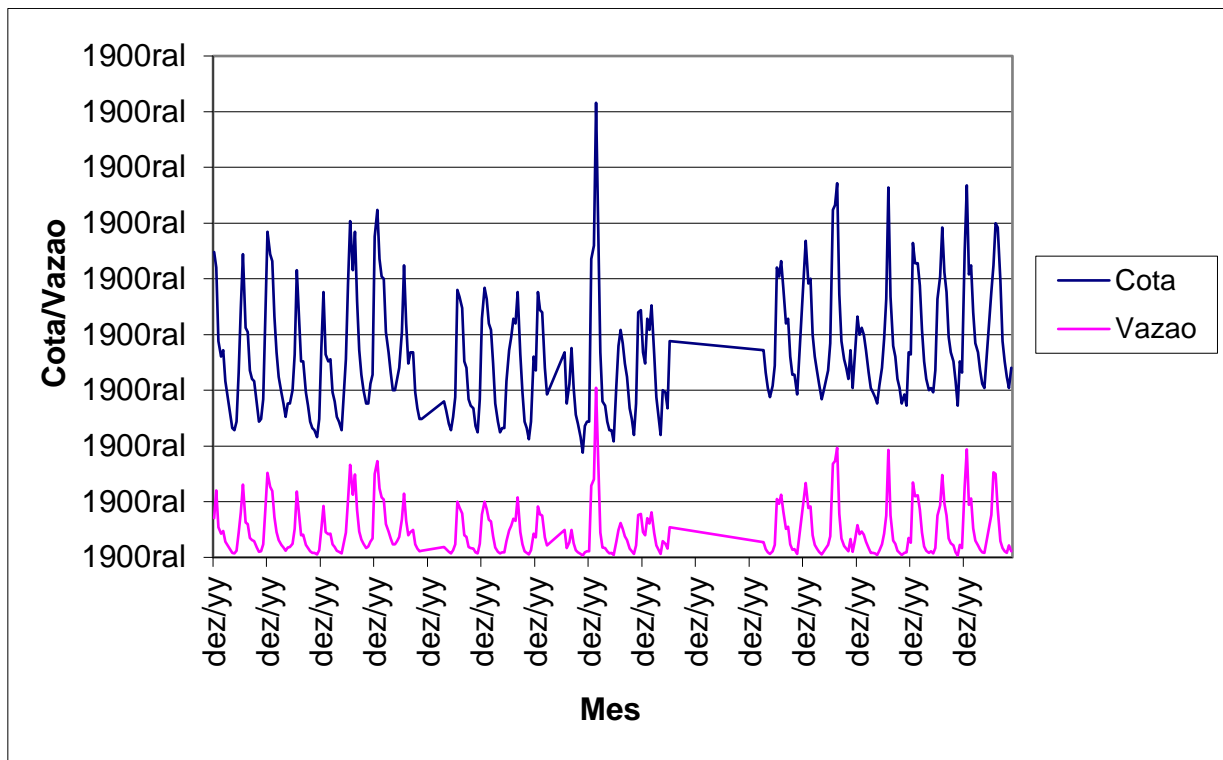
Foi feita a correlação dos dados entre os postos, obtendo-se as relações adiante, que mostram haver uma boa aderência entre eles.



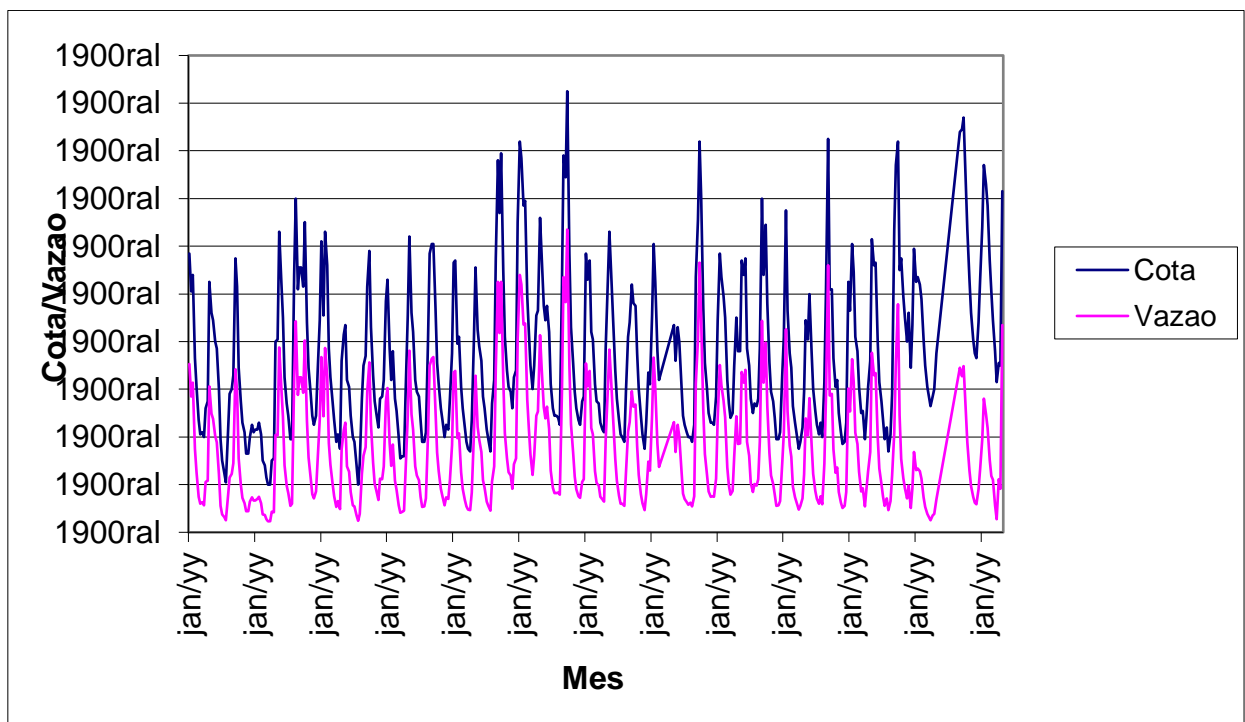


Os dados básicos fornecidos pela ANA para os postos de Uberaba e Conceição das Alagoas foram comparados em termos de cotas e vazões para se identificar qualquer incoerência, porventura existente. Ver os gráficos adiante, a partir dos quais se concluiu não haver qualquer incoerência nos dados.

**UBERABA**



**CONCEIÇÃO DAS ALAGOAS**



**6. Estudo hidrológico referente à determinação**

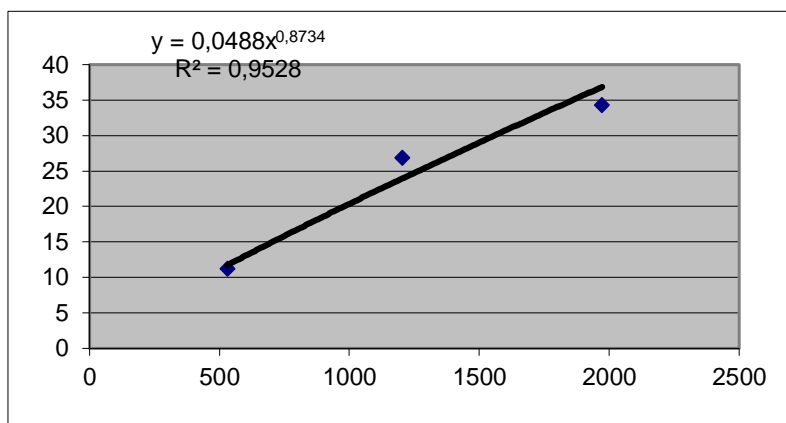
## 6.1 Série de vazões utilizadas no dimensionamento energético e vazões médias;

Foi estabelecida a curva de regionalização com os pares de valores, vazão média de longo termo ( $m^3/s$ ) versus área de drenagem ( $km^2$ ), referente ao período comum 1968/2006, conforme apresentado adiante.

Nome Posto	Área de Drenagem ( $km^2$ )	Vazão Média do Período Comum ( $m^3/s$ )	Vazão Específica ( $l/sxkm^2$ )
Rio Araguari em Desemboque	1.205	26,9	22,32
Rio Uberaba em Uberaba	530	11,2	21,13
Rio Uberaba em Conceição das Alagoas	1.973	34,3	17,38

**Ad ( $km^2$ ) Q( $m^3/s$ )**

530	11,2
1973	34,3
1205	26,9



A MLT para o eixo Renato ( $Ad = 142,5 km^2$ ) é de  $3,71 m^3/s$  para o período comum (1968/2006).

Com base na relação entre as médias do local e a do posto base adotado (rio Araguari em Desemboque (série completada até 1949 por correlação com o rio Quebra Anzol em Fazenda São Mateus), relação essa que se constitui no fator de transferência, obtém-se as afluências naturais ao local.

Assim, tem-se:  $Q_{\text{Eixo}} = 0,14164 \times Q_{\text{Desemboque}}$ , onde

$Q_{\text{Eixo}}$  é a vazão média mensal ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) no eixo do barramento;

$Q_{\text{Desemboque}}$  é a vazão média mensal ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) no posto fluviométrico base.

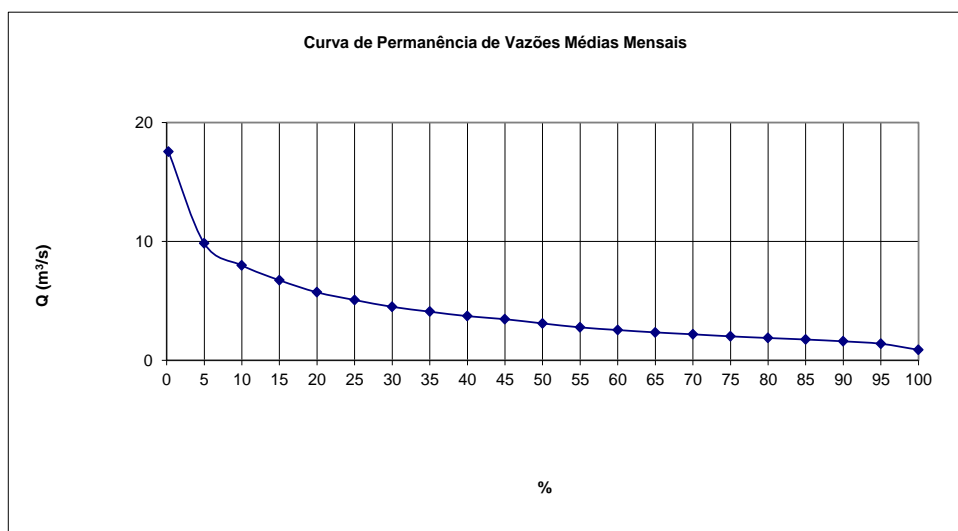
A série histórica de vazões, obtida assim, de acordo com a metodologia explicitada, está mostrada adiante, no qual se obteve, para o período maior disponível (1949/2015), uma MLT de  $3,92 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Ribeirão do Jaguará em PCH Renato. Ad=142,5 km²													
Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média
1949	7,16	7,32	6,87	4,75	3,30	2,52	1,70	1,35	1,12	1,97	2,37	4,91	3,78
1950	4,51	8,73	7,27	5,18	3,10	2,41	1,88	1,50	1,24	1,65	4,99	7,64	4,17
1951	7,41	11,08	10,17	8,08	4,61	3,39	2,61	2,10	1,68	1,80	2,30	2,21	4,79
1952	5,03	7,88	14,49	5,36	3,54	2,92	2,26	1,75	1,56	1,92	4,17	2,84	4,48
1953	2,12	2,52	5,58	4,40	2,19	1,59	1,27	1,05	1,28	1,38	1,45	3,57	2,37
1954	1,72	7,16	2,49	2,07	1,99	1,49	1,11	0,93	0,79	0,76	1,62	2,72	2,07
1955	4,24	3,03	2,77	3,84	1,83	1,37	1,10	0,91	0,73	1,74	2,27	5,80	2,47
1956	3,56	3,68	4,16	3,25	3,77	3,03	2,40	2,24	2,27	1,95	2,78	7,01	3,34
1957	6,96	5,72	7,08	7,73	5,38	3,35	2,90	2,62	3,05	2,74	4,11	6,42	4,84
1958	6,22	4,66	3,85	3,16	4,16	2,98	2,65	2,10	2,32	3,29	3,49	4,09	3,58
1959	10,05	6,39	9,08	5,00	3,12	2,48	2,05	1,78	1,45	2,24	3,88	3,31	4,24
1960	9,25	6,74	9,08	4,50	3,47	2,85	2,35	1,91	2,47	2,71	4,69	6,49	4,71
1961	13,05	17,55	11,04	4,62	4,37	3,16	2,67	2,30	1,90	1,93	3,34	5,37	5,94
1962	9,84	10,44	6,12	3,95	3,07	2,62	2,27	1,85	2,26	3,77	3,78	11,43	5,12
1963	6,88	6,30	3,98	2,70	2,28	1,81	1,61	1,44	1,15	1,84	3,10	1,54	2,89
1964	5,60	8,26	3,67	2,47	2,31	1,60	1,43	1,22	1,00	2,06	2,10	3,86	2,97
1965	8,58	10,78	9,86	3,99	3,05	2,52	2,31	2,03	1,82	4,63	5,19	7,91	5,22
1966	10,39	8,89	13,60	5,48	3,73	2,92	2,47	2,00	1,91	3,15	5,49	10,47	5,88
1967	11,94	11,45	8,89	4,64	3,35	2,87	2,26	1,59	1,34	2,03	4,60	7,16	5,18
1968	7,52	7,41	5,97	3,67	2,59	2,08	1,77	1,90	1,60	2,68	3,37	8,06	4,05
1969	5,68	4,42	3,63	3,23	2,06	1,65	1,39	1,10	0,90	3,54	5,78	4,20	3,13
1970	5,43	4,76	4,96	3,23	2,17	1,83	1,57	1,25	1,54	1,85	2,33	2,06	2,75
1971	7,87	7,25	6,22	4,26	1,55	1,62	1,15	0,89	1,46	1,96	2,55	7,34	3,68
1972	5,72	8,54	5,91	4,52	2,58	1,96	2,06	1,63	1,58	3,04	8,22	5,07	4,24
1973	5,09	5,28	5,46	7,25	4,42	2,94	2,37	1,89	1,84	2,33	3,60	4,80	3,94
1974	6,23	3,72	7,53	4,50	3,03	2,43	1,91	1,62	1,37	1,70	1,38	4,52	3,33
1975	5,32	6,77	3,07	3,22	2,21	1,95	1,81	1,40	1,08	1,56	5,12	4,15	3,14
1976	3,66	4,38	4,97	3,46	2,62	2,06	1,79	1,62	2,80	2,77	6,05	8,73	3,74
1977	9,01	4,79	4,19	3,35	2,64	2,26	1,77	1,58	1,87	1,86	3,79	3,60	3,39
1978	7,05	3,93	3,19	2,61	2,36	2,03	1,78	1,40	1,32	2,55	4,25	4,78	3,11
1979	8,08	8,57	4,84	4,74	3,36	2,55	2,27	1,98	2,21	2,03	3,48	5,70	4,15
1980	10,36	8,40	4,36	4,85	3,11	2,86	2,28	1,89	1,58	1,54	2,54	4,33	4,01
1981	9,20	4,27	4,51	3,33	2,56	2,40	1,83	1,61	1,66	3,73	4,90	8,43	4,04
1982	13,79	6,62	11,75	5,78	3,53	2,96	2,45	2,15	1,92	2,77	3,36	5,75	5,24
1983	12,26	15,86	11,53	7,63	5,02	4,41	3,25	2,70	3,82	5,23	8,50	8,92	7,43
1984	6,04	4,50	3,69	3,71	3,74	2,48	2,02	1,85	2,02	2,00	2,14	6,21	3,37
1985	11,22	9,15	8,51	4,10	2,96	2,44	2,10	1,75	1,69	1,83	2,13	3,76	4,30
1986	5,50	5,09	5,80	3,19	2,56	1,99	2,01	1,88	1,49	1,32	1,88	7,82	3,38
1987	7,74	5,23	3,32	4,58	2,84	2,18	1,76	1,43	1,56	1,77	1,93	3,64	3,17
1988	3,95	7,80	3,47	3,31	2,64	1,88	1,42	1,18	0,94	1,75	1,74	3,95	2,84
1989	4,69	6,28	4,31	2,87	1,83	1,66	1,44	1,71	1,74	1,88	2,39	5,28	3,01
1990	4,30	2,64	4,03	3,45	3,06	2,08	1,81	1,82	1,83	2,20	2,42	2,48	2,68
1991	9,65	6,96	11,25	9,70	3,66	2,56	2,19	1,89	1,70	3,36	2,52	4,11	4,96
1992	14,53	14,51	4,10	3,67	3,99	2,74	2,38	2,01	2,80	3,57	4,74	4,57	5,30
1993	4,41	9,80	5,57	5,30	3,21	2,73	2,16	2,16	1,93	2,36	2,60	3,22	3,79
1994	12,42	3,95	5,37	3,83	3,50	2,54	2,19	1,74	1,43	2,36	2,57	3,99	3,83
1995	3,53	9,05	4,40	3,49	2,82	2,27	1,90	1,54	1,46	1,73	2,02	6,52	3,39
1996	6,20	5,52	6,07	3,63	2,47	1,89	1,62	1,38	2,24	2,23	3,84	7,26	3,70
1997	7,87	5,49	5,86	3,86	2,97	2,82	2,20	1,84	1,68	2,03	3,50	6,24	3,86
1998	5,03	8,68	5,31	3,52	3,10	2,50	2,00	1,88	1,52	2,53	3,35	4,22	3,64
1999	5,50	4,56	7,96	4,08	2,55	2,15	1,63	1,32	1,35	1,32	2,72	3,68	3,23
2000	12,40	10,29	7,63	4,34	2,89	2,24	1,91	1,60	2,31	1,62	3,11	5,99	4,69
2001	6,91	4,40	3,71	2,72	2,13	1,71	1,47	1,44	1,33	1,51	2,10	5,18	2,88
2002	4,37	7,78	4,38	2,75	2,19	1,65	1,42	1,15	1,19	0,96	2,03	4,75	2,88
2003	12,52	6,23	4,70	3,99	2,69	2,00	1,63	1,33	1,29	1,30	2,51	3,78	3,67
2004	7,87	12,72	7,86	5,42	3,39	2,64	2,23	1,68	1,38	2,27	2,77	6,23	4,71
2005	5,88	3,98	5,34	3,49	3,09	2,39	1,90	1,55	1,65	1,77	3,61	9,55	3,68
2006	5,86	5,36	7,98	4,31	2,81	2,18	1,73	1,38	1,52	4,60	3,49	10,94	4,35
2007	14,68	9,24	6,22	4,77	3,04	2,29	1,84	1,41	1,02	1,32	3,72	8,14	4,81
2008	9,30	9,35	10,48	6,73	3,03	2,37	2,31	2,04	2,02	1,82	2,20	5,54	4,77
2009	8,43	8,36	7,22	7,14	4,09	3,02	2,45	1,70	1,74	2,75	3,04	5,49	4,62
2010	5,80	4,61	6,80	2,91	2,15	1,74	1,49	1,70	1,74	2,91	6,95	6,49	3,78
2011	9,26	4,21	13,05	6,39	3,54	2,84	2,24	1,79	1,47	1,86	2,22	6,11	4,58
2012	14,67	4,70	4,31	3,77	2,52	2,63	1,98	1,65	1,33	1,37	2,63	2,47	3,67
2013	5,89	5,16	5,79	4,63	3,56	3,20	2,29	1,81	1,87	2,85	4,79	8,25	4,17
2014	4,63	2,96	2,67	3,20	1,95	1,68	1,54	1,33	1,03	1,21	3,26	4,41	2,49
2015	2,06	6,02	5,29	4,68	3,36	2,54	1,98	1,54	2,38	1,38	2,69	5,86	3,31
Média	7,46	6,99	6,34	4,36	3,03	2,39	1,97	1,67	1,68	2,25	3,41	5,54	3,92
Máximas	14,7	17,5	14,5	9,70	5,38	4,41	3,25	2,70	3,82	5,23	8,50	11,4	17,5
Mínimas	1,72	2,52	2,49	2,07	1,55	1,37	1,10	0,886	0,733	0,758	1,38	1,54	0,733

A curva de permanência de vazões do local em estudo (eixo Renato) está apresentada adiante.



%	Q(m <sup>3</sup> /s)
0,2	17,55
5	9,84
10	7,98
15	6,73
20	5,72
25	5,07
30	4,50
35	4,09
40	3,72
45	3,46
50	3,10
55	2,77
60	2,55
65	2,35
70	2,19
75	2,02
80	1,88
85	1,75
90	1,60
95	1,40
100	0,886



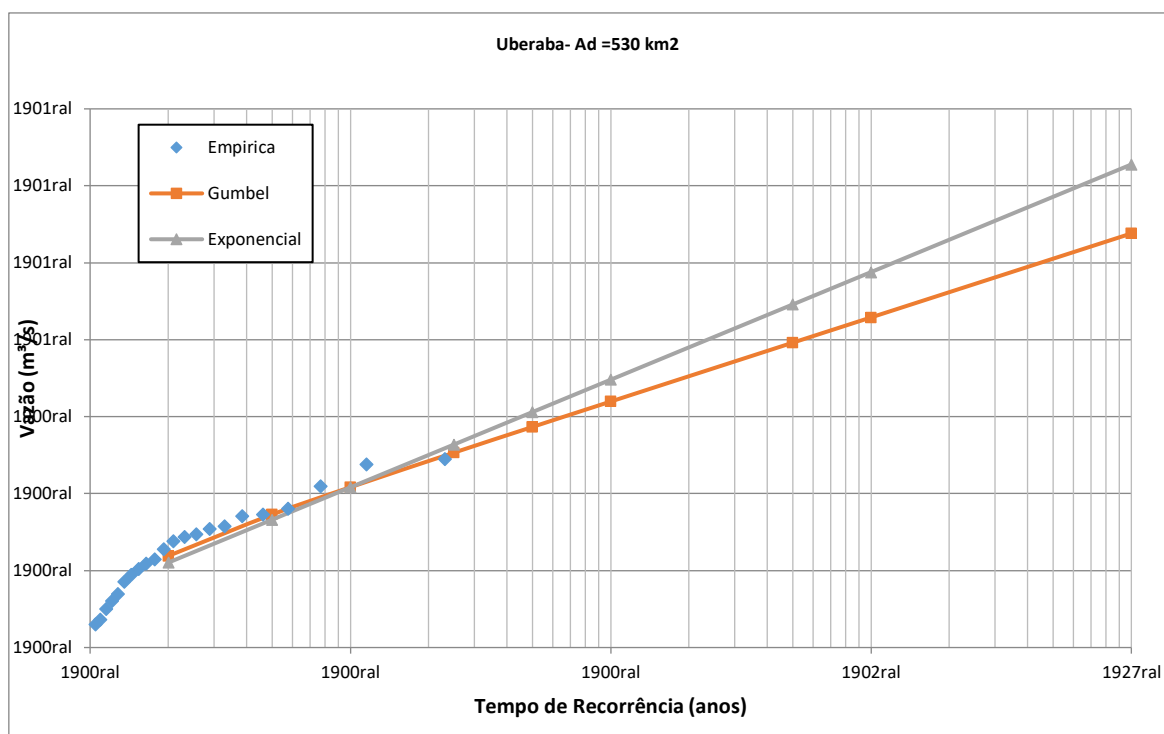
## 6.2 Vazões máximas consideradas no dimensionamento das estruturas extravasoras;

As cheias de projeto foram calculadas pelo método direto de análise de frequência, empregando as amostras dos máximos anuais de vazão média diária, retirados da série efetivamente observada na estação fluviométrica base utilizada, Uberaba.

O quadro adiante apresenta os valores das vazões máximas médias diárias anuais para o período de observações.

A esses valores foram ajustadas curvas de frequência de diversos tipos, sendo adotada a Gumbel, por ser mais conservadora, além de ter uma boa aderência, principalmente nos valores extremos observados.

Os valores de vazões máximas médias observadas, bem como a aplicação da distribuição a esses valores para diversos períodos de recorrência e o resumo dos resultados estão apresentados nos quadros e figura adiante.



As cheias médias diárias foram transferidas para o eixo Renato, empregando a metodologia de regionalização hidrológica do item anterior, através dos fatores respectivos, tendo em vista tratar-se de uma região homogênea do ponto de vista hidrológico. Adotou-se a distribuição de Gumbel pelo fato de sua assimetria ser menor do que 1,5.

Os valores máximos médios diários foram corrigidos pela expressão de Fuller para obtenção dos máximos instantâneos, a saber:

#### Picos Instantâneos

TR (anos)	Qmx.base (m3/s)	Q(m³/s)	
		Qmax.med	Qmax.Inst.
2	119	38,9	62,2
10	208	68,0	109
25	253	82,7	132
50	287	93,8	150
100	320	105	168
500	396	129	206
1000	429	140	224
10000	538	176	282

Para o eixo em estudo, Renato, considerando que o barramento será de concreto, a cheia de projeto do vertedouro é a milenar (224m³/s) e a do desvio a TR 25 anos (132m³/s).

#### 6.4 Vazões mínimas

O aproveitamento será implantado para funcionar a fio d'água, não havendo qualquer regularização.

Em relação às vazões mínimas, segundo a distribuição de Weibull, a partir das séries históricas, obtém-se abaixo as mínimas de 7 dias de duração. Como fluxo residual adotou-se 0,450m<sup>3</sup>/s, ou seja, 50% da Q<sub>7,10</sub>.

Weibull TR (anos)	Posto Base Q7 (m <sup>3</sup> /s)	PCH Renato Q7 (m <sup>3</sup> /s)
1,01	16,00	2,27
1,1	12,70	1,80
1,2	11,57	1,64
1,4	10,40	1,47
1,6	9,73	1,38
1,8	9,26	1,31
2	8,90	1,26
5	7,08	1,00
10	6,36	0,901
25	5,79	0,820
50	5,51	0,781
100	5,33	0,755

#### 6.5 Transporte de sedimentos;

Através da utilização de equação preditiva “EUPS”, publicação 174 da IAHS/AISH, “Sediment Budgets”, p. 425 a 429, 1988, tem-se:

Q<sub>s</sub> = Transporte sólido de longo termo em m<sup>3</sup> /km<sup>2</sup> ano;

Y(LS) = Erosividade regional, calculada com base na expressão da fórmula de Wischmeier = RKLSCP, onde

R = 2000 (DNPM, Controle de Poluição, 1987);

- K = Erodibilidade do solo = 0,25 (DNPM, Controle de Poluição, 1987, pág.152);
- L = Comprimento de rampa = 333m (mapa 1:50.000);
- S = 10% (mapa 1:100.000);
- LS =  $(0,0136 + 0,0096S + 0,001385S^2)L^{0,5} = 4,54$
- C = Práticas de cultivo e manejo = 0,20 (DNPM)
- P = Práticas conservacionistas (efeitos de barragens naturais nas várzeas = 0,15 (DNPM)
- Qs =  $2000 \times 0,25 \times 4,54 \times 0,20 \times 0,15 = 68,10 \text{ t/km}^2 \times \text{ano}$ ,

Tem-se, então:

EIXO	ÁREA DE DRENAGEM (km <sup>2</sup> )	Carga Sólida (t/ano)
Renato	142,5	9.704

**7. Dimensionamento de todas as estruturas hidráulicas (barragem, vertedouro, tomada d'água, galeria de adução/chaminé de equilíbrio, conduto forçado, casa de força, canal de fuga, descarregadores de fundo, estruturas de desvio, dentre outras)**

O **vertedouro** foi dimensionado com concreto massa, com 11m de altura máxima, 46 m de comprimento de crista, associado à barragem; é do tipo livre com perfil Creager. A capacidade do vertedouro é de 224m<sup>3</sup>/s, recorrência de 1000 anos, atingindo o NA Máximo na EL.734,00.

A **barragem** foi dimensionada com de concreto massa com 89,59 de comprimento total de crista, sendo 41,67 m de comprimento na ombreira direita, 32,92 m na ombreira esquerda, e 15 m restantes na travessia do vertedouro, 11m de altura máxima, com fundação e ombreiras em rocha.

O **desvio do rio** foi planejado em duas fases, recorrência de 25 anos, período seco. Na primeira, o rio permanece no seu leito natural, permitindo a construção da descarga de fundo e demais estruturas, fora do leito do rio. Em uma segunda etapa, o

rio será desviado, através de uma estrutura de **descarga de fundo** com 1 comporta vagão (1 x 3,00 m x 3,00 m) com passagem d'água 2,40m x 2,40m, dimensionada para o período seco. Se a obra avançar pelo período chuvoso, eventuais excessos passarão pelo vertedouro em construção. As ensecadeiras previstas terão a função apenas de desviar o fluxo para a galeria de descarga de fundo.

A **tomada d'água** está posicionada também na ombreira direita, com acesso à sua plataforma, a partir da crista da própria barragem. Possui ranhuras para operação do stoplog e da comporta. A fim de ensecar a tomada d'água, quando necessário, foram deixadas para pranchões de madeira (stop log), localizado 1,50 m antes da comporta. A cota do piso da soleira da comporta da tomada d'água será 729,10m. A comporta da tomada d'água será metálica do tipo gaveta de acionamento mecânico manual, com paramento em chapa # 1/4" a jusante. A comporta obturará uma passagem de 3,25 m de largura por 2,00 m de altura. O volume mínimo de água na tomada deve corresponder a, pelo menos, 10 segundos de operação.

Após a tomada d'água, o **circuito de adução** será composto por um conduto de adução DN1,90m, comprimento de 2.870 m, até uma **chaminé de equilíbrio** DN 8,00 m, de onde parte um **conduto forçado** DN 1,27 m com 760 m de comprimento médio.

A **casa de força** será construída a jusante do conduto forçado na margem direita do ribeirão do Jaguará e será do tipo externa. A casa de máquinas será construída de alvenaria e concreto armado, possuindo telhado com telhas de fibrocimento, piso de concreto liso onde serão assentadas as canaletas para acomodarem os cabos elétricos.

Nela serão instaladas três unidades geradoras Francis Horizontal, a saber 1x1,4MW e 2x1,9MW, perfazendo uma capacidade total de 5,2MW nos bornes dos geradores.

Situado logo abaixo da sala de máquinas, estão os três **tubos de sucção**. O **canal de fuga** será feito de concreto armado e revestido de nata de cimento, tendo 84,21 m de comprimento por 25m de largura e altura variável será escavado em solo e rocha alterada e encaminhará as vazões turbinadas até o rio. O canal de fuga deverá ser protegido no fundo e paredes, com concreto lançado. Os taludes do canal deverão ter inclinação 1:1.

## **8. Dimensionamento hidráulico dos descarregadores de fundo, quando existirem;**

O descarregador de fundo foi projetado como uma estrutura dotada de uma (1) comporta vagão (1 x 3,00 m x 3,00 m), com passagem d'água 2,40m x 2,40m, dimensionada para o período seco, para uma vazão variando desde a MLT (3,92 m<sup>3</sup>/s) até 10 vezes esse valor (39,2 m<sup>3</sup>/s).

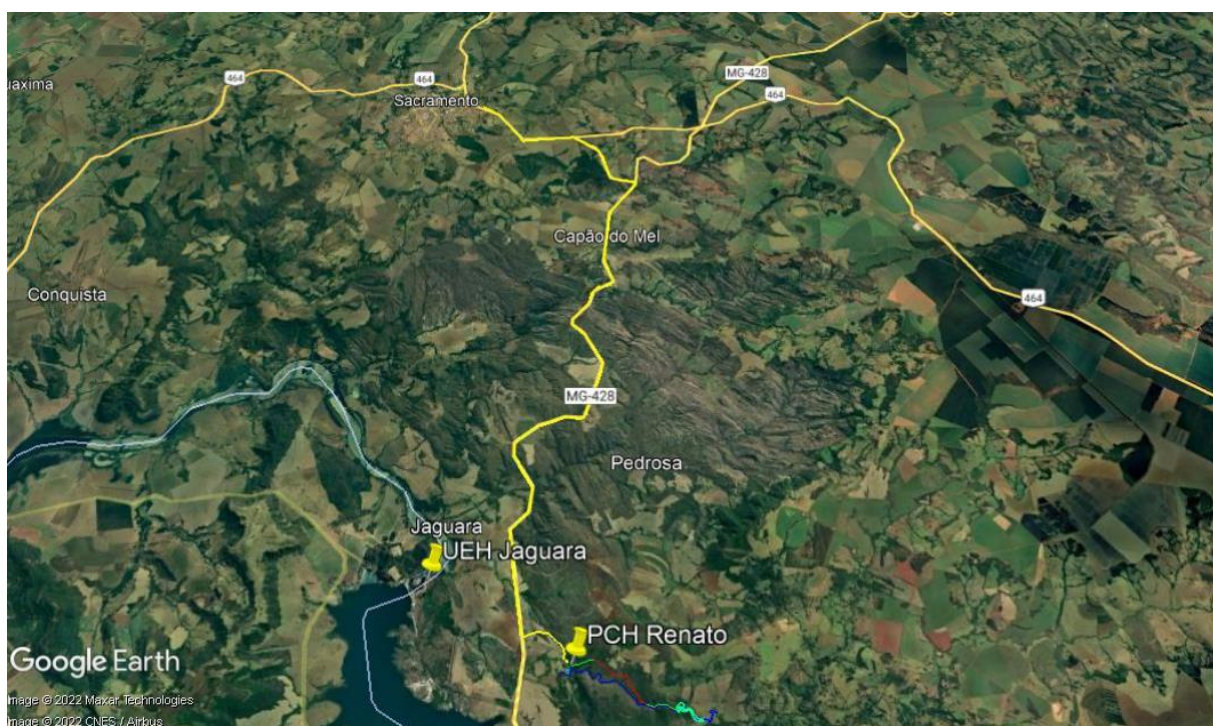
### **9. Descrição das características do empreendimento no que se refere à vazão mínima remanescente e restrições à montante e jusante do TVR- Trecho de Vazão Reduzida;**

O fluxo residual de 0,450 m<sup>3</sup>/s para jusante será liberado, através do vertedouro, que funcionará permanentemente com uma lâmina de 2,5cm.

O vertedouro é de concreto massa, com 10m de altura máxima, 46 m de comprimento de crista, associado à barragem, é do tipo livre com perfil Creager. A capacidade do vertedouro é de 224m<sup>3</sup>/s, recorrência de 1000 anos, atingindo o NA Máximo na EL.734,00.

### **10. Mapa de localização e de arranjo do empreendimento**

Mapa de localização:



Ver anexo BNL-B-SC-DE-1411-0 (arranjo do empreendimento)

### **11. Planta do reservatório;**

Ver anexo BNL-B-SC-DE-405-0

### **12. Estudos referentes ao reservatório quanto à definição:**

#### **- das condições de enchimento;**

Não se aplica, uma vez que a usina funciona a fio d'água e o volume é pequeno com enchimento em um único dia.

#### **- das condições de assoreamento e vida útil do reservatório;**

Para o cálculo da vida útil dos reservatórios na bacia foi utilizado o método simplificado, recomendado pelas diretrizes constantes no manual "Guia de Avaliação de Assoreamento de Reservatórios", ANEEL, 2000. Em função das dimensões do reservatório analisado, a eficiência de retenção dos sedimentos afluentes pode ser determinada, através da curva de Churchill, elaborada para pequenos reservatórios (Annandale, 1987).

A curva de Churchill fornece a porcentagem de sedimento afluente que passa para jusante da barragem, em função do Índice de Sedimentação (IS), obtido pela seguinte expressão:

$$IS = \frac{g \cdot V_{res}^2}{Q^2 \cdot L}, \text{ onde } V_{RES}, \text{ volume máximo normal do reservatório (m}^3\text{), } Q \text{ é a vazão média de longo termo (m}^3\text{/s); } g \text{ é a aceleração da gravidade (9,81 m/s}^2\text{); e } L \text{ representa o comprimento do reservatório (m).}$$

Para calcular a eficiência de retenção é necessário o conhecimento do peso específico dos sedimentos. Considerando a distribuição granulométrica do sedimento em suspensão no eixo em questão, onde: areia = 53%; silte = 11%; Argila = 36%; o cálculo do peso específico do sedimento é expresso por:

$$W_1 = 0,01602 [26 (0,36) + 70 (0,11) + 97 (0,53)] = 1,097 \text{ t/m}^3$$

O peso específico após t = 50 anos será:

$$W_t = W_1 + 0,4343 \times K [ t / ( t-1) \times \ln t - 1 ] \times 0,016$$

$$K = [0 (0,36) + 5,7 (0,11) + 10 (0,53)] = 5,927$$

$$W_t = 1,22 \text{ t/m}^3.$$

Segundo a metodologia usual, a avaliação do assoreamento de reservatório deve considerar, além da descarga específica total de sedimentos, a eficiência de retenção e o peso específico aparente do sedimento. Assim, o volume anual de sedimentos retido no reservatório é calculado por:

$$V_s = q_{st} \cdot A \cdot E_r / \gamma_{ap}$$

onde:

$q_{st}$  é a descarga sólida total específica, em  $\text{t/km}^2/\text{ano}$ ;

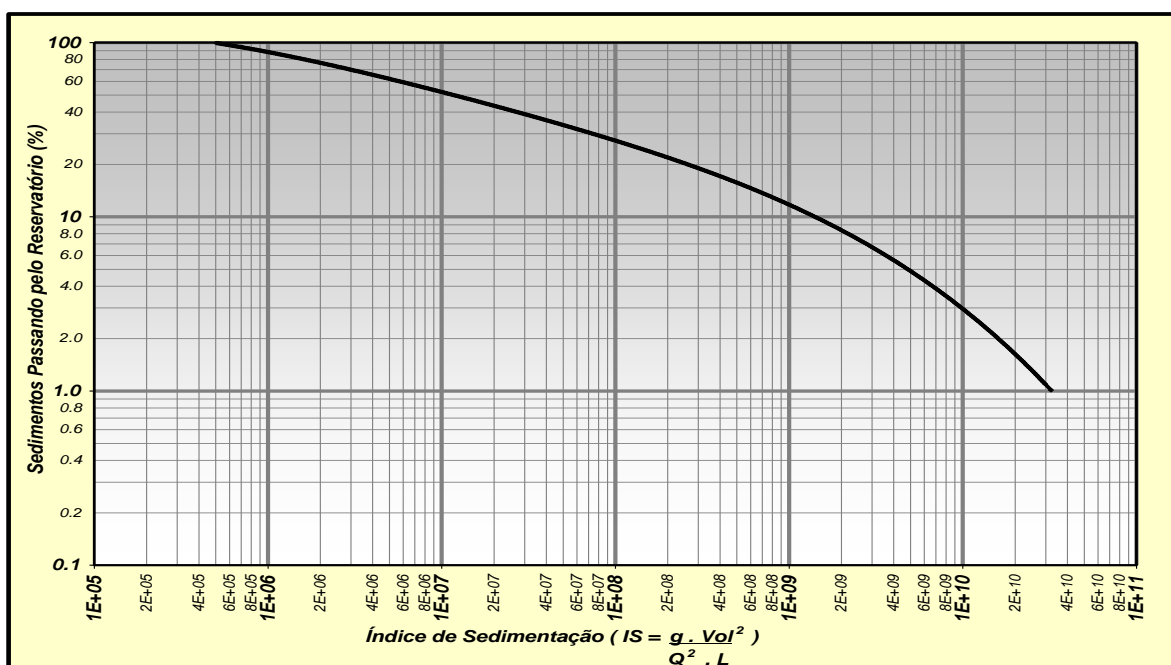
$A$  é a área de drenagem, em  $\text{km}^2$ ;

$E_r$  é a eficiência de retenção;

$\gamma_{ap}$  é o peso específico aparente do sedimento, em  $\text{t/m}^3$ ;

Da curva de Churchill, apresentada na figura adiante, para cada  $IS$  calculado, obtém-se os valores de sedimentos, passando pelo reservatório.

A eficiência de retenção é dada pela subtração de 100% ao valor encontrado.





Como critério de dimensionamento, o valor do tempo de assoreamento não deve ser inferior ao da vida útil do aproveitamento, considerado em 50 anos. Assim, obtém-se o valor do volume morto do reservatório por:

$$Vm = Ta \cdot Vs = 50 \cdot Vs$$

onde:

$Vm$  é o volume morto do reservatório, em  $m^3$ ;

$Ta$  é o tempo de assoreamento, em anos;

$Vs$  é a produção anual de sedimentos retidos no reservatório, em  $m^3$ /ano.

O quadro adiante mostra os resultados obtidos para os eixos em estudo, com o tempo de vida útil, considerando o assoreamento para 80% do volume do reservatório.

Características	Eixo Renato
Descarga sólida total - DST (t/ano)	9.704
Comprimento do Reservatório - L (m)	1.326
Volume NAM ( $m^3$ )	126.134
Índice de Sedimentação $IS=gV^2/(L.MLT^2)$	$7,66 \times 10^6$
Sedimentos efluentes (%)	48
Sedimentos retidos (%)	52
Volume de sedimentos retidos ( $m^3$ /ano)	4.136
Volume morto ( $m^3$ em 50 anos)	206.806
Vida Útil (anos)	24

**OBS.:** Haverá necessidade de limpezas periódicas para manutenção da operacionalidade do reservatório.

**- do remanso – obrigatório somente para reservatórios com área superior a 3  $km^2$ .**

Ver a representação em mapa, gráfica e numérica do perfil da linha d'água para a cheia de 100 anos ( $168 m^3/s$  e NA máximo  $733,66 m$ ) no desenho BNL-B-SC-DE-110-1 em anexo, ressaltando-se que não há nenhuma obra hidráulica instalada na bacia, nem a montante, nem a jusante

- da curva “cota x área x volume”;

COTA (m)	ÁREA (km <sup>2</sup> )	VOL. (hm <sup>3</sup> )	COTA (m)	ÁREA (km <sup>2</sup> )	VOL. (hm <sup>3</sup> )
<b>723,00</b>	-	-	<b>728,00</b>	0,0130	0,0220
<b>724,00</b>	0,0000	0,0000	<b>729,00</b>	0,0170	0,0360
<b>725,00</b>	0,0021	0,0007	<b>730,00</b>	0,0240	0,0560
<b>726,00</b>	0,0050	0,0040	<b>732,00</b>	0,0470	0,1260
<b>727,00</b>	0,0090	0,0110	<b>734,00</b>	0,0870	0,2540

A representação gráfica da curva está no arquivo anexo BNL-B-SC-DE-404.1

**13. Estudo energético apresentando a série de vazões quanto à evolução da energia assegurada.**

DADOS BÁSICOS

#### **Série de Vazões Afluentes**

A série histórica de vazões, obtida assim, de acordo com a metodologia explicitada, está mostrada adiante, no qual se obteve, para o período maior disponível (1949/2015), uma MLT de 3,92 m<sup>3</sup>/s.

#### **Níveis de Operação**

O NA normal do aproveitamento é a El.732,00m, sendo o de jusante a EL.570m, conforme levantamento topográfico realizado. A queda bruta máxima operacional ficou estabelecida, então, em 162m.

#### **Rendimentos das Turbinas e Geradores**

Os rendimentos dos conjuntos foram fixados em 85,63% por se tratarem de turbinas Francis acopladas a geradores de alto rendimento.

#### **Definição do Número de Unidades Geradoras**

O número de unidades geradoras foi feito igual a 3 para maior flexibilidade operacional.

### **Indisponibilidade Programada e Forçada**

O número de horas operacionais adotado foi, para o cálculo da energia média, de 8.234,4 hs, correspondendo a 1,5% de indisponibilidade forçada e 4,6% de indisponibilidade programada;

### **Vazão Ecológica no Trecho de Rio Remanescente**

A vazão ecológica no trecho ensecado deverá ser de, no mínimo: 0,450 m<sup>3</sup>/s;

### **Perdas Hidráulicas**

Adotado 5% da queda bruta.

Ribeirão do Jaguará em PCH Renato. Ad=142,5 km²													
Ano	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média
1949	7,16	7,32	6,87	4,75	3,30	2,52	1,70	1,35	1,12	1,97	2,37	4,91	3,78
1950	4,51	8,73	7,27	5,18	3,10	2,41	1,88	1,50	1,24	1,65	4,99	7,64	4,17
1951	7,41	11,08	10,17	8,08	4,61	3,39	2,61	2,10	1,68	1,80	2,30	2,21	4,79
1952	5,03	7,88	14,49	5,36	3,54	2,92	2,26	1,75	1,56	1,92	4,17	2,84	4,48
1953	2,12	2,52	5,58	4,40	2,19	1,59	1,27	1,05	1,28	1,38	1,45	3,57	2,37
1954	1,72	7,16	2,49	2,07	1,99	1,49	1,11	0,93	0,79	0,76	1,62	2,72	2,07
1955	4,24	3,03	2,77	3,84	1,83	1,37	1,10	0,91	0,73	1,74	2,27	5,80	2,47
1956	3,56	3,68	4,16	3,25	3,77	3,03	2,40	2,24	2,27	1,95	2,78	7,01	3,34
1957	6,96	5,72	7,08	7,73	5,38	3,35	2,90	2,62	3,05	2,74	4,11	6,42	4,84
1958	6,22	4,66	3,85	3,16	4,16	2,98	2,65	2,10	2,32	3,29	3,49	4,09	3,58
1959	10,05	6,39	9,08	5,00	3,12	2,48	2,05	1,78	1,45	2,24	3,88	3,31	4,24
1960	9,25	6,74	9,08	4,50	3,47	2,85	2,35	1,91	2,47	2,71	4,69	6,49	4,71
1961	13,05	17,55	11,04	4,62	4,37	3,16	2,67	2,30	1,90	1,93	3,34	5,37	5,94
1962	9,84	10,44	6,12	3,95	3,07	2,62	2,27	1,85	2,26	3,77	3,78	11,43	5,12
1963	6,88	6,30	3,98	2,70	2,28	1,81	1,61	1,44	1,15	1,84	3,10	1,54	2,89
1964	5,60	8,26	3,67	2,47	2,31	1,60	1,43	1,22	1,00	2,06	2,10	3,86	2,97
1965	8,58	10,78	9,86	3,99	3,05	2,52	2,31	2,03	1,82	4,63	5,19	7,91	5,22
1966	10,39	8,89	13,60	5,48	3,73	2,92	2,47	2,00	1,91	3,15	5,49	10,47	5,88
1967	11,94	11,45	8,89	4,64	3,35	2,87	2,26	1,59	1,34	2,03	4,60	7,16	5,18
1968	7,52	7,41	5,97	3,67	2,59	2,08	1,77	1,90	1,60	2,68	3,37	8,06	4,05
1969	5,68	4,42	3,63	3,23	2,06	1,65	1,39	1,10	0,90	3,54	5,78	4,20	3,13
1970	5,43	4,76	4,96	3,23	2,17	1,83	1,57	1,25	1,54	1,85	2,33	2,06	2,75
1971	7,87	7,25	6,22	4,26	1,55	1,62	1,15	0,89	1,46	1,96	2,55	7,34	3,68
1972	5,72	8,54	5,91	4,52	2,58	1,96	2,06	1,63	1,58	3,04	8,22	5,07	4,24
1973	5,09	5,28	5,46	7,25	4,42	2,94	2,37	1,89	1,84	2,33	3,60	4,80	3,94
1974	6,23	3,72	7,53	4,50	3,03	2,43	1,91	1,62	1,37	1,70	1,38	4,52	3,33
1975	5,32	6,77	3,07	3,22	2,21	1,95	1,81	1,40	1,08	1,56	5,12	4,15	3,14
1976	3,66	4,38	4,97	3,46	2,62	2,06	1,79	1,62	2,80	2,77	6,05	8,73	3,74
1977	9,01	4,79	4,19	3,35	2,64	2,26	1,77	1,58	1,87	1,86	3,79	3,60	3,39
1978	7,05	3,93	3,19	2,61	2,36	2,03	1,78	1,40	1,32	2,55	4,25	4,78	3,11
1979	8,08	8,57	4,84	4,74	3,36	2,55	2,27	1,98	2,21	2,03	3,48	5,70	4,15
1980	10,36	8,40	4,36	4,85	3,11	2,86	2,28	1,89	1,58	1,54	2,54	4,33	4,01
1981	9,20	4,27	4,51	3,33	2,56	2,40	1,83	1,61	1,66	3,73	4,90	8,43	4,04
1982	13,79	6,62	11,75	5,78	3,53	2,96	2,45	2,15	1,92	2,77	3,36	5,75	5,24
1983	12,26	15,86	11,53	7,63	5,02	4,41	3,25	2,70	3,82	5,23	8,50	8,92	7,43
1984	6,04	4,50	3,69	3,71	3,74	2,48	2,02	1,85	2,02	2,00	2,14	6,21	3,37
1985	11,22	9,15	8,51	4,10	2,96	2,44	2,10	1,75	1,69	1,83	2,13	3,76	4,30
1986	5,50	5,09	5,80	3,19	2,56	1,99	2,01	1,88	1,49	1,32	1,88	7,82	3,38
1987	7,74	5,23	3,32	4,58	2,84	2,18	1,76	1,43	1,56	1,77	1,93	3,64	3,17
1988	3,95	7,80	3,47	3,31	2,64	1,88	1,42	1,18	0,94	1,75	1,74	3,95	2,84
1989	4,69	6,28	4,31	2,87	1,83	1,66	1,44	1,71	1,74	1,88	2,39	5,28	3,01
1990	4,30	2,64	4,03	3,45	3,06	2,08	1,81	1,82	1,83	2,20	2,42	2,48	2,68
1991	9,65	6,96	11,25	9,70	3,66	2,56	2,19	1,89	1,70	3,36	2,52	4,11	4,96
1992	14,53	14,51	4,10	3,67	3,99	2,74	2,38	2,01	2,80	3,57	4,74	4,57	5,30
1993	4,41	9,80	5,57	5,30	3,21	2,73	2,16	2,16	1,93	2,36	2,60	3,22	3,79
1994	12,42	3,95	5,37	3,83	3,50	2,54	2,19	1,74	1,43	2,36	2,57	3,99	3,83
1995	3,53	9,05	4,40	3,49	2,82	2,27	1,90	1,54	1,46	1,73	2,02	6,52	3,39
1996	6,20	5,52	6,07	3,63	2,47	1,89	1,62	1,38	2,24	2,23	3,84	7,26	3,70
1997	7,87	5,49	5,86	3,86	2,97	2,82	2,20	1,84	1,68	2,03	3,50	6,24	3,86
1998	5,03	8,68	5,31	3,52	3,10	2,50	2,00	1,88	1,52	2,53	3,35	4,22	3,64
1999	5,50	4,56	7,96	4,08	2,55	2,15	1,63	1,32	1,35	1,32	2,72	3,68	3,23
2000	12,40	10,29	7,63	4,34	2,89	2,24	1,91	1,60	2,31	1,62	3,11	5,99	4,69
2001	6,91	4,40	3,71	2,72	2,13	1,71	1,47	1,44	1,33	1,51	2,10	5,18	2,88
2002	4,37	7,78	4,38	2,75	2,19	1,65	1,42	1,15	1,19	0,96	2,03	4,75	2,88
2003	12,52	6,23	4,70	3,99	2,69	2,00	1,63	1,33	1,29	1,30	2,51	3,78	3,67
2004	7,87	12,72	7,86	5,42	3,39	2,64	2,23	1,68	1,38	2,27	2,77	6,23	4,71
2005	5,88	3,98	5,34	3,49	3,09	2,39	1,90	1,55	1,65	1,77	3,61	9,55	3,68
2006	5,86	5,36	7,98	4,31	2,81	2,18	1,73	1,38	1,52	4,60	3,49	10,94	4,35
2007	14,68	9,24	6,22	4,77	3,04	2,29	1,84	1,41	1,02	1,32	3,72	8,14	4,81
2008	9,30	9,35	10,48	6,73	3,03	2,37	2,31	2,04	2,02	1,82	2,20	5,54	4,77
2009	8,43	8,36	7,22	7,14	4,09	3,02	2,45	1,70	1,74	2,75	3,04	5,49	4,62
2010	5,80	4,61	6,80	2,91	2,15	1,74	1,49	1,70	1,74	2,91	6,95	6,49	3,78
2011	9,26	4,21	13,05	6,39	3,54	2,84	2,24	1,79	1,47	1,86	2,22	6,11	4,58
2012	14,67	4,70	4,31	3,77	2,52	2,63	1,98	1,65	1,33	1,37	2,63	2,47	3,67
2013	5,89	5,16	5,79	4,63	3,56	3,20	2,29	1,81	1,87	2,85	4,79	8,25	4,17
2014	4,63	2,96	2,67	3,20	1,95	1,68	1,54	1,33	1,03	1,21	3,26	4,41	2,49
2015	2,06	6,02	5,29	4,68	3,36	2,54	1,98	1,54	2,38	1,38	2,69	5,86	3,31
Média	7,46	6,99	6,34	4,36	3,03	2,39	1,97	1,67	1,68	2,25	3,41	5,54	3,92
Máximas	14,7	17,5	14,5	9,70	5,38	4,41	3,25	2,70	3,82	5,23	8,50	11,4	17,5
Mínimas	1,72	2,52	2,49	2,07	1,55	1,37	1,10	0,886	0,733	0,758	1,38	1,54	0,733

## QUEDA LÍQUIDA DE PROJETO

A queda líquida de projeto pode ser expressa por:

$$HL = 0,95 \times (732,00 - 570,00) = 153,90m.$$

## EVOLUÇÃO DA ENERGIA ASSEGURADA

A evolução da energia assegurada foi calculada, utilizando-se um modelo matemático de simulação energética, HIDROEN, que faz a integração numérica da curva de permanência de energia, a partir da série histórica de vazões médias diárias, conforme quadro auto-explicativo adiante.

Na modelagem, para cada vazão da coluna de duração (permanência) é calculada a vazão média turbinada, subtraindo-se a vazão ecológica, a potência correspondente, a energia incremental, a energia acumulada, a energia média correspondente e o fator de capacidade.

Duração (%)	Q. Natural (m <sup>3</sup> /s)	Q. Turb. (m <sup>3</sup> /s)	Potência (kW)	Increment. (MWh)	En. Total (MWh)	Média (MW)	Ft. Cpc. (-)
100	0,886	0,576	744	6191	6191	0,707	-
95	1,40	1,09	1404	5358	11550	1,318	0,94
90	1,60	1,29	1666	2016	13565	1,549	0,93
85	1,75	1,44	1865	1445	15011	1,714	0,92
80	1,88	1,57	2030	1132	16143	1,843	0,91
75	2,02	1,71	2208	1148	17291	1,974	0,89
70	2,19	1,88	2429	1334	18624	2,126	0,88
65	2,35	2,04	2637	1171	19795	2,260	0,86
60	2,55	2,24	2896	1345	21140	2,413	0,83
55	2,77	2,46	3183	1374	22514	2,570	0,81
50	3,10	2,79	3611	1873	24387	2,784	0,77
45	3,46	3,15	4074	1827	26214	2,993	0,73
40	3,72	3,41	4403	1163	27377	3,125	0,71
35	4,09	3,78	4889	1519	28896	3,299	0,67
30	4,50	4,02	5200	840	29736	3,395	0,65
25	5,07	4,02	5200	0	29736	3,395	0,65
20	5,72	4,02	5200	0	29736	3,395	0,65
15	6,73	4,02	5200	0	29736	3,395	0,65
10	7,98	4,02	5200	0	29736	3,395	0,65
5	9,84	4,02	5200	0	29736	3,395	0,65
		0,31	162	8,322			

**14. Para aproveitamentos com potência instalada acima de 30 MW, apresentar a permanência, em curva e tabela, das vazões afluentes e defluentes na ponta e fora da ponta, considerando todo o período de dados e considerando apenas o período de**

**estiagem;**

Não se aplica, uma vez que a usina funcionará a fio d'água e potência instalada de 5,2 MW.

**15. Descrição da regra operativa com apresentação das vazões máximas e mínimas turbinadas, contemplando a manutenção da vazão reduzida;**

Trecho	Vazão Máxima m <sup>3</sup> /s	Vazão Mínima m <sup>3</sup> /s
1. No rio entre o barramento e a casa de força	>17,5	0,450
2. No canal de fuga a jusante da casa de força	4,02	0,576

Assim, a potência máxima a ser instalada na PCH Renato é de 5,2MW, com energia média de 3,395MW médios, com as seguintes condições operacionais prevalentes:

Queda Bruta Máxima: 162m;

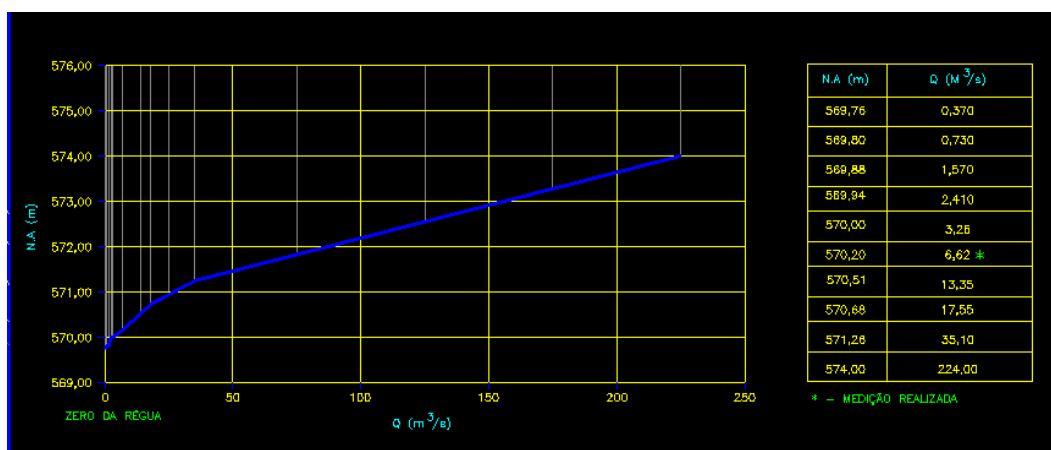
Queda de Referência: 153,85m;

Queda de Projeto: 153,85m;

Vazão turbinada máxima: 4,02m<sup>3</sup>/s.

**16. Apresentar estudo da oscilação do nível de água a jusante da casa de força, considerando os usuários existentes até o momento;**

A oscilação do nível de água a jusante da casa de força é expressa pela curva chave do canal de fuga, conforme desenho BNL-B-SC-DE-405-0 e gráfico adiante, tendo sido obtido, através da seguinte metodologia:



- Levantamento da seção topobatimétrica do ribeirão, junto ao canal de fuga da usina;
- Cálculo das áreas molhadas para cada NA do rio;
- Cálculo das larguras do rio para cada NA;
- Cálculo das vazões pela equação do escoamento para seções irregulares, que é:  $Q = 1,7 \times A \times (A/L)^{0,5}$ , onde A é a área molhada em m<sup>2</sup>, L a largura do rio em m e Q a vazão do rio em m<sup>3</sup>/s;
- Incorporação da medição realizada em 19 de janeiro de 2017 (Q= 6,62 m<sup>3</sup>/s para o NA 570,20 m).

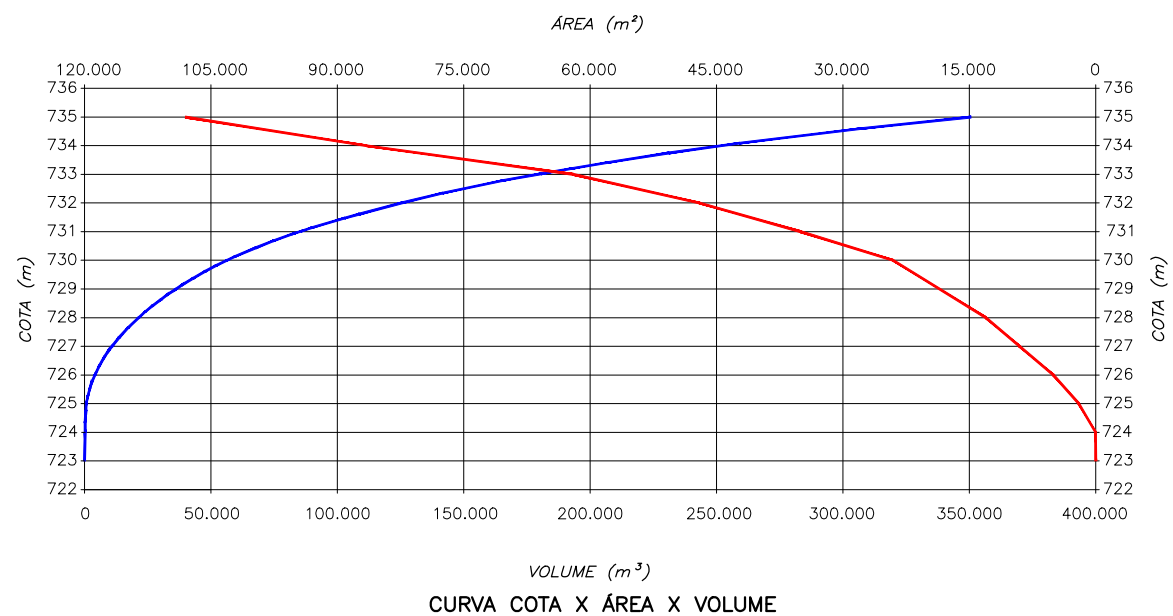
Verifica-se que a proteção da casa de força deverá ser feita, no mínimo, até a El. 574,00 m, correspondente à cheia milenar (Q = 224 m<sup>3</sup>/s).

**17. Apresentar estudo de enchimento do reservatório considerando em todos os meses do ano a manutenção da vazão 100%Q7,10. Ressalta-se que a proposta não deve prever interrupção de fluxo em nenhuma fase do enchimento;**

Não se aplica, uma vez que a usina funciona a fio d'água e o volume é pequeno com enchimento em um único dia.

**18. Descrever detalhadamente os procedimentos adotados para a operação do descarregador de fundo, tendo em vista a manutenção da condição da qualidade das águas e seus usos a jusante;**

O descarregador de fundo estará parcialmente aberto (28,5cm) para liberar a vazão residual, sendo que no período de cheias será totalmente aberto para ajudar a descarregar as cheias. Assim, a qualidade da água do ribeirão e seus usos a jusante não serão prejudicados.



COTA (m)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	VOLUME (m <sup>3</sup> )
723	0	0
724	0,80	0,27
725	2.095,93	712,83
726	4.997,54	4.156,13
727	8.696,52	10.918,32
728	12.722,58	21.564,24
729	16.836,43	36.295,80
730	23.794,91	56.451,86
731	34.411,43	85.134,86
<b>732</b>	<b>40.000,00</b>	<b>122.340,58</b>
733	61.642,73	173.161,95
734	86.558,82	247.262,73
735	107.782,08	344.433,18

LEGENDA:  
— VOLUME  
— ÁREA

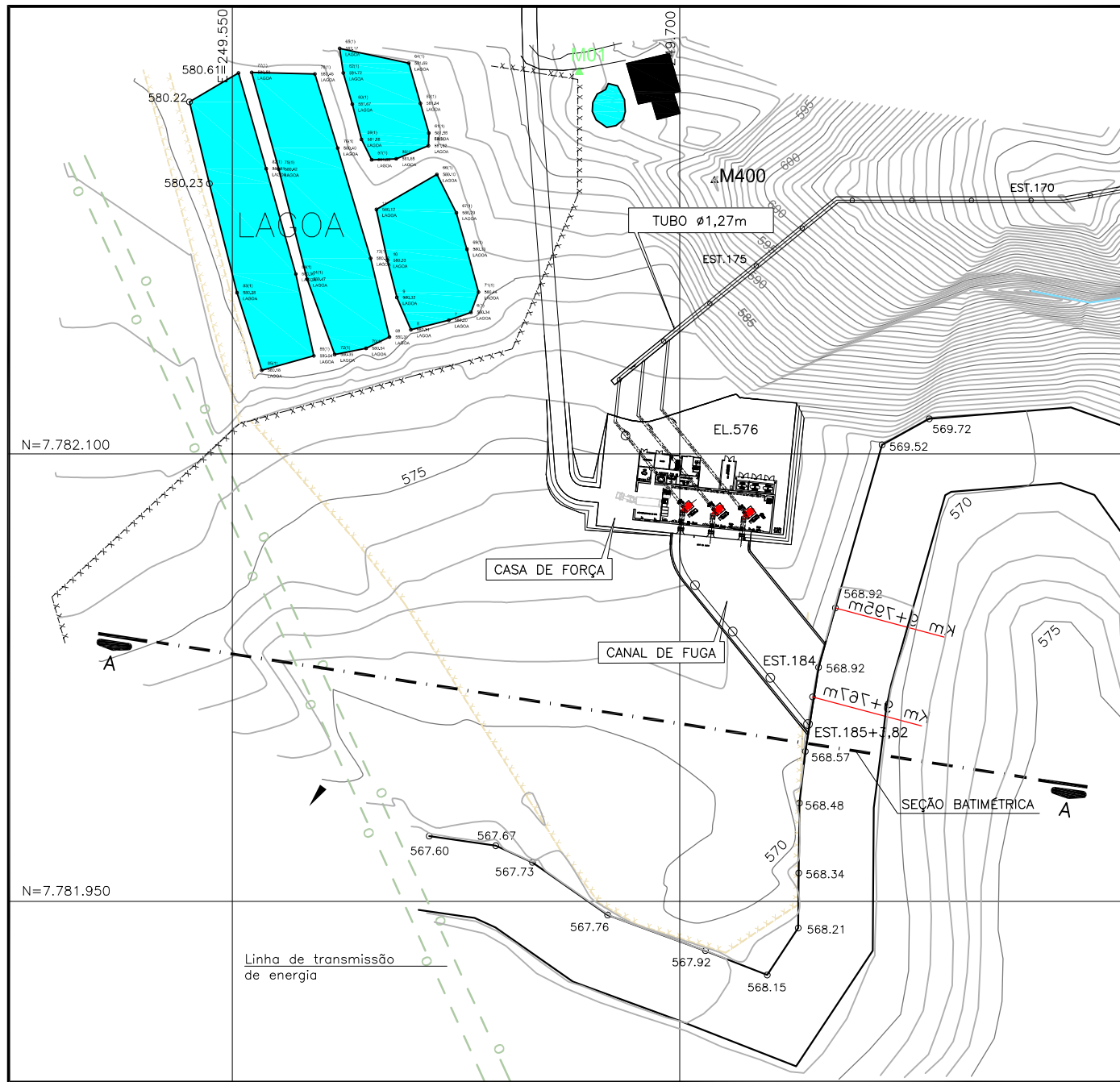
NOTA: 1 - TODAS AS DIMENSÕES E ELEVAÇÕES SÃO DADAS EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.

REV.	DATA	POR	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES
0	FEV./17	O.V.F.	EMIÇÃO INICIAL
E M I S S Õ E S			

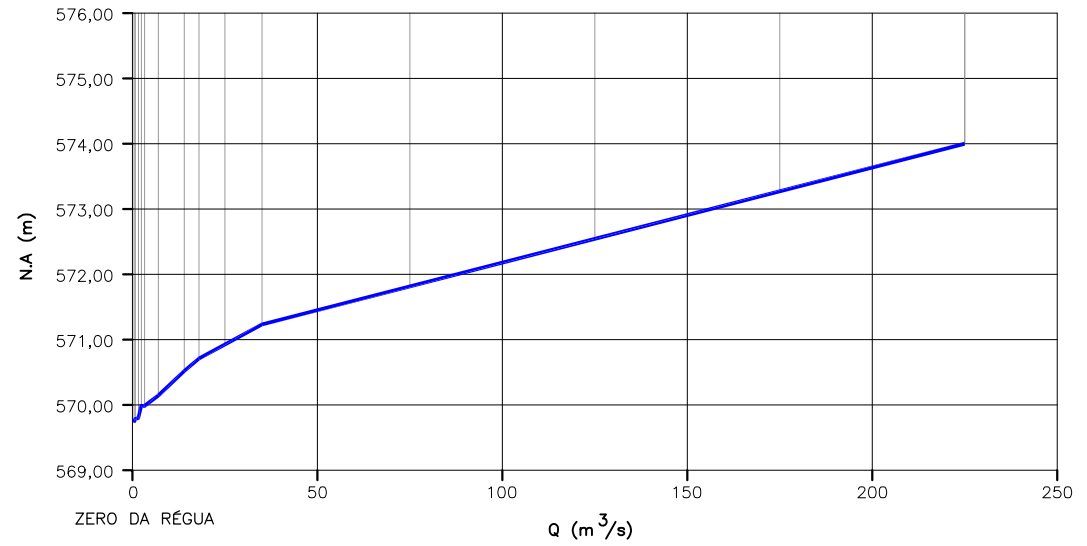
<b>RAM</b> PROJETOS DE ENGENHARIA	
ELABORAÇÃO: MResende	<i>Orlando Vignoli Filho</i> ORLANDO VIGNOLI FILHO RESP. TÉCNICO
VERIFICAÇÃO: O.V.F.	8775/D CREA Nº
APROVAÇÃO: O.V.F.	DATA: FEVEREIRO/2017
Nº DAM: BNL-B-SC-DE-404-1	

<b>ANTÔNIO CARLOS DURSO CARNEIRO</b>					
PROJETO BÁSICO DA PCH RENATO RESERVATÓRIO E CURVAS COTA X ÁREA X VOLUME PLANTA, QUADRO E GRÁFICO					
Nº CONTRATO:		Nº CLIENTE:			
RESPONSÁVEL:	DATA: 02/2017	ESCALA: INDICADA	FORM: A1	REV: 00	FOLHA: 01/01



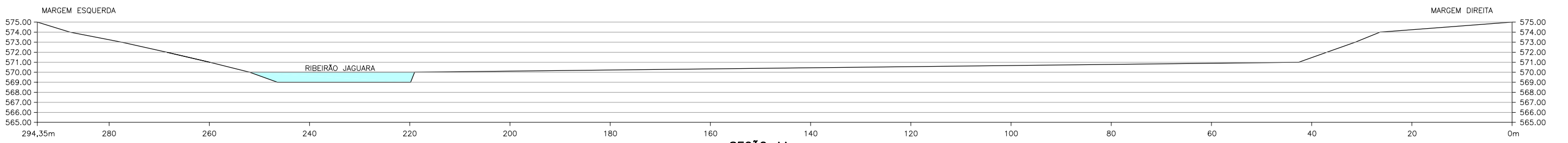


PLANTA  
 0 20 40 60 80 100 200m  
 ESCALA - 1:1.000 (A1)



N.A (m)	Q (M <sup>3</sup> /s)
569,76	0,370
569,80	0,730
569,88	1,570
569,94	2,410
570,00	3,26
570,20	6,62 *
570,51	13,35
570,68	17,55
571,26	35,10
574,00	224,00

\* - MEDIÇÃO REALIZADA



SEÇÃO AA  
 SEÇÃO BATIMÉTRICA A JUSANTE DO RIBEIRÃO JAGUARA

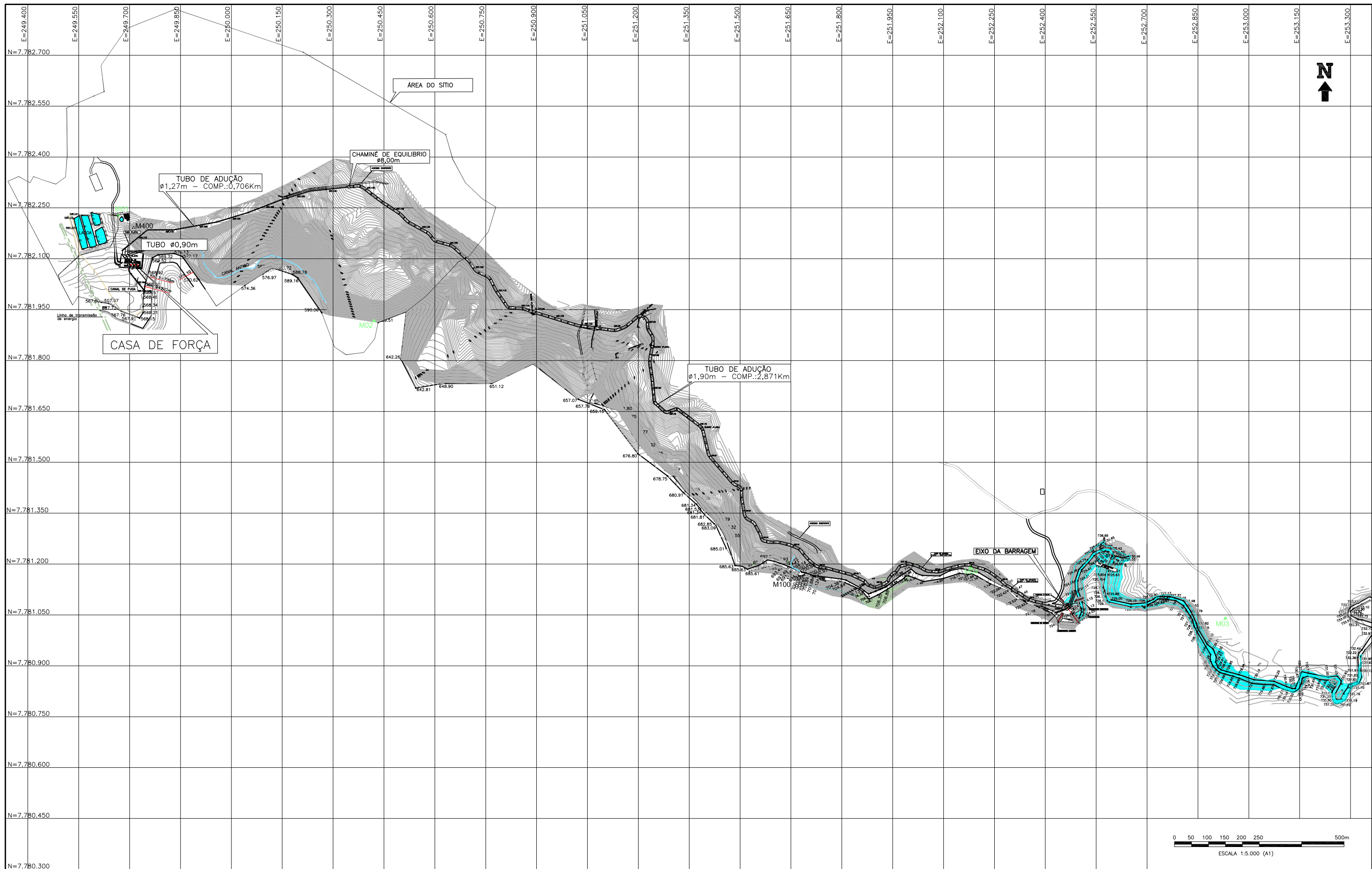
0 1 2 3 4 5 10m  
 ESCALA VERTICAL  
 0 5 10 15 20m  
 ESCALA HORIZONTAL

NOTA: 1 - TODAS AS DIMENSÕES E ELEVAÇÕES SÃO DADAS EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.

REV.	DATA	POR	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES
0	FEV./17	O.V.F.	EMISSION INICIAL
E M I S S Õ E S			

<b>RAM</b> PROJETOS DE ENGENHARIA	
ELABORAÇÃO: MResende	ORLANDO VIGNOLI FILHO RESP. TÉCNICO
VERIFICAÇÃO: O.V.F.	8775/D CREA N°
APROVAÇÃO: O.V.F.	DATA: FEVEREIRO/2017
NDAM: BNL-B-SC-DE-405-0	

<b>ANTÔNIO CARLOS DURSO CARNEIRO</b>					
PROJETO BÁSICO DA PCH RENATO CURVA CHAVE DO CANAL DE FUGA PLANTA E GRÁFICO					
N° CONTRATO:	ANÁLISE:	N° CLIENTE:			
RESPONSÁVEL:	DATA: 02/2017	ESCALA: INDICADA	FORM: A1	REV: 00	FOLHA: 01/01

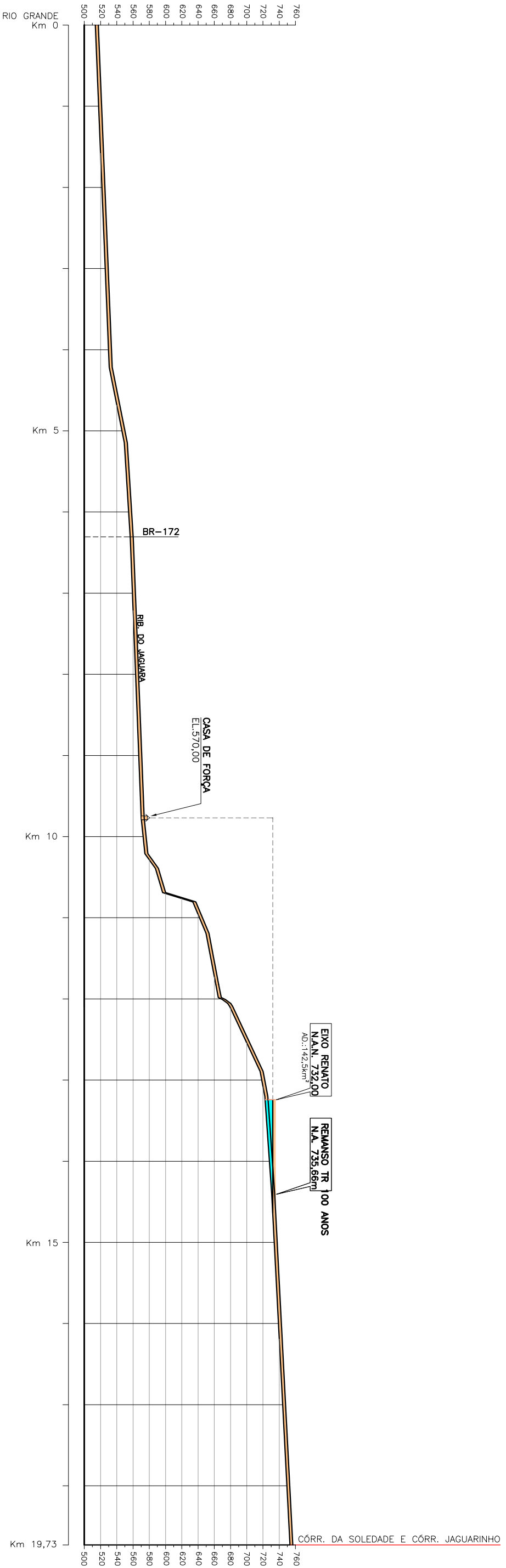


NOTA: 1 - TODAS AS DIMENSÕES E ELEVAÇÕES SÃO DADAS EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.

REV.	DATA	POR	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES
0	ABRIL/17	O.V.F.	EMISSION INICIAL
E M I S S Õ E S			

<b>RAM</b> PROJETOS DE ENGENHARIA	
ELABORAÇÃO: MResende	ORLANDO VIGNOLI FILHO RESP. TÉCNICO
VERIFICAÇÃO: O.V.F.	8775/D CREA N°
APROVAÇÃO: O.V.F.	DATA ABRIL/2017
NDAM BNL-B-SC-DE-1411-0	

<b>ANTÔNIO CARLOS DURSO CARNEIRO</b>					
PROJETO BÁSICO DA PCH RENATO ARRANJO GERAL - ÁREA DO SÍTIO PLANTA					
N° CONTRATO:		ANÁLISE:		N° CLIENTE:	
RESPONSÁVEL:		DATA: 04/2017	ESCALA: 1:5.000	FORM: A1	REV: 00
				FOLHA: 01/01	



**PERFIL DO RIBEIRÃO DO JAGUARA**  
 VERT.: 0 25 50 75 100 125m  
 HOR.: 0 0,25 0,5 0,75 1 1,25km  
 ESCALA

NOTAS:

REV.	DATA	POR	DESCRIÇÃO DAS REVISÕES
0	SET/09	F.A.R.M.	EMISSÃO INICIAL
1	DEZ/16	O.V.F.	REVISÃO GERAL

E M I S S O E S	
-----------------	--



PROJETO DE ENGENHARIA  
 ELABORAÇÃO: WRO  
 VERIFICAÇÃO: O.V.F.  
 APROVAÇÃO: O.V.F.  
 N° PROJ.: BNL-B-SC-DE-110-0

**SANCLAGE**  
 ESTUDOS DE INVENTÁRIO DO RIBEIRÃO DO JAGUARA  
 DIVISÃO DE QUEDA  
 PERFIL

RESPONSÁVEL:	ANÁLISE:	DATA:	ESCALA:	FORM.:	REV.:	FOLHA:
		DEZ/16	INDICADA	A1	01	01