



**Companhia Catarinense  
de Águas e Saneamento**

**SAA – BOMBINHAS**

**AMPLIAÇÃO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO  
DE ÁGUA ZIMBROS**

**CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA E ESTAÇÃO DE TRATAMENTO  
DE ÁGUA**

**MUNICÍPIO DE BOMBINHAS/SC**

**MEMORIAL DESCRITIVO E DE CÁLCULO**

Nerilton Nerilo  
Engº. Civil (Estudo hidrológico)

Paulo Henrique Wagner  
Engº. Civil (Projeto de ampliação da Barragem)

Sheila Kusterko  
Engª. Sanitarista e Ambiental (Estudo populacional, demandas e ETA)

Junho, 2013





## SUMÁRIO

<b>1. Introdução</b>	<b>2</b>
<b>1.1. ETA Zimbros</b>	<b>2</b>
<b>2. Objetivos</b>	<b>3</b>
<b>3. Área de influência do projeto</b>	<b>4</b>
<b>4. Estudo Populacional</b>	<b>4</b>
<b>4.1. População de influência do projeto</b>	<b>5</b>
<b>5. Previsão das Demandas</b>	<b>6</b>
<b>6. Estudo hidrológico</b>	<b>11</b>
<b>7. Proposta de projeto</b>	<b>18</b>
<b>7.1. Ampliação da Barragem</b>	<b>18</b>
<b>7.2. Cálculo da capacidade hidráulica da Adutora de Água Bruta</b>	<b>20</b>
<b>7.3. Estação de Tratamento de Água</b>	<b>22</b>
<b>8. Resumo do Projeto</b>	<b>23</b>
<b>9. Considerações finais</b>	<b>24</b>
<b>10. Especificações técnicas dos serviços a serem executados</b>	<b>24</b>
<b>11. Referências Bibliográficas</b>	<b>25</b>
<b>12. Anexos</b>	<b>25</b>

mt

db





**Companhia Catarinense de Águas e Saneamento**  
**Superintendência da Região Metropolitana**  
**Gerência Operacional**

## 1. Introdução

O município de Bombinhas é abastecido na maior parte pela Estação de Tratamento de Água de Porto Belo. Uma pequena parte vem de uma captação e tratamento situado no bairro de Zimbros, município de Bombinhas, além de algumas captações subterrâneas no centro da cidade.

O sistema atual de tratamento de água de Porto Belo/Bombinhas é composto de floculação hidráulica, decantação, filtração e desinfecção. A capacidade atual da ETA é de 200 L/s, porém estima-se que a capacidade máxima seja de 300 L/s.

No início do Morro que divide os municípios de Porto Belo e Bombinhas, localiza-se a ERAT Dimas (pertencente ao SAA Porto Belo), com capacidade de recalque de 80 L/s. Em virtude da limitada produção da ETA e da demanda de Porto Belo, esta capacidade não é completamente utilizada.

Para produção de água tratada, Bombinhas conta ainda com a ETA Zimbros, do tipo Filtração Direta, com capacidade atual máxima de tratamento de 25 L/s. Além disso, na Av. Falcão situa-se a ERAT Bombas, onde no terreno existem quatro poços com capacidade de 12 L/s no total. Desta forma, podemos considerar que a capacidade máxima de abastecimento atual de Bombinhas seja de aproximadamente 117 L/s e média de 90 L/s.

Em janeiro de 2012 foi executada adutora PVC DEFOFO DN 300 mm entre a ETA Porto Belo e o Booster Âncora para ampliação da capacidade de adução de água tratada a partir da ETA para 153 L/s. No entanto, são necessários maiores investimentos por parte da concessionária daquele município para possibilitar o incremento desta vazão no tratamento.

Considerando a produção da ETA Zimbros, de 25 L/s, além da captação subterrânea de Bombas, 12 L/s, poderemos totalizar uma disponibilidade hídrica média de 190 L/s após finalização das obras de 2012, melhorias na ETA Porto Belo e substituição dos conjuntos motobomba da ERAT Dimas.

### 1.1. ETA Zimbros

A ETA Zimbros abastece parte dos bairros de Bombinhas, principalmente Zimbros, Morrinhos, Sertãozinho, Canto Grande, Mariscal e Conceição. Em virtude da





**Companhia Catarinense de Águas e Saneamento**  
**Superintendência da Região Metropolitana**  
**Gerência Operacional**

falta de água no município, em alta temporada esta Estação acaba por atender aos demais bairros de Bombinhas, reduzindo o atendimento aos bairros originais.

A ETA localiza-se em um terreno em frente à praia de Zimbros, no Município de Bombinhas/SC, tendo como referência a Rua Rio Serra Negra. O detalhe de sua locação encontra-se na planta anexa a este documento.

A água tratada nesta estação passa por coagulação e filtração direta ascendente, seguida de cloração e fluoretação.

Sua capacidade é de 20 a 28 L/s. Apesar da baixa capacidade, este SAA é de grande importância ao SAA Bombinhas, pois se trata de um sistema independente ao Sistema Integrado Porto Belo / Bombinhas. Diante deste fato, é interesse do município ampliar a capacidade de produção a fim de reduzir os transtornos causados à população residente e turistas decorrentes da falta de água.

## 2. Objetivos

O projeto em questão tem como objetivo geral ampliar a capacidade de produção do SAA Zimbros, a fim de reforçar o abastecimento de água nas localidades de Zimbros, Morrinhos, Sertãozinho, Canto Grande, Mariscal e Conceição. Em consequência das demais intervenções em execução, todo o sistema de abastecimento de água de Bombinhas será melhorado.

Os objetivos específicos deste projeto são:

- Realizar estudo populacional e de demandas para a área de influência do projeto;
- Realizar estudo hidrológico para ampliação da capacidade de captação;
- Dimensionar ampliação da barragem de captação;
- Realizar estudo de demandas para verificação da abrangência do atendimento com a implantação das melhorias na captação;
- Especificar ETA pré-fabricada para atendimento da vazão captada, a ser inserida no sistema existente.

*Handwritten signatures in blue ink.*







**Companhia Catarinense de Águas e Saneamento**  
**Superintendência da Região Metropolitana**  
**Gerência Operacional**

### 3. Área de influência do projeto

A área de influência a ser beneficiada com a execução deste projeto diz respeito aos bairros Sertãozinho, Zimbros, Morrinhos, Canto Grande, Mariscal e Conceição. A Figura 1 apresenta a localização geográfica desta região.



**Figura 1: Área de influência do projeto**

Legenda:

- Bairros Morrinhos, Sertãozinho e Zimbros
- Bairros Mariscal e Canto Grande

### 4. Estudo Populacional

Para a estimativa do crescimento populacional foi adotado o estudo realizado pelo catarinaSAN - MEMORIAL DE CÁLCULO DO ESTUDO POPULACIONAL DE BOMBINHAS. De acordo com o documento, a projeção populacional para o Município

*nt*

*ds*





**Companhia Catarinense de Águas e Saneamento**  
**Superintendência da Região Metropolitana**  
**Gerência Operacional**

pode ser observada na Tabela 1. Os resultados abaixo incluem a projeção da população residente, flutuante e total.

**Tabela 1: Projeção Populacional para todo o Município de Bombinhas**

Ano	População Residente	População Flutuante	População Total
2000	8.716	26.697	35.413
2001	9.206	28.018	37.224
2002	9.715	29.339	39.054
2003	10.245	30.660	40.905
2004	10.795	31.981	42.776
2005	11.365	33.302	44.667
2006	11.954	34.623	46.577
2007	12.456	35.944	48.400
2008	13.194	37.265	50.459
2009	13.844	38.587	52.431
2010	14.293	39.908	54.201
2011	15.204	41.229	56.433
2012	15.914	42.550	58.464
2013	16.643	43.871	60.514
2014	17.393	45.192	62.585
2015	18.163	46.513	64.676
2016	18.953	47.834	66.787
2017	19.763	49.155	68.918
2018	20.593	50.477	71.070
2019	21.443	51.798	73.241
2020	22.313	53.119	75.432
2021	23.203	54.440	77.643
2022	24.113	55.761	79.874
2023	25.044	57.082	82.126
2024	25.994	58.403	84.397
2025	26.964	59.724	86.688
2026	27.954	61.045	88.999
2027	28.964	62.367	91.331
2028	29.994	63.688	93.682
2029	31.044	65.009	96.053
2030	32.115	66.330	98.445
2031	33.222	67.651	100.873
2032	34.336	68.972	103.309

Fonte: Adaptado de catarinaSAN (2013).

#### 4.1. População de influência do projeto

Os setores comerciais que mais são influenciados pela ETA Zimbros são aqueles pertencentes aos bairros: Sertãozinho, Zimbros, Morrinhos, Canto Grande, Mariscal e Conceição. Para estes setores, a projeção populacional foi elaborada pelo consórcio catarinaSAN é apresentada na Tabela 2.

*Handwritten signature*

*Handwritten signature*





**Companhia Catarinense de Águas e Saneamento**  
**Superintendência da Região Metropolitana**  
**Gerência Operacional**

**Tabela 2: Projeção populacional para os setores em questão.**

Ano	Pop. Residente		Pop. Flutuante		Pop. Total	
	hab	% (a.a.)	hab	% (a.a.)	hab	% (a.a.)
2010	7006	5,82%	10272	23,78%	17278	16,50%
2011	7414	3,78%	12715	5,79%	20129	5,04%
2012	7694	3,78%	13451	5,61%	21144	4,95%
2013	7985	3,71%	14206	5,48%	22191	4,84%
2014	8281	3,62%	14984	5,33%	23265	4,72%
2015	8581	3,54%	15782	6,39%	24364	5,38%
2016	8885	3,46%	16791	7,18%	25676	5,89%
2017	9192	3,38%	17996	8,46%	27188	6,74%
2018	9503	3,31%	19518	8,13%	29021	6,55%
2019	9818	3,24%	21105	7,69%	30922	6,28%
2020	10136	3,18%	22728	7,31%	32864	6,03%
2021	10458	3,12%	24389	7,30%	34847	6,05%
2022	10784	3,06%	26170	7,79%	36954	6,41%
2023	11114	2,99%	28209	7,46%	39323	6,19%
2024	11446	2,93%	30312	7,41%	41758	6,18%
2025	11781	2,88%	32557	7,31%	44338	6,13%
2026	12120	2,81%	34936	8,37%	47056	6,94%
2027	12461	2,76%	37859	8,50%	50320	7,08%
2028	12805	2,70%	41078	7,99%	53883	6,74%
2029	13151	2,66%	44362	7,55%	57513	6,44%
2030	13501	2,64%	47713	7,27%	61214	6,25%
2031	13857	2,55%	51182	6,81%	65039	5,91%
2032	14211		54669		68880	

Fonte: Adaptado de catarinaSAN (2013).

## 5. Previsão das Demandas

De acordo com Tsutiya (2006), a vazão de distribuição é estabelecida em função da cota per capita, dos coeficientes de variação das vazões e do número de horas de funcionamento. As vazões também dependem da posição em relação ao sistema de abastecimento. Em um sistema de abastecimento de água, a quantidade de água consumida varia continuamente em função do tempo, das condições climáticas, hábitos, etc. As variações que ocorrem mensalmente e durante um dia são as mais importantes para o cálculo de vazões para redes de água tratada.



De acordo com Netto (1998) o coeficiente do dia de maior consumo ( $K_1$ ) varia entre 1,1 e 1,4, sendo que o mais usual é o valor de 1,2. Este coeficiente representa o dia de maior consumo durante um mês e é comumente utilizado em cálculos de vazão para unidades anteriores à distribuição, como o trajeto da Estação de Tratamento de Água (ETA) ao reservatório de água tratada.

Já o coeficiente da hora de maior consumo ( $K_2$ ), segundo Netto (1998), gira em torno de 1,5 a 2,3, sendo 1,5 o valor usual. Este coeficiente representa a hora de maior consumo durante um dia e é comumente usado em cálculos de vazão para o percurso a partir do reservatório de água tratada, etapa contemplada neste projeto.

Assim, as vazões de demanda para a adutora de água tratada foram determinadas a partir das seguintes equações:

- Cálculo da Vazão Média ( $Q_M$ )

$$Q_M = \left( \frac{P \times q}{86.400} \right) + Q_{esp} \text{ (L/s)}$$

- Cálculo da Vazão Máxima Diária ( $Q_2$ )

$$Q_2 = \left( \left( \frac{K_1 \times P \times q}{86.400} \right) + Q_{esp} \right) \text{ (L/s)}$$

- Cálculo da Vazão Máxima Horária ( $Q_3$ )

$$Q_3 = \left( \frac{K_1 \times K_2 \times P \times q}{86.400} \right) + Q_{esp} \text{ (L/s)}$$

Onde:

$P$  = população atendida (habitantes);

$q$  = consumo per capita de água (L/hab.dia) – adotado 200 L/hab.dia;

$Q_{esp}$  = vazão específica, decorrente de indústrias, comércios, etc. (l/s);

$K_1$  = coeficiente máximo diário (adotado = 1,2).

$K_2$  = coeficiente máximo horário (adotado = 1,5).

Para o dimensionamento das tubulações de um sistema de abastecimento de água são utilizadas as equações abaixo, conforme Tsutyia (2006):

- Vazão da captação, estação elevatória e adutora até a ETA ( $Q_1$ )

$$Q_1 = \left( \left( \frac{K_1 \times P \times q}{86.400} \right) + Q_{esp} \right) \times C_{ETA} \text{ (L/s)}$$

*Handwritten signature*

*Handwritten signature*





**Companhia Catarinense de Águas e Saneamento**  
**Superintendência da Região Metropolitana**  
**Gerência Operacional**

- Vazão da ETA até o reservatório ( $Q_2$ )

$$Q_2 = \left( \frac{K_1 \times P \times q}{86.400} \right) + Q_{esp} \text{ (L/s)}$$

- Vazão do reservatório até a rede ( $Q_3$ )

$$Q_3 = \left( \frac{K_1 \times K_2 \times P \times q}{86.400} \right) + Q_{esp} \text{ (L/s)}$$

As vazões de projeto foram calculadas com base nas fórmulas anteriores considerando a evolução da população residente, flutuante e total (dos bairros de influência do projeto) até 2032, demonstradas na Tabela 3.

**Tabela 3: Demandas de vazão considerando a população residente de influência do projeto**

Ano	Pop. Residente	Consumo diário	Vazão média diária - Q1	Vazão máxima diária - Q2	Vazão máxima horária - Q3
	hab	(Litros/dia)	(L/s)	(L/s)	(L/s)
2010	7006	1.401.200	16,22	19,46	29,19
2011	7414	1.482.800	17,16	20,59	30,89
2012	7694	1.538.800	17,81	21,37	32,06
2013	7985	1.597.000	18,48	22,18	33,27
2014	8281	1.656.200	19,17	23,00	34,50
2015	8581	1.716.200	19,86	23,84	35,75
2016	8885	1.777.000	20,57	24,68	37,02
2017	9192	1.838.400	21,28	25,53	38,30
2018	9503	1.900.600	22,00	26,40	39,60
2019	9818	1.963.600	22,73	27,27	40,91
2020	10136	2.027.200	23,46	28,16	42,23
2021	10458	2.091.600	24,21	29,05	43,58
2022	10784	2.156.800	24,96	29,96	44,93
2023	11114	2.222.800	25,73	30,87	46,31
2024	11446	2.289.200	26,50	31,79	47,69
2025	11781	2.356.200	27,27	32,73	49,09
2026	12120	2.424.000	28,06	33,67	50,50
2027	12461	2.492.200	28,84	34,61	51,92
2028	12805	2.561.000	29,64	35,57	53,35
2029	13151	2.630.200	30,44	36,53	54,80
2030	13501	2.700.200	31,25	37,50	56,25
2031	13857	2.771.400	32,08	38,49	57,74
2032	14211	2.842.200	32,90	39,48	59,21

Fonte: Adaptado de catarinaSAN (2013).





**Companhia Catarinense de Águas e Saneamento**  
**Superintendência da Região Metropolitana**  
**Gerência Operacional**

**Tabela 4: Demandas de vazão considerando a população total de influência do projeto**

Ano	Pop. Total de influência	Consumo diário	Vazão média diária - Q1	Vazão máxima diária - Q2	Vazão máxima horária - Q3
	hab	(Litros/dia)	(L/s)	(L/s)	(L/s)
2010	17278	3.455.600	40,00	47,99	71,99
2011	20129	4.025.800	46,59	55,91	83,87
2012	21144	4.228.800	48,94	58,73	88,10
2013	22191	4.438.200	51,37	61,64	92,46
2014	23265	4.653.000	53,85	64,63	96,94
2015	24364	4.872.800	56,40	67,68	101,52
2016	25676	5.135.200	59,44	71,32	106,98
2017	27188	5.437.600	62,94	75,52	113,28
2018	29021	5.804.200	67,18	80,61	120,92
2019	30922	6.184.400	71,58	85,89	128,84
2020	32864	6.572.800	76,07	91,29	136,93
2021	34847	6.969.400	80,66	96,80	145,20
2022	36954	7.390.800	85,54	102,65	153,98
2023	39323	7.864.600	91,03	109,23	163,85
2024	41758	8.351.600	96,66	115,99	173,99
2025	44338	8.867.600	102,63	123,16	184,74
2026	47056	9.411.200	108,93	130,71	196,07
2027	50320	10.064.000	116,48	139,78	209,67
2028	53883	10.776.600	124,73	149,68	224,51
2029	57513	11.502.600	133,13	159,76	239,64
2030	61214	12.242.800	141,70	170,04	255,06
2031	65039	13.007.800	150,55	180,66	271,00
2032	68880	13.776.000	159,44	191,33	287,00

Fonte: Adaptado de catarinaSAN (2013).

Podemos constatar com a Tabela 3 que a demanda para a população residente da área de influência do projeto é de 40L/s (máxima diária) e que para a população total (residente + flutuante) a demanda seria de 191L/s para o ano de 2032.

Em se tratando da população dos bairros Morrinhos, Sertãozinho e Zimbros, os dados de demanda são apresentados na Tabela 5.

MT

ds





**Companhia Catarinense de Águas e Saneamento**  
**Superintendência da Região Metropolitana**  
**Gerência Operacional**

**Tabela 5: Demandas de vazão considerando a população total de influência do projeto**

Ano	Pop. subtotal (M/S/Z)	Consumo diário	Vazão média diária - Q1	Vazão máxima diária - Q2	Vazão máxima horária - Q3
	hab	(Litros/dia)	(L/s)	(L/s)	(L/s)
2010	6737	1.347.400	15,59	18,71	28,07
2011	7848	1.569.640	18,17	21,80	32,70
2012	8244	1.648.789	19,08	22,90	34,35
2013	8652	1.730.433	20,03	24,03	36,05
2014	9071	1.814.183	21,00	25,20	37,80
2015	9499	1.899.882	21,99	26,39	39,58
2016	10011	2.002.190	23,17	27,81	41,71
2017	10600	2.120.094	24,54	29,45	44,17
2018	11315	2.263.030	26,19	31,43	47,15
2019	12056	2.411.268	27,91	33,49	50,23
2020	12814	2.562.703	29,66	35,59	53,39
2021	13587	2.717.336	31,45	37,74	56,61
2022	14408	2.881.638	33,35	40,02	60,03
2023	15332	3.066.370	35,49	42,59	63,88
2024	16281	3.256.249	37,69	45,23	67,84
2025	17287	3.457.435	40,02	48,02	72,03
2026	18347	3.669.382	42,47	50,96	76,45
2027	19620	3.923.906	45,42	54,50	81,75
2028	21009	4.201.745	48,63	58,36	87,54
2029	22424	4.484.809	51,91	62,29	93,43
2030	23867	4.773.410	55,25	66,30	99,45
2031	25358	5.071.679	58,70	70,44	105,66
2032	26856	5.371.197	62,17	74,60	111,90

Fonte: Adaptado de catarinaSAN (2013).

Percebe-se na Tabela 5 que a vazão de projeto proposta neste estudo será suficiente para atender àqueles bairros até o ano de 2022, incluindo-se a população flutuante. Estes valores são para um consumo per capita de 200 L/hab.dia. Se considerarmos um consumo per capita de 150 L/hab.dia, a vazão seria suficiente para atender a estes 3 bairros até o ano de 2027.

Para a garantia do abastecimento às demais localidades, principalmente no verão, a companhia de saneamento deverá dispor de outros recursos, tais como: a ampliação do SAA Porto Belo, a contratação de carros-pipa, a elaboração de estudos

na

sb





**Companhia Catarinense de Águas e Saneamento**  
**Superintendência da Região Metropolitana**  
**Gerência Operacional**

e projetos para avaliar a possibilidade de fonte de abastecimento independente do SIA Porto Belo, etc.

## 6. Estudo hidrológico

Na elaboração do estudo hidrológico foi utilizado o instrumento de aplicação Publicada pela SDS intitulada “Estudos dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos para o Estado de Santa Catarina e apoio para sua implementação: REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS ESTADUAIS DO ESTADO DE SANTA CATARINA”. Desta forma, apresenta-se a seguir as vazões resultantes da captação de Zimbros, no rio da Lagoa, e características de sua bacia hidrográfica.

Regionalização de Vazões			
Parâmetro	Abreviação	Unidade	Valor
Nome do Curso d'água	Rio da Lagoa – Barragem de captação		
Coordenadas da exutória	N	UTM	6.990.653,27
	E	UTM	742.458,77
Área de drenagem	AD	[km <sup>2</sup> ]	1,69
Precipitação média anual (mét. das isoietas)	P	[mm/ano]	1.500
Região homogênea quanto à vazão média de longo termo;	M1 a M5	-	M4
Região homogênea quanto à distribuição sazonal das vazões médias mensais	S1 a S10	-	S9
Região homogênea quanto à curva de permanência das vazões médias mensais	I a XIII	-	XI
Região homogênea quanto à média das vazões mínimas médias de t meses consecutivos;	Mt1 a Mt5	-	Mt3
Região homogênea quanto à distribuição probabilística das vazões mínimas médias de t meses consecutivos;	A a I	-	I
Região homogênea quanto à média das vazões mínimas médias de 7 dias consecutivos;	M <sub>7-1</sub> a M <sub>7-6</sub>	-	M <sub>7-5</sub>
Região homogênea quanto à distribuição probabilística das vazões mínimas médias de 7 dias consecutivos, que coincide com a região homogênea referente à curva de permanência das vazões médias mensais.	I a XIII	-	XI

Estudo de Vazões			
Parâmetro	Abreviação	Unidade	Valor
Vazão Média de Longo Termo	QMLT	[m <sup>3</sup> /s]	0,02352
		[L/s]	23,52
Vazão Específica	q	[L/s.km <sup>2</sup> ]	13,92
Média das vazões mínimas médias de 7 dias consecutivos	Q <sub>MIN, 7</sub>	[m <sup>3</sup> /s]	0,006
		[L/s]	6,00
Vazão Mínima absoluta	Q <sub>Mabs</sub>	[m <sup>3</sup> /s]	0,00541
		[L/s]	5,41
Vazões Mínimas Médias de 7 dias consecutivos e Período de Retorno de 10 anos.	Q <sub>7,10</sub>	[m <sup>3</sup> /s]	0,00372
		[L/s]	3,72
Volume anual	VA	[10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ]	741,88

CIOM

Rua Quinze de Novembro Nº 230 – Balneário/Estreito – Florianópolis – SC  
 INSC. EST.: 251.835.880 – CGC: 82.508.433/0001-17  
 Fones: (048) 3221-5807 – FAX: (048) 3221-5825  
 CEP: 88.075-220







**Companhia Catarinense de Águas e Saneamento**  
**Superintendência da Região Metropolitana**  
**Gerência Operacional**

É possível verificar que a bacia hidrográfica é pequena para vazão de demanda do sistema de captação e, desta forma, houve a intenção da elevação da barragem para que garanta uma reservação para os dias de estiagem, em conformidade com o resultado obtido no estudo de acordo com as Tabelas 6, 7 e 8 e representadas nos Gráficos 1, 2 e 3.

Mês	Coefficiente	Vazão (L/s)	Vazão Esp. (L/s.km <sup>2</sup> )
Janeiro	1,08	25,40	15,03
Fevereiro	1,47	34,57	20,46
Março	1,29	30,34	17,95
Abril	0,95	22,34	13,22
Mai	0,83	19,52	11,55
Junho	0,73	17,17	10,16
Julho	0,82	19,28	11,41
Agosto	0,85	19,99	11,83
Setembro	1,04	24,46	14,47
Outubro	1,07	25,16	14,89
Novembro	0,96	22,58	13,36
Dezembro	0,93	21,87	12,94

Permanência (%)	Coefficiente	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Vazão (L/s)
5	2,06	0,04845	48,45
10	1,70	0,03998	39,98
15	1,48	0,03481	34,81
20	1,34	0,03151	31,51
25	1,22	0,02869	28,69
30	1,13	0,02658	26,58
35	1,05	0,02469	24,69
40	0,98	0,02305	23,05
45	0,92	0,02164	21,64
50	0,86	0,02023	20,23
55	0,81	0,01905	19,05
60	0,75	0,01764	17,64
65	0,71	0,01670	16,70
70	0,66	0,01552	15,52
75	0,62	0,01458	14,58
80	0,58	0,01364	13,64
85	0,53	0,01246	12,46
90	0,48	0,01129	11,29
95	0,40	0,00941	9,41
98	0,33	0,00776	7,76
100	0,23	0,00541	5,41

Período de Retorno (anos)	Coefficiente	Vazões Mín. Méd. 7dias (m <sup>3</sup> /s)	Vazões Mín. Méd. 7dias (L/s)
2	0,98	0,00628	6,28
2,5	0,90	0,00577	5,77
5	0,70	0,00449	4,49
10	0,58	0,00372	3,72
15	0,53	0,00340	3,40
20	0,50	0,00320	3,20
25	0,48	0,00308	3,08
50	0,41	0,00263	2,63
100	0,35	0,00224	2,24

O Gráfico 2 permite observar a não ocorrência de intermitência da produção de ETA devido a coincidência de que a disponibilidade hídrica demonstrada pela vazão

nt

*[Handwritten signature]*

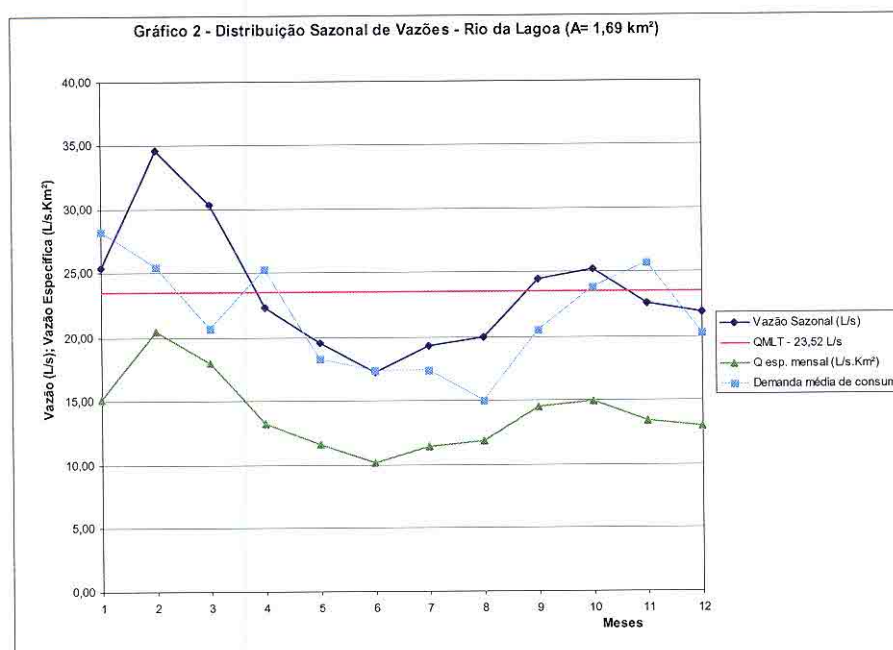
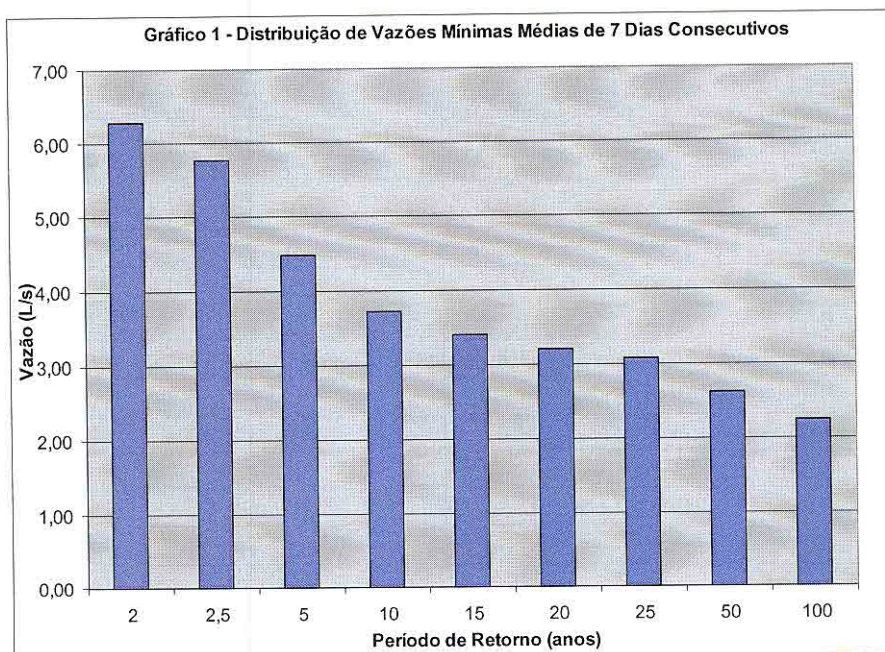




**Companhia Catarinense de Águas e Saneamento**  
**Superintendência da Região Metropolitana**  
**Gerência Operacional**

média sazonal e também a vazão média de longo termo (QMLT) se equilibram com a variação da demanda de consumo anual do sistema de abastecimento de água.

Cabe salientar que desta forma, o manancial está no limite de seu uso, principalmente quando ocorre uma estiagem prolongada (Q7,10) indicada no estudo.

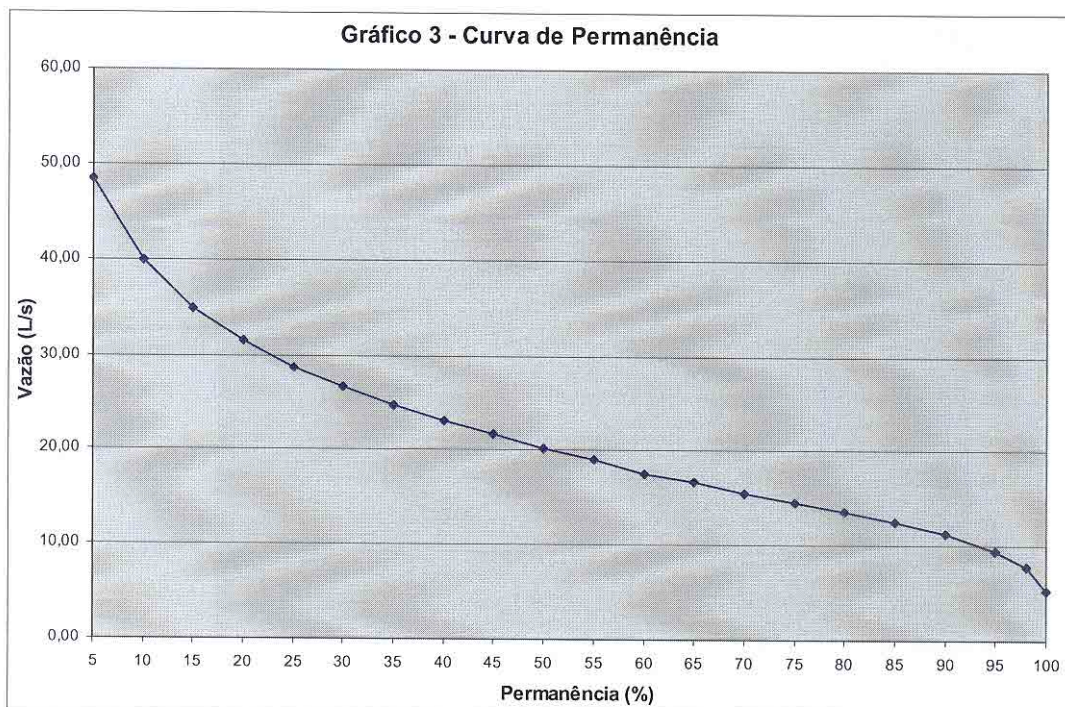


*Handwritten signatures and initials.*





**Companhia Catarinense de Águas e Saneamento**  
**Superintendência da Região Metropolitana**  
**Gerência Operacional**



Observa-se na curva de permanência que a vazão de 35 L/s representa aproximadamente 15% dos dias do ano, ou seja, aproximadamente 55 dias que ocorre uma vazão igual ou maior e, normalmente, há a coincidência de que as maiores vazões ocorrem nos meses de verão, garantindo assim, o abastecimento no período onde há maior produção da ETA.

**Tabela 9: Declividade equivalente do Talvegue**

Ponto do Talvegue	Cota H (m)	Distância de "M": L (km)	Desnível no trecho ΔH (m)	Extensão do trecho Ln (km)	Declividade no Trecho Jn (m/km)	Relação (Ln/Jn <sup>0,5</sup> )
Divisor (M)	292	0	-	-	-	-
Curva de Nível	280	0,022	12	0,022	542,99	0,001
Curva de Nível	260	0,056	20	0,034	595,24	0,001
Curva de Nível	250	0,184	10	0,128	77,94	0,015
Curva de Nível	240	0,216	10	0,032	317,46	0,002
Curva de Nível	220	0,349	20	0,133	149,93	0,011
Curva de Nível	200	0,402	20	0,053	378,07	0,003
Curva de Nível	180	0,441	20	0,039	511,51	0,002
Curva de Nível	160	0,528	20	0,088	228,57	0,006
Curva de Nível	140	0,614	20	0,085	234,74	0,006
Curva de Nível	120	0,731	20	0,117	170,36	0,009
Curva de Nível	100	0,796	20	0,065	307,69	0,004
Curva de Nível	80	0,927	20	0,131	153,14	0,011
Curva de Nível	60	1,299	20	0,372	53,71	0,051
Curva de Nível	40	1,648	20	0,349	57,26	0,046
Seção Barragem (S)	25	1,786	15	0,138	109,01	0,013
				?	da Relação (Ln/Jn <sup>0,5</sup> )	0,179

CIOM

Rua Quinze de Novembro Nº 230 – Balneário/Estreito – Florianópolis – SC

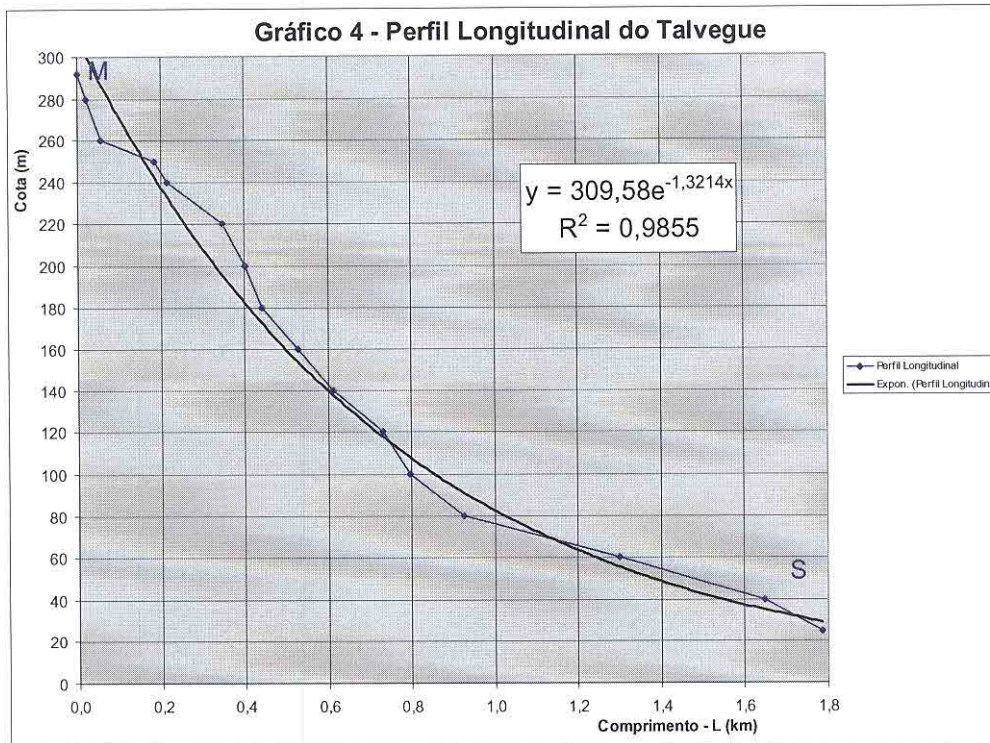
INSC. EST.: 251.835.880 – CGC: 82.508.433/0001-17

Fones: (048) 3221-5807 – FAX: (048) 3221-5825

CEP: 88.075-220







<b><math>\Delta H</math> (cota)</b>	267,00	m
<b>Declividade Média</b>	149,50	m/km
<b>Leq</b>	99,84	m/km
<b>Tc</b>	15	min

A característica da bacia está apresentada na Tabela 9 e no Gráfico 4. Neste caso, observa-se que a bacia possui uma declividade média do talvegue elevada para uma pequena bacia, onde mesmo com vegetação densa ela tem um pequeno tempo de concentração e permite identificar que as elevadas vazões tem um tempo curto de passagem na bacia.

Para justificar a elevação da barragem, estão apresentados dois balanços hídricos nas Tabelas 10 e 11. A primeira com a vazão de demanda do sistema de abastecimento no período do verão e a segunda com o incremento de vazão devido à elevação da barragem. Estas taxas estão relacionadas com o comportamento do rio em três situações: com a vazão do rio em época de estiagem (Q7,10), a vazão média de longo termo (QMLT) e a vazão média sazonal (Qsaz) do mês de janeiro.

*nt*

*df*





**Companhia Catarinense de Águas e Saneamento**  
**Superintendência da Região Metropolitana**  
**Gerência Operacional**

**Tabela 10: Balanço Hídrico da barragem pela vazão de abastecimento**

Q Demanda Verão (capacidade de adução)		35,00	L/s	
		3.024,00	M³/dia	
50% Q7,10		159,84	M³/dia	
Q total		3.183,84	M³/dia	
Reserva		8.016,19	M³	
<b>Balanço Hídrico (Período de Estiagem)</b>				
Volume de Reservação	Volume de Saída	Volume Residente	Volume de Entrada*	Período (dia)
8.016,19	3.183,84	4.832,35	319,68	1
5.152,03	3.183,84	1.968,19	319,68	1
2.287,87	3.183,84	-895,97	-	0,72
Total de dias sem intermitência de abastecimento				2,72
(*) - Volume diário de entrada calculado pela vazão Q7,10.				
<b>Balanço Hídrico (QMLT)</b>				
Volume de Reservação	Volume de Saída	Volume Residente	Volume de Entrada*	Período (dia)
8.016,19	3.183,84	4.832,35	2.032,13	1
6.864,48	3.183,84	3.680,64	2.032,13	1
5.712,77	3.183,84	2.528,93	2.032,13	1
4.561,06	3.183,84	1.377,22	2.032,13	1
3.409,35	3.183,84	225,51	2.032,13	1
2.257,64	3.183,84	-926,20	-	0,71
Total de dias sem intermitência de abastecimento				5,71
(*) - Volume diário de entrada calculado pela Vazão Média de Longo Termo.				
<b>Balanço Hídrico (Qsazonal)</b>				
Volume de Reservação	Volume de Saída	Volume Residente	Volume de Entrada*	Período (dia)
8.016,19	3.183,84	4.832,35	2.194,56	1
7.026,91	3.183,84	3.843,07	2.194,56	1
6.037,63	3.183,84	2.853,79	2.194,56	1
5.048,35	3.183,84	1.864,51	2.194,56	1
4.059,07	3.183,84	875,23	2.194,56	1
3.069,79	3.183,84	-114,05	-	0,96
Total de dias sem intermitência de abastecimento				5,96
(*) - Volume diário de entrada calculado pela Vazão Média Sazonal ocorrida no mês de Janeiro.				

nt

st





**Companhia Catarinense de Águas e Saneamento**  
**Superintendência da Região Metropolitana**  
**Gerência Operacional**

**Tabela 11: Balanço Hídrico da barragem com incremento de vazão devido**

Q da nova capacidade de adução	40,00	L/s		
	3.456,00	M³/dia		
50% Q7,10	159,84	M³/dia		
Q total	3.615,84	M³/dia		
Reserva	8.016,19	M³		
<b>Balanço Hídrico (Período de Estiagem)</b>				
Volume de Reservação	Volume de Saída	Volume Residente	Volume de Entrada*	Período (dia)
8.016,19	3.615,84	4.400,35	319,68	1
4.720,03	3.615,84	1.104,19	319,68	1
1.423,87	3.615,84	-2.191,97	-	0,39
Total de dias sem intermitência de abastecimento				2,39
(*) - Volume diário de entrada calculado pela vazão Q7,10.				
<b>Balanço Hídrico (QMLT)</b>				
Volume de Reservação	Volume de Saída	Volume Residente	Volume de Entrada*	Período (dia)
8.016,19	3.615,84	4.400,35	2.032,13	1
6.432,48	3.615,84	2.816,64	2.032,13	1
4.848,77	3.615,84	1.232,93	2.032,13	1
3.265,06	3.615,84	-350,78	-	0,90
Total de dias sem intermitência de abastecimento				3,90
(*) - Volume diário de entrada calculado pela Vazão Média de Longo Termo.				
<b>Balanço Hídrico (Qsazonal)</b>				
Volume de Reservação	Volume de Saída	Volume Residente	Volume de Entrada*	Período (dia)
8.016,19	3.615,84	4.400,35	2.194,56	1
6.594,91	3.615,84	2.979,07	2.194,56	1
5.173,63	3.615,84	1.557,79	2.194,56	1
3.752,35	3.615,84	136,51	2.194,56	1
2.331,07	3.615,84	-1.284,77	-	0,64
Total de dias sem intermitência de abastecimento				4,64
(*) - Volume diário de entrada calculado pela Vazão Média Sazonal ocorrida no mês de Janeiro.				

VA

AS

CIOM

Rua Quinze de Novembro Nº 230 – Balneário/Estreito – Florianópolis – SC  
 INSC. EST.: 251.835.880 – CGC: 82.508.433/0001-17  
 Fones: (048) 3221-5807 – FAX: (048) 3221-5825  
 CEP: 88.075-220







**Companhia Catarinense de Águas e Saneamento**  
**Superintendência da Região Metropolitana**  
**Gerência Operacional**

## 7. Proposta de projeto

### 7.1. Ampliação da Barragem

O levantamento topográfico feito no local foi possível identificar a característica de relevo no local da barragem e permitiu quantificar a área e volume ocupado na atualidade e com a elevação proposta no projeto. Isto é possível visualizar na Tabela 12 e Gráfico 5.

**Tabela 12: Relação Cota X Área X Volume**

cota (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Área (10 <sup>3</sup> .m <sup>2</sup> )	Volume parcial (m <sup>3</sup> )	Volume Acumulado (m <sup>3</sup> )	Volume Acumulado (10 <sup>3</sup> .m <sup>3</sup> )
21,50	0,00	0,000	0,00	0,00	0
22,00	4,65	0,005	0,78	0,78	0,001
22,50	82,11	0,082	21,69	22,47	0,022
23,00	167,07	0,167	62,29	84,76	0,085
23,50	401,32	0,401	142,10	226,86	0,227
24,00	908,84	0,909	327,54	554,40	0,554
24,50	2.382,95	2,383	822,95	1.377,34	1,377
25,00	3.941,73	3,942	1.581,17	2.958,51	2,959
25,50	5.360,24	5,360	2.325,49	5.284,00	5,284
26,00	6.475,95	6,476	2.959,05	8.243,05	8,243
26,50	7.535,64	7,536	3.502,90	11.745,95	11,746

MA

*[Handwritten signature]*

CIOM

Rua Quinze de Novembro Nº 230 – Balneário/Estreito – Florianópolis – SC

INSC. EST.: 251.835.880 – CGC: 82.508.433/0001-17

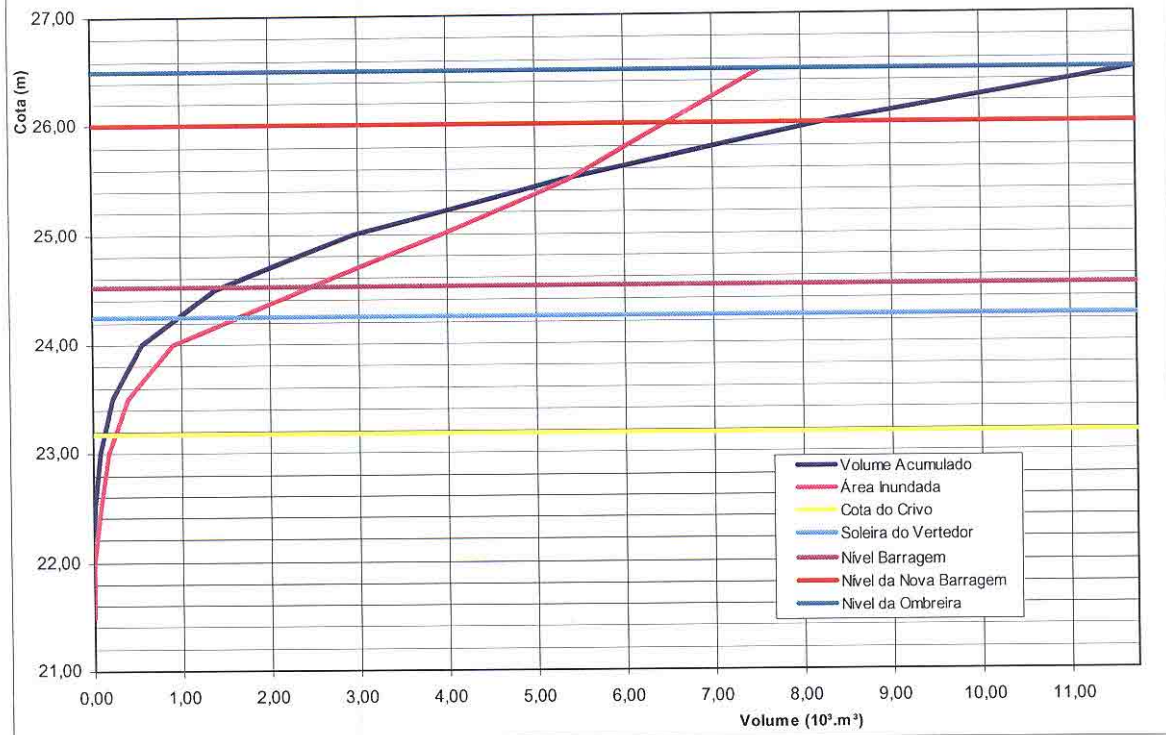
Fones: (048) 3221-5807 – FAX: (048) 3221-5825

CEP: 88.075-220





**Gráfico 5 - Relação Cota X Área X Volume**



A barragem atual tem 2,95 m de altura e 16,16 m de comprimento. O reservatório formado possui aproximadamente de 1.684 m<sup>2</sup> há área inundada e volume de 973 m<sup>3</sup>. O Volume útil do reservatório, ou seja, da cota do crivo da captação em relação a cota da soleira do vertedor é de aproximadamente de 746 m<sup>3</sup>.

Com a obra de elevação da barragem altera o nível d'água da soleira do vertedor, da cota 24,25 m para 26,00m e o nível máximo da barragem está na cota 26,50m. Este incremento a barragem passará a ter 4,9 de altura e 26,45 m de comprimento, alterando a área alagada para 6.476 m<sup>2</sup> e volume do reservatório para 8.243 m<sup>3</sup>, com volume útil de 8.016 m<sup>3</sup>. **Portando, com a elevação de 1,85 m da altura aumentará a reservação de acumulação do reservatório em 10 vezes e aumentará a carga hidráulica, tornando a capacidade de adução de água bruta até 40 L/s.**

O vertedor atual é retangular, soleira tipo espessa, com 8,76 m de largura e 0,28 m de altura, tendo capacidade máxima de vazão de 2,01m<sup>3</sup>/s. Com a nova

*MA*

*[Assinatura]*





**Companhia Catarinense de Águas e Saneamento**  
**Superintendência da Região Metropolitana**  
**Gerência Operacional**

concepção, vertedor com perfil tipo Creager, a capacidade de escoamento vai para 8,46 m<sup>3</sup>/s.

Foi observado que além da elevação da barragem, deve ser feito o serviço de dragagem do material sólido retido (areia e folhas) no reservatório. Isto traz um benefício pelo ganho de volume de reservação de água que hoje é ocupado pelo material sólido e pela melhoria da qualidade da água devido a decomposição de matéria orgânica que ocorre atualmente no reservatório.

### 7.2. Cálculo da capacidade hidráulica da Adutora de Água Bruta

De acordo com a elevação da barragem proposta no projeto, foi feita uma avaliação do comportamento de transporte de água da adutora de água bruta, com a condição atual e com o incremento de vazão. Conforme o levantamento topográfico, segue o modelo de simulação com dados de altitude e comprimento da adutora, suas características físicas e resultados apresentados nas Figuras 02 e 03 e Tabelas 13 e 14.

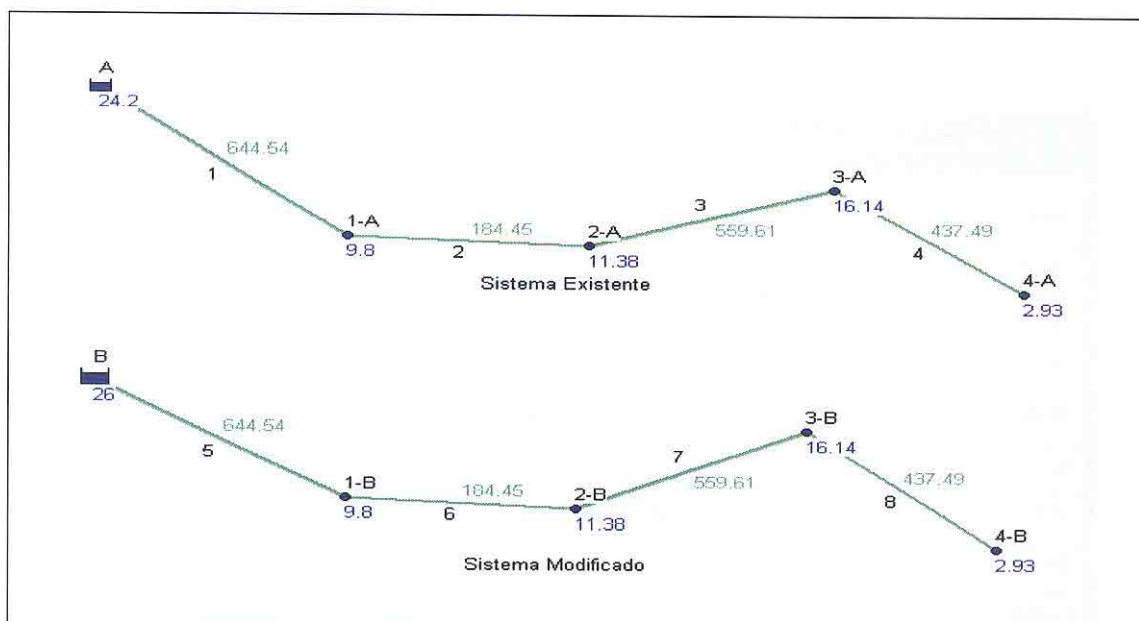


Figura 02 – Cotas e extensão da adutora.

nt

st





**Companhia Catarinense de Águas e Saneamento**  
**Superintendência da Região Metropolitana**  
**Gerência Operacional**

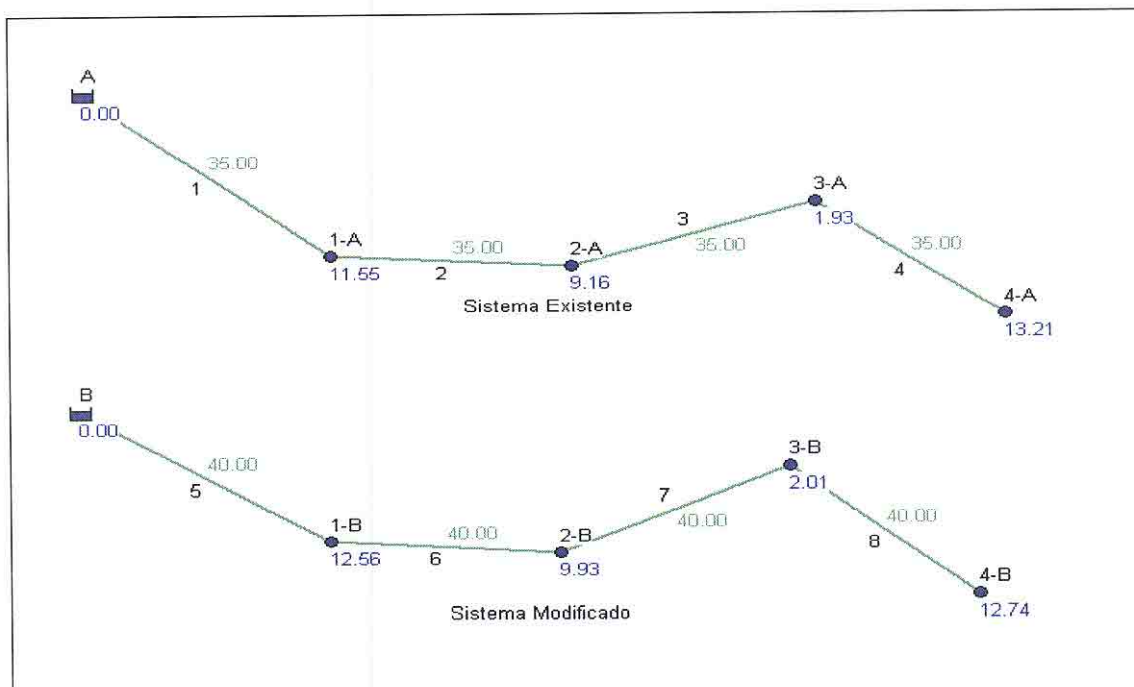


Figura 03 – Pressão e vazão da adutora.

Tabela da Rede - Nós				
Identificador do Nó	Cota m	Consumo LPS	Carga Hidráulica m	Pressão m
Nó 1-A	9.8	0.00	21.35	11.55
Nó 2-A	11.38	0.00	20.54	9.16
Nó 3-A	16.14	0.00	18.07	1.93
Nó 4-A	2.93	35.00	16.14	13.21
Nó 1-B	9.8	0.00	22.36	12.56
Nó 2-B	11.38	0.00	21.31	9.93
Nó 3-B	16.14	0.00	18.15	2.01
Nó 4-B	2.93	40.00	15.67	12.74
RNF A	24.2	-35.00	24.20	0.00
RNF B	26	-40.00	26.00	0.00

Tabela 13 – Resultados da simulação obtidos nos nós.



Identificador do Trecho	Comprimento m	Diâmetro mm	Rugosidade	Vazão LPS	Velocidade m/s	Perda de Carga m/km	Fator de Atrito
Tubulação 1	644.54	250	90	35.00	0.71	4.42	0.043
Tubulação 2	184.45	250	90	35.00	0.71	4.42	0.043
Tubulação 3	559.61	250	90	35.00	0.71	4.42	0.043
Tubulação 4	437.49	250	90	35.00	0.71	4.42	0.043
Tubulação 5	644.54	250	90	40.00	0.81	5.65	0.042
Tubulação 6	184.45	250	90	40.00	0.81	5.65	0.042
Tubulação 7	559.61	250	90	40.00	0.81	5.65	0.042
Tubulação 8	437.49	250	90	40.00	0.81	5.65	0.042

Tabela 14 – Resultados da simulação obtidos nos trechos.

Foi possível observar que o ponto mais crítico na adução de água bruta não está na carga hidráulica do seu fim, ou seja, na chegada da Estação de Tratamento de Água (ETA). A capacidade de adução está condicionada aproximadamente a 437 metros (cota 16,14 m do terreno) antes de chegar à ETA, onde possui a pressão mais baixa de toda a adutora. De acordo com os resultados apresentados a adutora admite a vazão de projeto, ou seja 40 L/s, devido a elevação da barragem na cota 26.

### 7.3. Estação de Tratamento de Água

A Estação de Tratamento de Água existente deverá ser ampliada para uma capacidade de 40L/s. Esta vazão foi considerada em função dos estudos hidrológicos e de ampliação da barragem de acumulação de água bruta. Os resultados de análise de água para o ano de 2012 são apresentados na Tabela 14:

Tabela 14: Resultados análises de água para o ano de 2012.

Parâmetro	Unidade	Mínimo	Médio	Máximo
pH		6,12	6,79	7,53
Cor Aparente	mg/L em PtCo	11,00	17,40	36,00
Turbidez	N.T.U	0,63	1,35	4,10
Ferro	mg/L em Fe	0,07	0,19	0,47
Alcalinidade Total	mg/L em CaCO <sub>3</sub>	11,45	17,33	22,30
Oxigênio Dissolvido	mg/L em O <sub>2</sub>	2,73	7,33	8,61
Dureza Total	mg/L em CaCO <sub>3</sub>	9,70	16,34	23,80
Cloretos	mg/L em Cl <sup>-</sup>	14,31	24,39	39,66
Condutividade Específica a 25°C	µS/cm	67,20	81,41	95,60

*Handwritten initials and signature*





Tendo em vista os resultados e ainda as dificuldades operacionais encontradas em outros sistemas, principalmente quando de períodos chuvosos em que a turbidez sofre diferentes alterações, sugere-se substituir a ETA existente por uma ETA de tratamento convencional, pré-fabricada, com capacidade para 40 L/s, contemplando as seguintes etapas:

- Mistura rápida e medição de vazão;
- Coagulação/Floculação;
- Clarificação (decantação ou flotação);
- Filtração;
- Tanque de Contato / Desinfecção;

Considerando o limite do recurso disponível, esta etapa não contemplará o tratamento de efluentes da ETA, ficando a cargo da companhia de saneamento em conjunto com a Prefeitura Municipal de Bombinhas estudarem e implantarem solução, de acordo com as especificidades da ETA a ser instalada.

Desta forma, anexo a este memorial encontra-se o documento “Especificação Técnica ETA Pré-Fabricada”, elaborado de acordo com as diretrizes da Gerência de Políticas Operacionais (GPO) da Casan.

## 8. Resumo do Projeto

- Vazão de Projeto: 40L/s
- População atendida: 14.400 habitantes
- Bairros de influência do projeto: Morrinhos, Sertãozinho, Zimbros, Mariscal, Canto Grande e Conceição.
- Alcance do projeto:
  - População residente bairros de influência: 2032;
  - População total (residente + flutuante) – bairros Morrinhos, Sertãozinho e Zimbros: 2022.
- Altura da barragem: 4,9m de altura e 26,45m de comprimento;
- Área alagada: 6.476 m<sup>2</sup>;
- Volume útil do reservatório: 8.016 m<sup>3</sup>;

*Handwritten signature*





**Companhia Catarinense de Águas e Saneamento**  
**Superintendência da Região Metropolitana**  
**Gerência Operacional**

- Adequação da ETA: substituição da ETA existente (Filtração Direta – 20L/s) por ETA convencional, 40 L/s.

## 9. Considerações finais

Observando os dados populacionais e de demanda apresentados neste projeto, considerando que a principal atividade econômica do Município é o turismo e o significativo aumento populacional no verão (entre dezembro e março), novas alternativas de abastecimento deverão ser encontradas.

Com a ampliação da capacidade de captação e tratamento de água na localidade de Zimbros para 40 L/s, o sistema poderá atender a uma população de 14.400 habitantes. Entende-se que esta vazão está muito abaixo daquela necessária ao atendimento da demanda total para o município de Bombinhas, principalmente quanto à população de veraneio.

No entanto, considerando que não existem maiores recursos hídricos naquele município, qualquer proposta que venha a melhorar o abastecimento de água deve ser considerada.

A alternativa encontrada oferece a solução do abastecimento para a população residente dos bairros de influência de projeto por um período de 20 anos.

Cabe ressaltar que novas intervenções devem ser planejadas e executadas no SAA Bombinhas e/ou no SIA Porto Belo / Bombinhas a fim de ampliar, principalmente, a capacidade de produção de água tratada e atendimento à demanda para a população total de 2032 (projetos de expansão).

## 10. Especificações técnicas dos serviços a serem executados

Os procedimentos para a execução desta obra deverão obedecer as Normas e Regulamentações da CASAN, e demais normas e legislações vigentes.

As especificações para fornecimento e instalação de ETA pré-fabricada encontram-se em anexo, no documento “ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA ESTAÇÃO COMPACTA DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA 40,0 L/s: SAA Zimbros – Bombinhas/SC”.

*mt*

*[Handwritten signature]*





**Companhia Catarinense de Águas e Saneamento**  
**Superintendência da Região Metropolitana**  
**Gerência Operacional**

## 11. Referências Bibliográficas

AZEVEDO NETTO, J. M. **Manual de hidráulica**. São Paulo: Ed Edgard Blucher. 8ª Ed. 2003.

BADOP – **Banco de Dados Operacionais** – Cia. Catarinense de Águas e Saneamento. Documento disponível internamente. 2011.

CASAN. **PROJETO ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA AO BOOSTER ÂNCORA**. 2011.

CATARINASAN. **Memorial de Cálculo do Estudo Populacional de Bombinhas**. S00117/00-80-MC-6000. 2013.

NBR 12211: **Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água**. 1992.

NBR 12218: **Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público**. 1994.

PM DE BOMBINHAS. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Bombinhas**. 2010.

SCI – Sistema Comercial Integrado – Cia. Catarinense de Águas e Saneamento. Documento disponível internamente. 2011.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água**. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

## 12. Anexos

- Relatório Fotográfico;
- ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA PARA ESTAÇÃO COMPACTA DE TRATAMENTO DE ÁGUA PARA 40 L/s: SAA Zimbros – Bombinhas/SC”;
- Anotações de Responsabilidade Técnica;
- Planta Geral do Sistema de Abastecimento de Bombinhas;
- Barragem e Captação: Plantas de locação e corte;
- Plantas de Situação e Locação da Estação de Tratamento de Água;
- Propostas orçamentárias ETA;
- Orçamento barragem
- Quadro Resumo

  
**Nerilton Nerilo**  
 ENG. CIVIL  
 CREA/SC: 51160-0

  
**Sheila K. Kusterko**  
 Engª Sanitarista  
 CREA/SC 096.058-2