

CONTRATO 066/2010

SERVIÇOS DE CONSULTORIA PARA ELABORAÇÃO E/OU ESTUDOS DE CONCEPÇÃO E PROJETOS
TÉCNICOS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA
GRANDE VITÓRIA E NO INTERIOR DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

**AS 065 – MELHORIA DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE
ABASTECIMENTO DE VILA VALÉRIO**



VOLUME 1 - PROJETO HIDRÁULICO

TOMO B

MEMORIAL DESCRITIVO, DE CÁLCULO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Nº CESAN A-020-002-10-5-MD-0001

Cliente:

CESAN
COMPANHIA ESPIRITO SANTENSE DE SANEAMENTO

Codificação Etep:	Codificação CESAN:	Revisão:	Data de Emissão:
0876.ME.065.H.0001	A-020-002-10-5-MD-0001	00	ABRIL/2013

**SERVIÇOS DE CONSULTORIA PARA ELABORAÇÃO E/OU ESTUDOS DE
CONCEPÇÃO E PROJETOS TÉCNICOS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE
ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA GRANDE VITÓRIA E NO INTERIOR DO
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**

**AS 065 – MELHORIA DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE
ABASTECIMENTO DE VILA VALÉRIO**

VOLUME 1 - PROJETO HIDRÁULICO

TOMO B

MEMORIAL DESCRITIVO, DE CÁLCULO E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Emitido por:	Local:
ARCADIS Logos S/A	Vitória-ES

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho é parte integrante do Contrato nº. 066/2010, firmado entre a CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento e a ARCADIS Logos S/A, referente à prestação de serviços de consultoria para elaboração e/ou estudos de Concepção, Projetos Técnicos, em Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário na Grande Vitória e no Interior do Estado do Espírito Santo.

Os serviços foram desenvolvidos em consonância com a Autorização de Serviço **Nº065/066/2010** - Melhoria do Sistema de Esgotamento Sanitário do Distrito Sede de Vila Valério e com a participação dos técnicos da CESAN nas etapas de definição de diretrizes.

O projeto é composto dos seguintes documentos:

VOLUME 1 – PROJETO HIDRÁULICO

- TOMO A – DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA
- TOMO B – Memorial Descritivo, de Cálculo e Especificações Técnicas.
- TOMO C – Desenhos

VOLUME 2 – PROJETO ELÉTRICO

- TOMO A – Memorial Descritivo, de Cálculo e Especificações Técnicas.
- TOMO B – Desenhos

VOLUME 3 – ORÇAMENTO

VOLUME 4 – TOPOGRAFIA

Esta etapa de trabalho compreende o Projeto Hidráulico do Sistema de Abastecimento de Água do Distrito Sede de Vila Valério, composto pelos seguintes documentos: Volume 1 – TOMOS B e C.

SUMÁRIO

1.	Introdução	4
2.	Características do Município de Vila Valério.....	5
2.1.	Formação Administrativa.....	6
2.2.	Relevo.....	6
2.3.	Clima.....	6
2.4.	Hidrografia	6
2.5.	Economia	9
3.	Sistema Existente de Captação de Água Bruta	10
3.1.	Introdução	10
3.2.	Outorga de Captação	10
3.3.	Captação no Córrego Valério	10
3.4.	Captação no Rio São José.....	15
3.5.	Adutoras Existentes	17
4.	Estudo Populacional.....	19
4.1.	Dados Populacionais do IBGE	19
4.2.	Projeção Populacional.....	20
5.	Critérios e Parâmetros de Projetos.....	23
5.1.	Critérios e Parâmetros de Projetos.....	23
5.2.	Formulário Empregado no Levantamento das Demandas.....	23
5.3.	Formulário Para Cálculo da Vazão de Adução de Água Bruta	24
5.4.	Horizonte de Projeto Adotado	25

6.	Estudo de Vazões	26
6.1.	Estimativa das Demandas de Água.....	26
6.2.	Estimativa das Vazões de Projeto	27
6.2.1.	Vazões de Projeto	27
6.2.2.	Etapas da Ampliação do Sistema de Abastecimento de Água	28
7.	Solução Proposta.....	29
8.	Memorial Descritivo	31
8.1.	Tomada de Água.....	31
8.2.	Grades e Telas.....	32
8.3.	Caixa de Areia.....	33
8.4.	Estação Elevatória de Água Bruta.....	33
9.	Memorial de Cálculo.....	37
9.1.	Grades e Telas.....	37
9.2.	Caixa de Areia.....	38
9.3.	Estação Elevatória de Água Bruta.....	39
9.3.1.	NPSH disponível	41
9.4.	Linha de Recalque – Adutora de Água Bruta	42
10.	Anexos	Erro! Indicador não definido.

1. INTRODUÇÃO

O presente documento é constituído pelo Memorial Descritivo e de Cálculo do Projeto Básico de melhorias e modificações no sistema de captação de água bruta do Sistema de Abastecimento de Água (SAA) que atende a área urbana do Distrito Sede do Município de Vila Valério – ES.

A Figura 1 apresenta a área urbana do Distrito Sede de Vila Valério atendida pelo Sistema objeto deste Projeto.

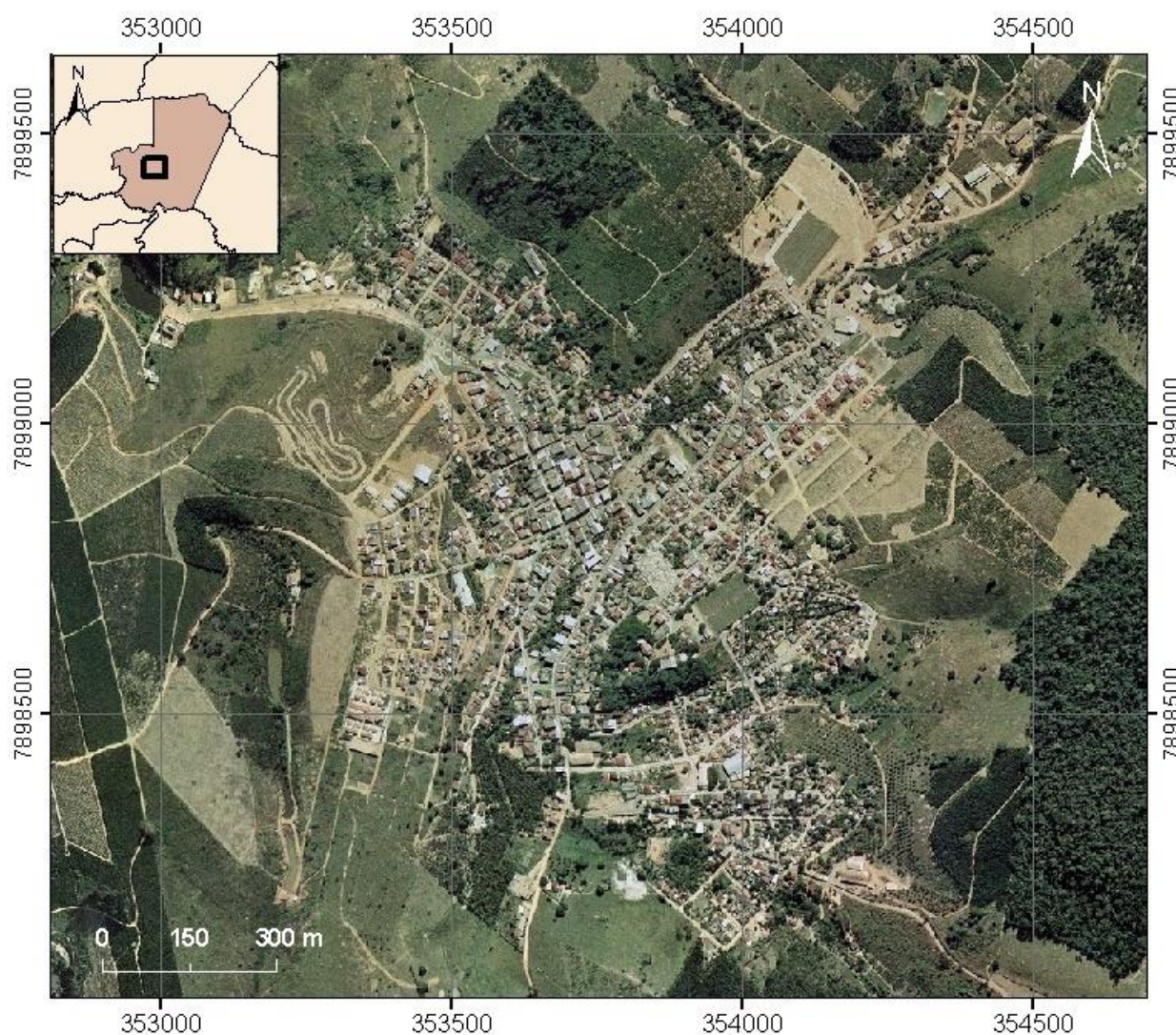


Figura 1: Área urbana do distrito sede de Vila Valério. Fonte: Ortofotomozaico/IEMA.

2. CARACTERÍSTICAS DO MUNICÍPIO DE VILA VALÉRIO

O Município de Vila Valério está localizado na região noroeste do Espírito Santo, nas coordenadas UTM 7.898.701 S; 353.777 L e tem área territorial de 464 km². Vila Valério faz divisa com os municípios: São Mateus, Jaguaré, Sooretama, Rio Bananal, São Domingos do Norte e São Gabriel da Palha. O Distrito Sede de Vila Valério encontra-se a 238 km da capital do ES e tem como principais vias de acesso as rodovias estaduais ES-344, ES 358 e ES 432.

A população total do município é de 7.813 habitantes (IBGE, 2010), sendo que aproximadamente 58% destes são residentes nas regiões urbanas do município e o restante ocupa as áreas rurais. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), calculado para ano de 2000, foi de 0,699.

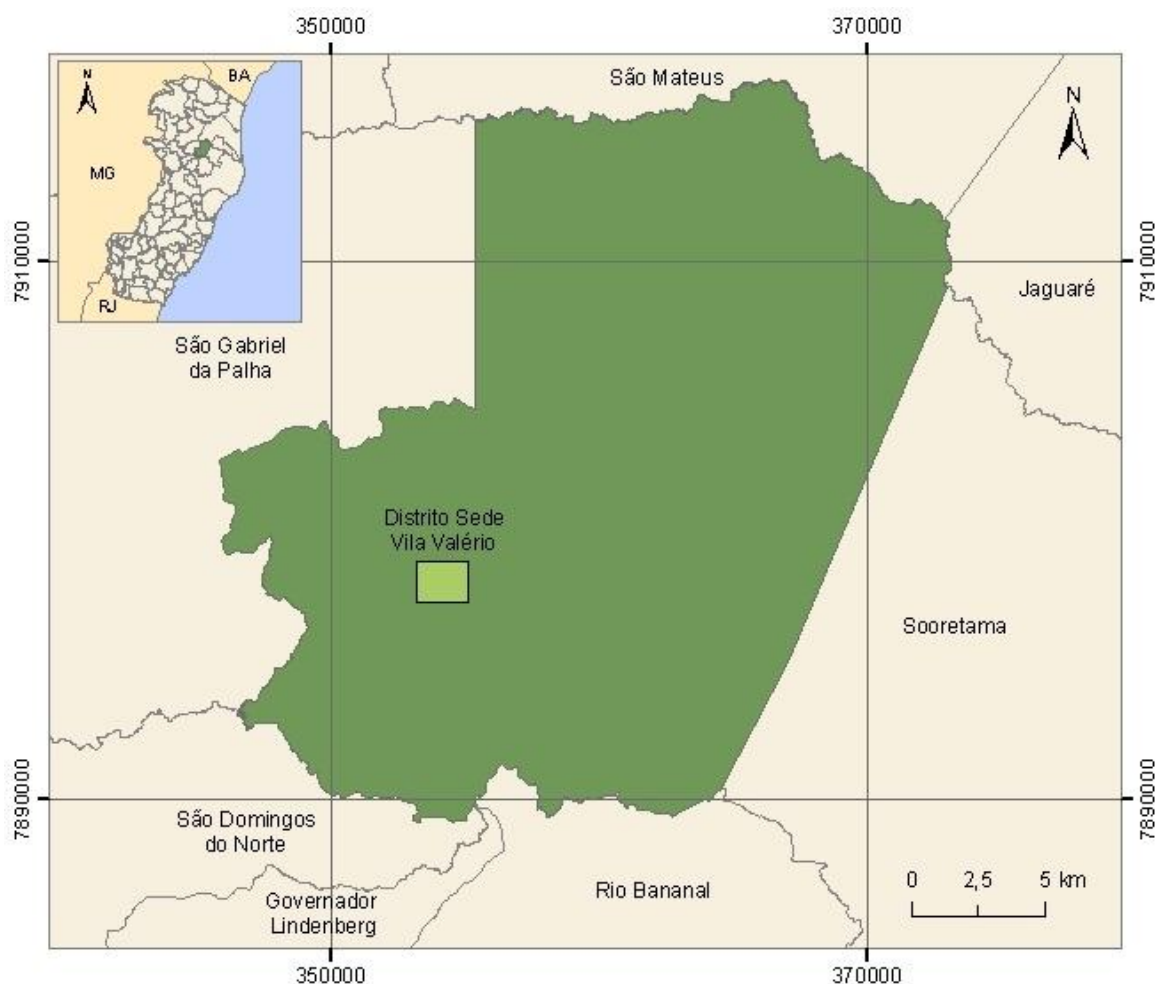


Figura 2: Localização do município de Vila Valério.

2.1. FORMAÇÃO ADMINISTRATIVA

O distrito objeto deste estudo foi criado com a denominação de Valério em 1963, subordinado ao município de São Gabriel da Palha. Nas divisões territoriais datadas de 1979 e 1995, o distrito de Valério permaneceu no município de São Gabriel da Palha. Em 1994, é criado o município com a denominação de Vila Valério, sendo desmembrado de São Gabriel da Palha e Linhares. A sede é estabelecida no antigo distrito de Valério atual Vila Valério. Em divisão territorial datada de 1997, o município era constituído do distrito sede. Posteriormente, foram criados e anexados ao município de Vila Valério os distritos de Jurama e de São Jorge da Barra Seca.

Em divisão territorial datada de 1999, o município é constituído de 3 distritos: Vila Valério, Jurama e São Jorge da Barra Seca. Assim permanecendo em divisão territorial datada de 2005.

2.2. RELEVO

O município de Vila Valério, localizado ao norte do Rio Doce, encontra-se inserido numa região com formações rochosas onduladas, a altitude máxima encontrado no município é de 450 m.

A área urbana do distrito sede de Vila Valério apresenta altitudes que vão de 104 m às margens do Córrego Valério até 150 m nos topos dos morros localizados na área urbana. As principais vias do sistema viário da cidade estão entre as cota 120 e 140 m.

2.3. CLIMA

O município de Vila Valério, segundo a classificação Köppen-Geiger, está inserido em região do tipo *Am*, ou seja, Tropical (A), com curta estação seca (*m*), caracterizado por chuvas de verão e invernos secos. As precipitações apresentam média anual variando entre 1100 e 1500 mm.

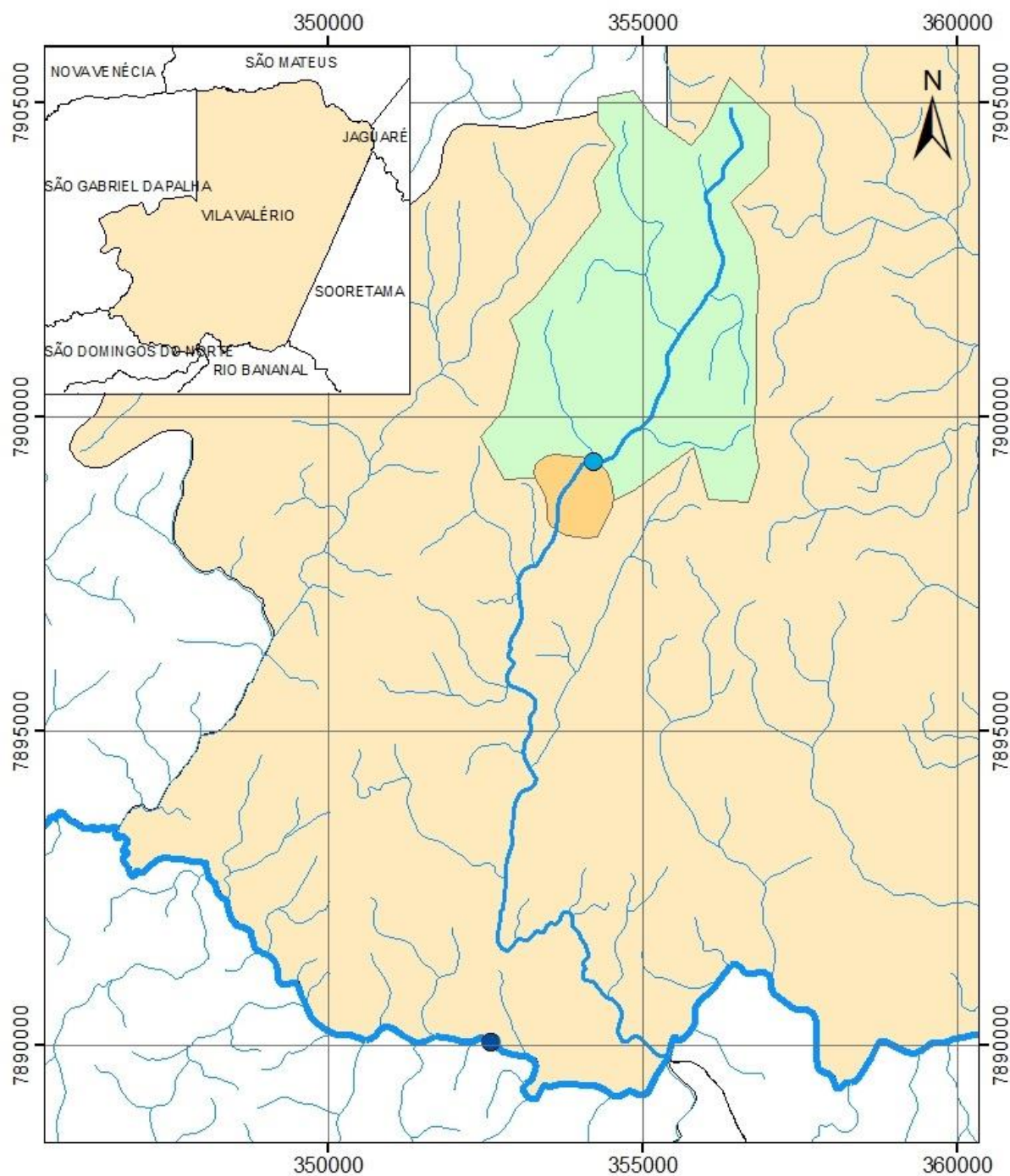
2.4. HIDROGRAFIA

O município de Vila Valério possui seu território limitado ao norte pelo Rio Barra Seca e ao sul pelo Rio São José, logo possui áreas compreendidas nas duas bacias hidrográficas, a Bacia do Rio Barra Seca e do Rio São José. O principal córrego do município de Vila Valério é o Córrego Valério, que passa pela sede do município. Este córrego é afluente do Rio São José, logo pertence à Bacia deste Rio.

Assim como acontece em muitos dos municípios da região noroeste do estado do Espírito Santo, a hidrografia do município de Vila Valério é composta por rios de pequeno porte e que durante a estação seca têm suas vazões bastante reduzidas.

Atualmente, a captação de água do sistema de abastecimento de água de Vila Valério ocorre no Córrego Valério durante a maior parte do ano. A captação neste caso é feita em uma pequena barragem localizada no limite da área urbana. Nos meses de maior seca, é necessário complementar o abastecimento com captação de água bruta no rio São José. Neste caso a captação é feita a aproximadamente 10 km da área urbana.

A Figura 3 apresenta a bacia hidrográfica do Córrego Valério localizada a montante do ponto de captação na barragem. A área da bacia que contribui para a vazão do córrego no ponto de captação é, aproximadamente, 2.016 hectares (20,16 km²).



Vila Valério - ES

Legenda

- Captação Rio São José
- Captação Córrego Valério
- Demais corpos d'água
- Córrego Valério
- Rio São José
- Limite Urbano
- Bacia Córrego Valério

Escala Gráfica:

0 1 2 Km

Escala:
1:80.000

Dados cartográficos:
Coordenadas UTM SAD 1969 - 24S

Figura 3: Bacia hidrográfica do Córrego Valério e área urbana do distrito sede de Vila Valério – ES.

2.5. ECONOMIA

O Produto Interno Bruto (PIB), do ano de 2008, do município de Vila Valério encontra-se apresentado na Tabela 1. Observa-se que as atividades agropecuárias, com destaque para as voltadas ao cultivo do café, correspondem a 63% do PIB do município. As atividades de comércio e serviços são responsáveis por 33% do PIB, sendo que 16% se referem à administração pública, e 17% referentes as demais atividades. E as atividades industriais, inclusive construção e serviços de utilidade pública (gás, água e energia) representam apenas 4% do indicador.

Tabela 1: Composição do Produto Interno Bruto para o ano de 2008.

2008				
Agropecuária	Indústria, constr., SIUP*	Comércio e serviços		Total
		Adm. pública	Demais ativ.	
63%	4%	16%	17%	100%
117.213	8.065	29.346	32.409	187.033

*SIUP: Serviços Industriais de Utilidade Pública (Eletricidade, Gás e Água)

Fonte: Instituto Jones dos Santos Neves – IJSN, 2008.

3. SISTEMA EXISTENTE DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA

3.1. INTRODUÇÃO

A captação de água bruta que abastece a cidade de Vila Valério atualmente é feita no Córrego Valério durante a maior parte do ano, em um ponto localizado dentro do limite da área urbana (Coordenadas UTM 354.222; 7.899.266).

O Córrego Valério é um córrego de pequeno porte, que apresenta uma vazão Q_{90} de 99,0 L/s. Neste contexto, em períodos de menor pluviosidade, a vazão do Córrego diminui, provocando problemas de abastecimento. Para evitar o desabastecimento, nestes períodos de seca, é feita uma captação complementar na Rio São José em um ponto localizado a 10 km da área urbana (Coordenadas UTM 352.572; 7.890.033). O período de captação no Rio São José é função da estiagem e pode variar de um a três meses por ano.

O Córrego Valério, no ponto da captação é represado por uma pequena barragem, formando um lago com área superficial de aproximadamente 1.850 m².

3.2. OUTORGA DE CAPTAÇÃO

A CESAN tem atualmente a outorga de captação nos dois pontos, conforme detalhamento da Tabela 2.

Tabela 2: Vazão de outorga e Q_{90} do Córrego Valério e do Rio São José

Corpo hídrico	Outorga	Período de funcionamento	Q_{90}
Córrego Valério	23,6 L/s	12 horas diárias	99 L/s
Rio São José	23,6 L/s	12 horas diárias	3.137 L/s

3.3. CAPTAÇÃO NO CÓRREGO VALÉRIO

A captação do Córrego Valério está localizada no limite da área urbana (Coordenadas UTM 354.222; 7.899.266), no ponto em que o Córrego entra na cidade (Figura 4). Como pode ser observado na Figura 4, a área da captação está gradativamente sendo circundada pelo crescimento urbano. O sistema de captação no Córrego Valério conta com uma barragem, um lago com área superficial aproximada de 1.850 m² e uma casa de bombas, que foi recentemente ampliada.

A atual vazão de captação é de 17,0 L/s, durante 18 horas/dia, utilizando duas bombas de 30 cv, $H_{man} = 64,5$ m.



Figura 4: Ponto de captação de água bruta no Córrego Valério.

As chuvas intensas que ocorreram no final de 2011 provocaram o rompimento da barragem. A situação foi solucionada temporariamente com a reconstrução da barragem (Figura 5) na mesma posição da primeira. Além disso, outras pequenas obras foram realizadas na área da captação: a expansão da casa de bombas e a urbanização da área da elevatória incluindo novos muros e portões.

A área das margens do lago está ocupada por residência (Figura 7) e comércio (Figura 6), impossibilitando a expansão do espelho d'água e provocando problemas de uso concorrente das águas do lago, com a instalação de pontos de captação para outros fins que não o abastecimento público no lago (Figura 8).



Figura 5: Barragem original rompida e barragem reconstruída após rompimento.



Figura 6: Ocupação comercial das margens do lago da barragem de captação da CESAN.



Figura 7: Ocupação residencial das margens do lago da barragem de captação da CESAN.



Figura 8: Captação para outros fins que não o abastecimento público no lago de captação da CESAN.

A bacia hidrográfica do Córrego Valério em seu trecho a montante do ponto de captação tem uma área aproximada de 2.016 hectares. Suas margens são intensamente ocupadas por pequenas propriedades rurais que fazem captação direta no Córrego (Figura 9) ou constroem pequenos açudes para abastecimento e/ou criação de peixes (Figura 10 e Figura 11).



Figura 9: Captação direta no Córrego Valério para abastecimento de pequenas propriedades rurais ao longo de suas margens.



Figura 10: Açude de abastecimento nas margens do Córrego Valério.

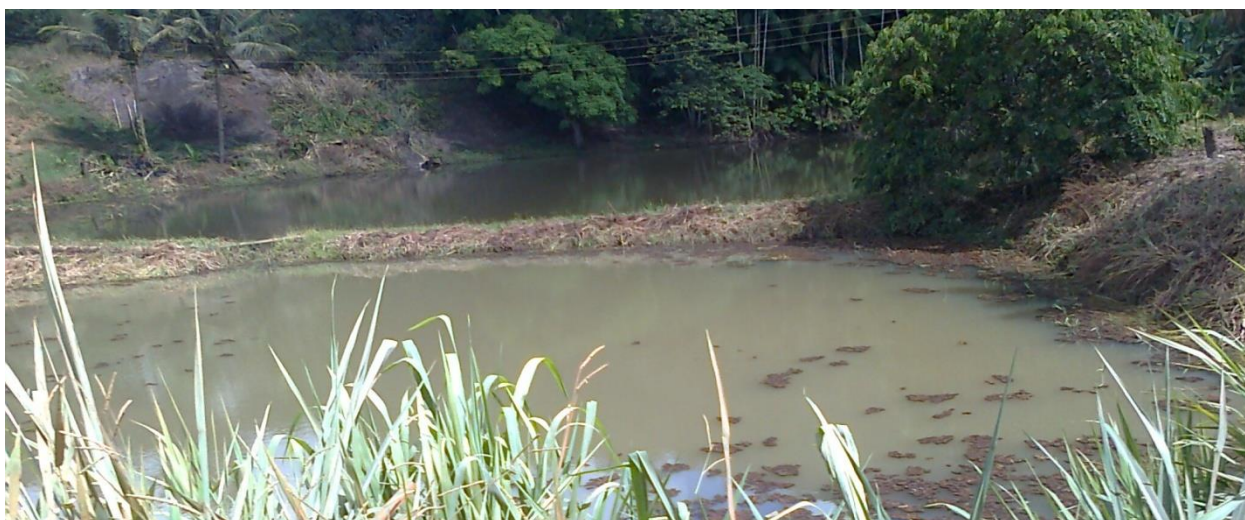


Figura 11: Açude de abastecimento nas margens do Córrego Valério.

Além dos fatores já citados, a situação é ainda agravada pelo fato que a atual demanda estimada de água bruta é de 23,0 L/s. Conforme detalhado no item 3.2, a vazão outorgada para o Córrego Valério é de 23,6 L/s. Esta vazão outorgada já está no limite do valor máximo que pode ser outorgado, 24,8 L/s referente a 25% de Q₉₀, ou seja 25% de 99,0 L/s. Cabe ainda ressaltar que a demanda estimada para final de plano para um período de 30 anos e de 45,0 L/s em 2042.

Assim sendo, a ocupação por pequenas propriedade rurais, a captação desordenada e o lançamento indiscriminado de efluentes, aliados ao pequeno porte do córrego e ao crescimento da demanda de água de abastecimento, resultam em uma condição desfavorável para a permanência sustentável de longo prazo da captação no ponto em que hoje se encontra no Córrego Valério.

Diante do contexto apresentado conclui-se que a atual situação de captação no Córrego Valério é crítica tanto em termos de disponibilidade hídrica quanto em termos de qualidade da água disponível.

3.4. CAPTAÇÃO NO RIO SÃO JOSÉ

Atualmente, durante os períodos de seca, quando a captação no Córrego Valério se torna insuficiente para garantir o abastecimento, a captação de água bruta é feita no Rio São José, em um ponto localizado a aproximadamente 10 km de distância da área urbana de Vila Valério.

Conforme apresentado no item 2.4, o Rio São José pertence a Bacia do Rio Doce. O ponto de captação (Figura 12) está localizado nas Coordenadas UTM 353.572; 7.890.033. A bacia hidrográfica a montante do ponto de captação é de grande porte, podendo garantir amplamente e sem restrições a demanda de abastecimento de Vila Valério para um horizonte de 30 anos.

A atual outorga da CESAN para a captação no Rio São José prevê uma vazão de 23,6 L/s. Entretanto, a vazão de referência Q₉₀ para este rio é de 3.137,0 L/s. Considerando o percentual possível de ser outorgado de 25 % da vazão de referência, teoricamente, este ponto de captação possui ampla capacidade de atender a demanda estimada de final de plano, no ano 2042, de 45,0 L/s



Figura 12: Vista do Rio São José no ponto de captação (Coordenadas UTM 353.572; 7.890.033).

As instalações de captação existentes no Rio São José são constituídas por duas linhas de sucção (Figura 13), uma casa de bombas (Figura 14) com duas bombas de 30 cv (Figura 15), e uma adutora de 150 mm de diâmetro e 10.664 metros de extensão.

A adutora existente leva a água bruta do Rio São José até o poço de sucção da estação elevatória de água bruta do Córrego Valério. A vazão atual de captação no Rio São José é de 17,0 L/s, durante 18 horas/dia, através de duas bombas de 30 cv, $H_{man} = 83,0$ m



Figura 13: Tubulação de sucção da captação de água bruta do Rio São José.



Figura 14: Casa de máquinas da captação de água bruta do Rio São José.



Figura 15: Conjunto moto-bombas do sistema de captação de água bruta do Rio São José.

3.5. ADUTORAS EXISTENTES

Os dados das adutoras de água bruta do sistema de captação no Córrego Valério e no Rio São José estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Dados das adutoras de água bruta do Córrego Valério e do sistema do Rio São José.

	CÓRREGO VALÉRIO	RIO SÃO JOSÉ
--	-----------------	--------------

EXTENSÃO	651,21 metros	10.665,38 metros
DIÂMETRO	150 mm	150 mm
MATERIAL	Ferro fundido	Ferro fundido
COTA TERRENO início	102,3 metros	64,3 metros
COTA TERRENO final	147,7 metros	102,5 metros
SAÍDA	Barragem no Córrego Valério	Rio São José
CHEGADA	ETA	Barragem no Córrego Valério

4. ESTUDO POPULACIONAL

O estudo populacional tem como objetivo prever a evolução da população usuária do sistema de abastecimento de água durante o período de projeto. O período de projeto foi definido em 30 anos (2012 – 2042).

Neste contexto, o estudo populacional para o Distrito Sede de Vila Valério foi desenvolvido com base nos métodos estatísticos, em parâmetros recomendados pela literatura técnica especializada e definidos a luz da percepção das possibilidades de crescimento do município e da região, com base no universo de dados populacionais e socioeconômicos disponíveis.

Os dados utilizados para a realização deste estudo foram os dados de população fornecidos pelos Censos do IBGE.

4.1. DADOS POPULACIONAIS DO IBGE

Os dados dos Censos Demográficos do IBGE para os anos de 2000 e 2010 são os dados mais consistentes disponíveis sobre a evolução populacional do Município de Vila Valério, devido a sua recente formação. A metodologia do IBGE consiste na contagem direta da população e não é baseada em amostragem ou estimativas estatísticas, fornecendo assim resultados que exprimem com grande fidelidade a evolução populacional.

Os Censos de 2000 e 2010 trazem dados de população urbana e rural para os três distritos que compõem o Município (Distrito Sede de Vila Valério, Jurama e São José da Barra Seca). Além destes dados, o IBGE dispõe ainda de dados de população urbana e rural total para o Município, englobando todos os três distritos sem diferenciá-los. A Tabela 4 apresenta os dados de população urbana e rural disponíveis no IBGE para os anos de 2000 e 2010.

Tabela 4: Dados de população urbana e rural do Município de Vila Valério e seus distritos, disponíveis no IBGE.

Município e Distritos		2000	2010
População Total	Vila Valério - ES	13.875	13.830
	Vila Valério - ES	4.093	5.042
População Urbana	Vila Valério (Sede)	3.620	4.540
	Jurama	259	322
	São José da Barra Seca	214	180
	Vila Valério - ES	9.782	8.788
População Rural	Vila Valério (Sede)	3.693	3.273
	Jurama	3.668	3.271
	São José da Barra Seca	2.421	2.244

Fonte: IBGE Censos 2000 e 2010.

Os dados apresentados mostram que, apesar da população total ter sofrido um ligeiro decréscimo, houve um crescimento da população urbana entre 2000 e 2010 de 4.093 para 5.042 habitantes (representando um crescimento de 23,19% em dez anos)

Esse crescimento ocorreu em função do deslocamento da população rural para os centros urbanos. Neste período, a taxa de urbanização do município de Vila Valério cresceu de 29,5% para 36,5%.

Conforme descrito no item 2.1, o município de Vila Valério foi constituído em 1994. Antes de se tornar um município, a região do atual distrito sede de Vila Valério (chamado Valério) era um distrito do município de São Gabriel da Palha.

Desta forma, a projeção populacional do distrito sede de Vila Valério foi desenvolvida a partir dos dados de população urbana dos censos demográficos (IBGE) de 1991, 2000 e 2010, sendo que para o distrito de Valério em 1991, e para o distrito sede de Vila Valério nos últimos dois censos, conforme mostrado na Tabela 5.

Tabela 5: Dados censitários da população do distrito sede de Vila Valério.

Situação dos Domicílios	Censo 1991	Censo 2000	Censo 2010
Urbano	3.015	3.620	4.540
Rural	3.246	3.693	3.273
Taxa de Urbanização	48,16%	49,50%	58,11%
Total	6.261	7.313	7.813

Fonte: IBGE Censos 1991, 2000, 2010.

4.2. PROJEÇÃO POPULACIONAL

Para o desenvolvimento da projeção populacional do distrito sede de Vila Valério, considerando os dados disponíveis, foram avaliados três métodos estatísticos de tratamento dos dados existentes:

- Método de Progressão Aritmética: possui a premissa de que o crescimento populacional acontece a uma taxa constante;
- Método de Progressão Geométrica: pressupõe que o crescimento populacional é proporcional a população existente em determinado ano;
- Método da Taxa de Crescimento Decrescente: baseia-se na hipótese de que com o crescimento da população, a taxa de crescimento torna-se menor, até a população atingir um valor de saturação.

O método da progressão aritmética, que prevê uma taxa de crescimento constante, é utilizada para estimativas a curto-prazo, sendo assim, como o período de projeto deste sistema é igual a 30 anos, este não foi o método adotado.

O método da taxa de crescimento decrescente prevê que a população se aproxima de uma população de saturação. Pelo fato do município de Vila Valério ter sido recentemente criado, e por possuir no entorno das áreas urbanas, áreas disponíveis para possíveis frentes de ocupação, entende-se que ainda se encontra distante da saturação populacional.

Diante disto, a metodologia adotada para este estudo populacional foi o método baseado na progressão geométrica.

Os dados disponíveis para o Município e Distrito Sede de Vila Valério abrangem apenas o período de 2000 a 2010. Neste período, observa-se a movimentação da população da zona rural para a urbana. A taxa de crescimento da população urbana do Município no período foi de 2,09%, e do Distrito Sede de 2,26%.

Tabela 6: Dados de evolução populacional e de taxa geométrica de crescimento populacional para o Município e para o Distrito Sede de Vila Valério – IBGE.

Ano	Município de Vila Valério						Distrito Sede de Vila Valério					
	Total		Urbana		Rural		Sede total		Sede urbana		Sede rural	
	Pop	Tx	Pop	Tx	Pop	Tx	Pop	Tx	Pop	Tx	Pop	Tx
2000	13.875		4.093		9.782		7.313		3.620		3.693	
2010	13.830	-0,03%	5.042	2,09%	8.788	-1,07%	7.813	0,66%	4.540	2,26%	3.273	-1,21%

Pop = População; Tx = Taxa geométrica de crescimento populacional.

Neste contexto, a projeção populacional para o distrito sede de Vila Valério foi feita utilizando a taxa de 2,26%. Os dados de população obtidos na estimativa populacional pelo método de progressão geométrica estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Estimativa população urbana do Distrito Sede do Município de Vila Valério pelo Método de Progressão Geométrica.

Ano	População Estimada (habitantes)	Ano	População Estimada (habitantes)	Ano	População Estimada (habitantes)
2011	4.644	2021	5.824	2031	7.304
2012	4.750	2022	5.958	2032	7.472
2013	4.859	2023	6.094	2033	7.643
2014	4.970	2024	6.234	2034	7.818
2015	5.084	2025	6.376	2035	7.997
2016	5.201	2026	6.522	2036	8.180
2017	5.320	2027	6.672	2037	8.367
2018	5.442	2028	6.825	2038	8.559
2019	5.566	2029	6.981	2039	8.755
2020	5.694	2030	7.141	2040	8.956
				2041	9.161
				2042	9.371

5. CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETOS

5.1. CRITÉRIOS E PARÂMETROS DE PROJETOS

O estudo de concepção do sistema de captação de água bruta do sistema de abastecimento de água da área urbana do distrito sede de Vila Valério será desenvolvido com base nas normas técnicas de projeto vigentes (Normas da ABNT), nas diretrizes fornecidas pela Companhia Espírito-Santense de Saneamento (CESAN) e nos dados coletados em campo pela equipe técnica responsável por este estudo.

A seguir estão listas as principais normas técnicas que nortearão a elaboração do projeto:

- NBR 12.213/92 – Projeto de Captação de Água Superficial para Abastecimento Público;
- NBR 12.214/92 – Projeto de Sistema de Bombeamento de Água para Abastecimento Público;
- NBR 12.215/91 – Projeto de Adutora de Água Superficial para Abastecimento Público;
- NBR 12.216/92 – Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público;

Na estimativa das demandas, vazões e capacidades de projeto foram adotados os seguintes parâmetros:

- Consumo *per capita* (q_c): 200 L/hab.d
- Coeficiente do dia de maior consumo (K_1): 1,2
- Coeficiente da hora de maior consumo (K_2): 1,5

5.2. FORMULÁRIO EMPREGADO NO LEVANTAMENTO DAS DEMANDAS

As seguintes equações foram empregadas no levantamento das demandas de projeto:

$$Q_{méd.} = q_c P_n \quad (1)$$

$$Q_{máx.} = K_1 Q_{méd.} \quad (2)$$

$$Q_{máxx.} = K_1 K_2 Q_{méd.} \quad (3)$$

Nas quais:

$Q_{méd.}$: vazão média (L/s);

$Q_{máx.}$: vazão máxima diária (L/s);

$Q_{máxx.}$: vazão máxima horária (L/s);

P_n : população no ano “n” de referência (hab).

5.3. FORMULÁRIO PARA CÁLCULO DA VAZÃO DE ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA

Para o cálculo da vazão de projeto de adução de água bruta foi empregada a seguinte Equação 4.

$$Q_{ad.ab} = Q_{máx} + Q_{serv.} + Q_{perd.} \quad (4)$$

Na qual,

$Q_{ad.ab}$: vazão de adução de água bruta (L/s);

$Q_{serv.}$: vazão água de serviço (L/s);

$Q_{perd.}$: vazão decorrente de perdas no sistema (L/s).

A Equação 5 apresenta a obtenção dos valores da vazão de serviço e a vazão referente as perdas.

$$Q_{ad.ab} = Q_{máx} + \alpha Q_{máx.} + \beta Q_{máx.} \quad (5)$$

Sendo que:

α : percentagem da água bruta consumida em serviços diversos (lavagem de filtros, etc.);

β : percentagem de água perdida no sistema de abastecimento de água.

Neste trabalho, foram adotadas os seguintes percentuais referentes a à água de serviço e às perdas:

- Incremento devido ao consumo de água de serviço (α): 5%;
- Incremento devido a perdas no sistema de distribuição (β): 25%.

5.4. HORIZONTE DE PROJETO ADOTADO

Para a elaboração do estudo de concepção do sistema de captação de água bruta para atender a área urbana do distrito sede do Município de Vila Valério foi adotado horizonte de projeto de 30 anos.

O horário de funcionamento do sistema de captação deverá seguir o funcionamento da ETA existente que é de 18 horas por dia.

6. ESTUDO DE VAZÕES

6.1. ESTIMATIVA DAS DEMANDAS DE ÁGUA

A Tabela 8 apresenta estimativas de demanda de água para a área urbana do distrito sede do município de Vila Valério.

Tabela 8: Estimativa das demandas de água - população urbana do distrito sede de Vila Valério.

Ano	População Urbana	Demanda de água		
		Média	Máx. Diária	Máx. Horária
		(L/s)	(L/s)	(L/s)

-	1991	3.015	7,0	8,4	12,6
-	2000	3.620	8,4	10,1	15,1
-	2010	4.540	10,5	12,6	18,9
-	2011	4.644	10,7	12,9	19,3
0	2012	4.750	11,0	13,2	19,8
1	2013	4.859	11,2	13,5	20,2
2	2014	4.970	11,5	13,8	20,7
3	2015	5.084	11,8	14,1	21,2
4	2016	5.201	12,0	14,4	21,7
5	2017	5.320	12,3	14,8	22,2
6	2018	5.442	12,6	15,1	22,7
7	2019	5.566	12,9	15,5	23,2
8	2020	5.694	13,2	15,8	23,7
9	2021	5.824	13,5	16,2	24,3
10	2022	5.958	13,8	16,5	24,8
11	2023	6.094	14,1	16,9	25,4
12	2024	6.234	14,4	17,3	26,0
13	2025	6.376	14,8	17,7	26,6
14	2026	6.522	15,1	18,1	27,2
15	2027	6.672	15,4	18,5	27,8
16	2028	6.825	15,8	19,0	28,4
17	2029	6.981	16,2	19,4	29,1
18	2030	7.141	16,5	19,8	29,8
19	2031	7.304	16,9	20,3	30,4
20	2032	7.472	17,3	20,8	31,1
21	2033	7.643	17,7	21,2	31,8
22	2034	7.818	18,1	21,7	32,6
23	2035	7.997	18,5	22,2	33,3
24	2036	8.180	18,9	22,7	34,1
25	2037	8.367	19,4	23,2	34,9
26	2038	8.559	19,8	23,8	35,7
27	2039	8.755	20,3	24,3	36,5
28	2040	8.956	20,7	24,9	37,3
29	2041	9.161	21,2	25,4	38,2
30	2042	9.371	21,7	26,0	39,0

6.2. ESTIMATIVA DAS VAZÕES DE PROJETO

6.2.1. Vazões de Projeto

Com base nas informações contidas neste documento foram calculadas as vazões de projeto para implantação das reformas e melhorias do sistema de captação do sistema de

abastecimento de água do Distrito Sede do Município de Vila Valério e que estão contidas na Tabela 9.

Tabela 9: Vazões de Projeto.

Ano		Q _{água.}	Q _{serv.}	Q _{perd.}	Q _{tot.}	Operação (h)	Q _{proj.}	Unid.
0	2012	13,2	0,70	3,3	17,0	18	23,0	L/s
10	2022	16,5	0,80	4,1	21,0	18	28,0	L/s
15	2027	18,5	0,90	4,6	24,0	18	32,0	L/s
20	2032	20,8	1,00	5,2	27,0	18	36,0	L/s
30	2042	26,0	1,30	6,5	34,0	18	45,0	L/s

6.2.2. Etapas da Ampliação do Sistema de Abastecimento de Água

Como pode ser observado na Tabela 9, as demandas médias de água da população urbana do distrito sede de Vila Valério para os anos de 2027 (ano 15 – 1ª Etapa) e 2042 (ano 30 – 2ª Etapa) são, respectivamente, 32,0 L/s e 45,0 L/s.

Neste contexto, a diferença entre as demandas de 1ª Etapa e 2ª Etapa é de 29%, deste modo optou-se por fazer a implantação do sistema em uma única etapa e não em dividir a ampliação em etapas.

7. SOLUÇÃO PROPOSTA

A atual área do sistema de captação do Córrego Valério é composta por uma barragem, o lago com área superficial de aproximadamente 1.850 m² e uma casa de bombas. Esta área encontra-se hoje circundada por residências e por um galpão comercial. A expansão urbana ocorreu no entorno da área, restringindo alternativas de expansão do espelho d'água do lago para melhorar as condições de captação em época de seca.

Neste contexto, foi analisada a possibilidade de transferência da captação para um ponto a montante, ainda no Córrego Valério, com a implantação de nova barragem e um lago com maior capacidade. Esta alternativa se deparou com dois fatores restritivos. O primeiro, é referente a área da bacia, que ao se mover o ponto de captação para montante, sofre uma redução significativa, já que um dos córregos contribuintes chega ao Córrego Valério a poucos metros do atual ponto de captação. O segundo fator restritivo é a intensa ocupação das áreas da bacia, principalmente das margens, por inúmeras pequenas propriedades rurais que fazem captação de água do córrego e ali também lançam seus efluentes.

Assim sendo, a transferência do ponto de captação para um ponto de montante reduziria ainda mais a disponibilidade hídrica. Atualmente a vazão de outorga é de 23,6 L/s e já está no limite da possibilidade de outorga. A vazão de referência do Córrego, neste caso o Q90, é de 99,0 L/s. De acordo com a legislação vigente, a vazão de outorga pode atingir no máximo 25 % da vazão de referência, ou seja 24,8 L/s. Além disso, o intenso uso das águas do Córrego por pequenas propriedade rurais tem afetado a qualidade e a quantidade de suas águas.

Constata-se, portanto, que a situação da captação no Córrego Valério é crítica tanto em termos de quantidade quanto em termos de qualidade de água bruta para abastecimento.

Atualmente, nos meses do ano que a seca prejudica a disponibilidade hídrica no Córrego Valério, o sistema de captação no Rio São José é utilizado para suprir a demanda.

Diante da constatação da situação vulnerável do sistema de captação do Córrego Valério, tanto em termos de disponibilidade hídrica quanto em termos de qualidade das águas do manancial, considera-se que a solução viável para um período de projeto de 30 anos é a transferência do manancial de captação do Córrego Valério para o Rio São José.

O Rio São José é um rio de grande porte, com uma vazão Q90 de 3.137 L/s, o que o permite atender amplamente a demanda de final de plano que é de 45,0 L/s. O atual ponto de captação está bem localizado em uma curva do Rio e em um terreno com baixa declividade e fácil acesso.

Neste contexto, recomendam-se as seguintes melhorias para ampliação das instalações do sistema de captação do Rio São José:

1. Implantação de novo sistema de gradeamento e caixa de areia para atender a vazão de final de plano;
2. Reforma e ampliação da casa de bombas para modernização das instalações;
3. Substituição dos conjuntos motor-bombas para atender a vazão de final de plano;
4. Ampliação da capacidade da adutora para atender a vazão de final de plano e modificação do trajeto da parte final de seu caminhamento para direcioná-la para a área da ETA (atualmente o caminhamento da adutora de água bruta do Rio São José vai para a barragem de captação do Córrego Valério). A decisão sobre a ampliação por implantação de uma nova adutora complementar e paralela a atual adutora de água bruta ou a substituição por uma nova adutora com capacidade para atender a vazão total será objeto de estudo mais detalhado na etapa de desenvolvimento do projeto básico.

8. MEMORIAL DESCRITIVO

A captação de água constitui-se por um conjunto de estruturas e equipamentos, construídos ou montados próximo a um manancial para a tomada de água destinada ao abastecimento público (NBR 12.213/1992). Este manancial pode ser de águas subterrâneas ou superficiais, como rios, córregos, lagos e reservatórios superficiais.

O sistema de captação proposto para o Sistema de Abastecimento de Água de Vila Valério no rio São José é composto pelos seguintes elementos:

- Tomada de água;
- Grades e telas;
- Caixa de areia;
- Poço de sucção.

8.1. TOMADA DE ÁGUA

A tomada de água é o conjunto de dispositivos com a finalidade de conduzir a água do manancial para as outras partes da captação.

Na Captação de Água Bruta de Vila Valério no Rio São José, a tomada de água contará com um canal que possuirá um sistema de retenção de sólidos em suspensão (grades e telas), descritos a seguir. Após passar por este canal a água será encaminhada à caixa de areia. A extensão do canal e da tubulação, e a largura do canal encontram-se apresentados a seguir. A Figura 16 apresenta a planta baixa da tomada de água bruta.

- Comprimento do canal = 7,50 m
- Largura do canal = 0,50 m

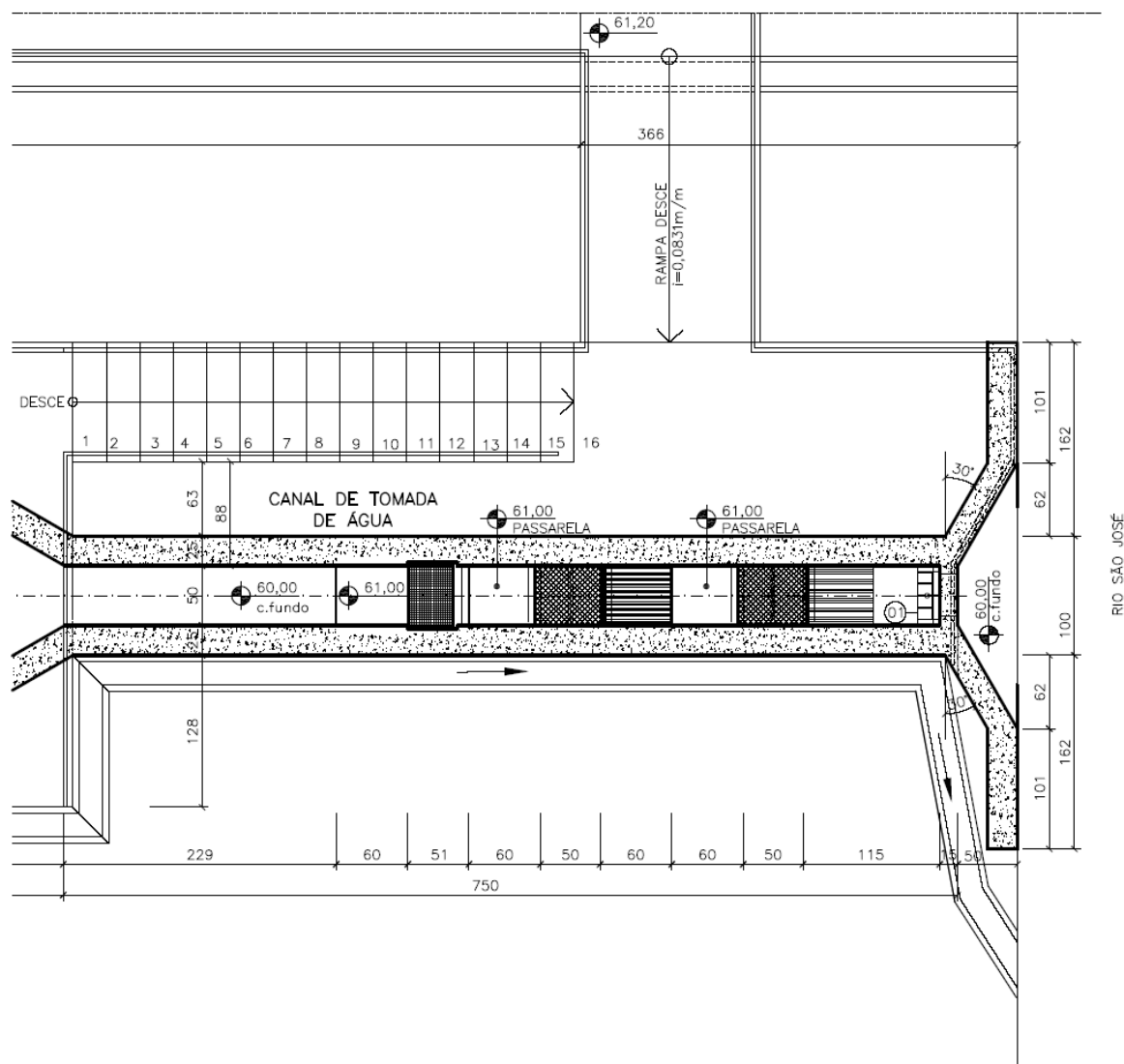


Figura 16: Esquema do canal de tomada d'água.

8.2. GRADES E TELAS

As grades e telas são dispositivos de extrema importância para a captação de água bruta, visto que estes dispositivos tem a finalidade de reter sólidos suspensos. As grades são formadas por barras paralelas e evitam a entrada de materiais grosseiros, como galhos, troncos, peixes, entre outros; já as telas destinam-se a reter a entrada de materiais menores.

O sistema de gradeamento da Captação contará com duas grades, sendo uma grossa e outra fina; e com uma tela, conforme apresentado na Figura 17.

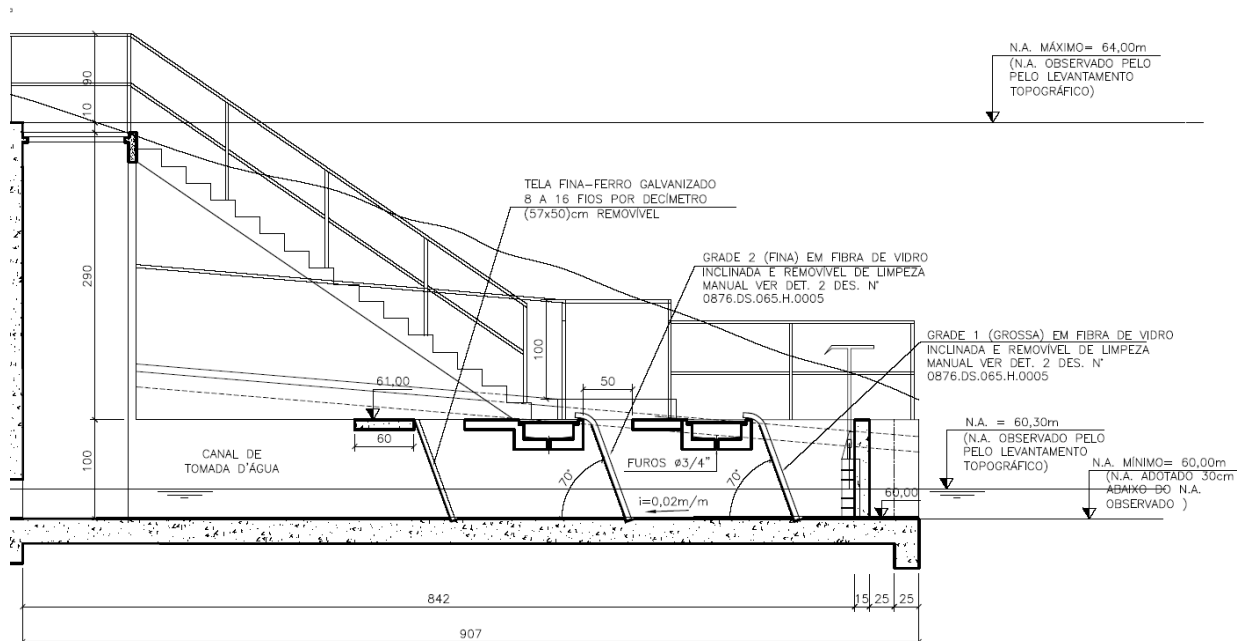


Figura 17: Esquema representativo do sistema de gradeamento.

8.3. CAIXA DE AREIA

A caixa de areia, ou desarenador, num Sistema de Captação de Água Bruta possui a importante função de impedir a entrada da areia em suspensão para através do mecanismo de sedimentação, visando evitar a deterioração nos equipamentos e tubulações por abrasão, e a possibilidade de obstrução em tubulações.

A caixa de areia projetada será constituída de duas células independentes, que irão facilitar as atividades de manutenção da mesma. Cada célula da caixa de areia especificada será do tipo fluxo horizontal em canal de concreto aberto.

Com o objetivo de controlar a entrada de água no sistema de captação são utilizadas comportas. Estes dispositivos são necessários quando houver a necessidade de interrupção do fluxo, quando, por exemplo, para a manutenção das bombas.

8.4. ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA

A Estação Elevatória de Água Bruta tem a finalidade de levar a água bruta à cota em que será realizado o tratamento, à ETA. Essa estação possui o poço do tipo seco, ou seja, o poço de sucção encontra-se separado da casa de bombas, com o nível d'água abaixo da bomba, ou seja, bomba não-afogada, do tipo horizontal.

A Elevatória de Água Bruta proposta para o Sistema de Captação de Vila Valério no rio São José contará com duas bombas, uma em funcionamento e outra como reserva.

Para a escolha da localização da Estação Elevatória foi observado o limite da faixa de alagamento e o afastamento mínimo do rio preconizado pela Lei Federal 4.771/1965. A cota de inundação do Rio São José, nas proximidades da Elevatória é da ordem de 64,00 m enquanto que o piso da casa de bombas está na cota 65,00 m, fora da faixa de inundação. Segundo a Lei Federal 4.771/1965, para cursos d'água com largura entre 10 e 50 metros, como é o caso do Rio São José, o afastamento mínimo para construções deve ser 50 metros, entretanto, este afastamento inviabilizaria a construção no terreno disponível, visto que tornaria a obra muito cara, então foi mantido um afastamento de 30 metros. Visto que esta área proposta para a captação é uma área de pastagem, e já não possui mata ciliar, e ainda, a captação é uma obra de pequeno porte, não causará impactos significativos.

A Figura 18 apresenta a localização da Estação Elevatória e o limite de afastamento de 30 metros do Rio São José.

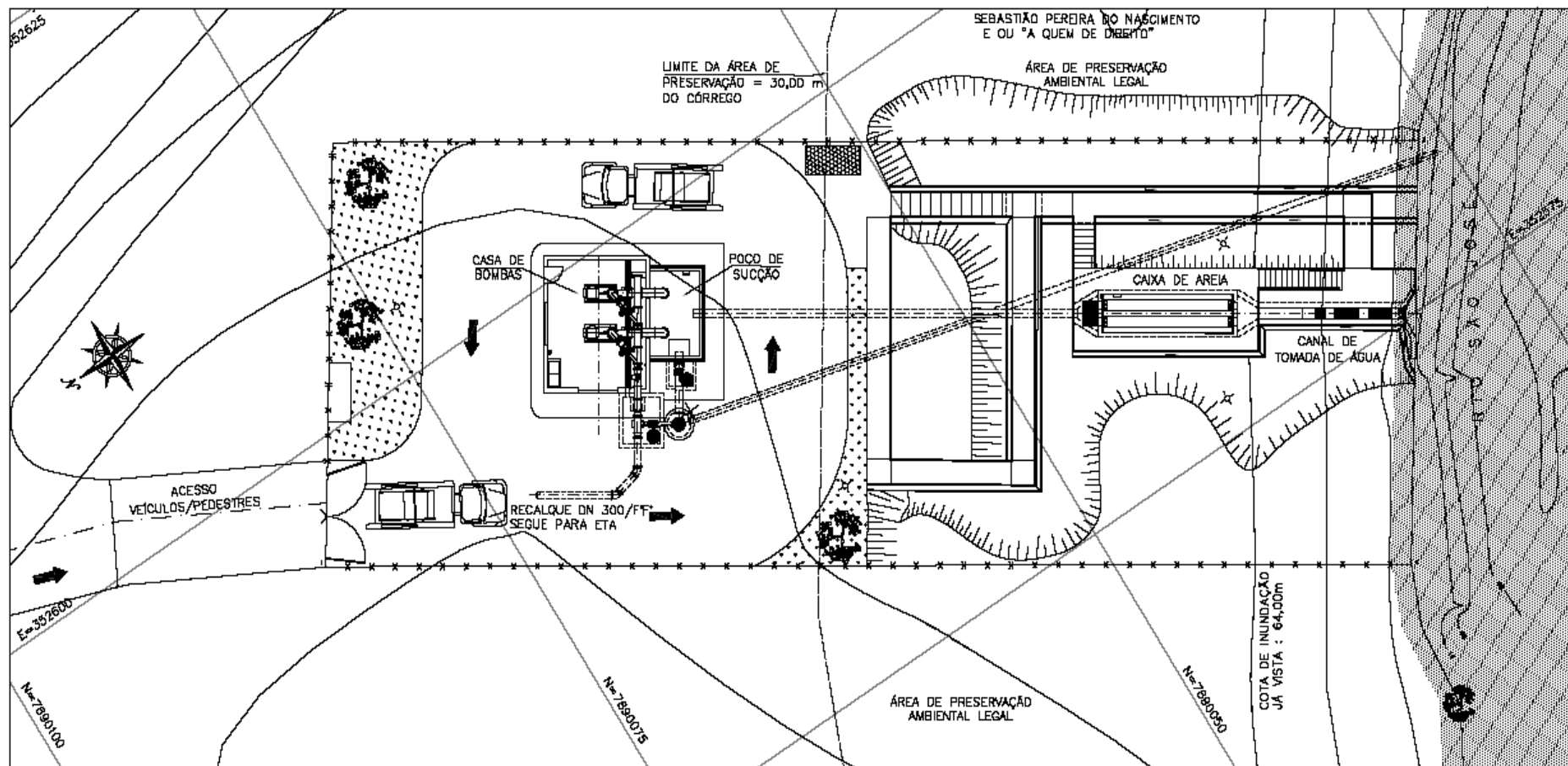


Figura 18: Localização da Estação Elevatória de Água Bruta.

O Sistema proposto terá as seguintes características (Tabela 10):

Tabela 10: Principais características da Estação Elevatória de Água Bruta.

Vazão	162,00 (m ³ /h)
Vazão	0,045 (m ³ /s)
Altura Manométrica	109,00 (m)
Cota de Fundo do Poço de Sucção	59,20 (m)
Cota de Fundo da Sala de Bombas	65,00 (m)
Cota de Inundação	64,00 (m)
Tubulação de Sucção	DN 350 (mm)
Tubulação de Recalque	DN 300 (mm)

9. MEMORIAL DE CÁLCULO

9.1. GRADES E TELAS

A Captação de Água Bruta possuirá duas grades de limpeza manual e uma tela, instaladas no canal de tomada d'água, as dimensões do sistema de gradeamento encontram-se apresentados a seguir:

- Vazão (Q) = 45,00 L/s
- Velocidade média de aproximação entre as barras = 0,35 cm/s
- Ângulo de inclinação = 70° com a horizontal
- Largura dos canais = 0,50 m
- Características da grade grossa:
 - Espessura = 0,50 cm
 - Distância entre barras = 10,00 cm
- Características da grade fina:
 - Espessura = 0,50 cm
 - Distância entre barras = 4,00 cm

A partir destes parâmetros, foi determinada a perda de carga no sistema de gradeamento pela seguinte equação:

$$H = k \left(\frac{V^2}{g} \right)$$

Na qual:

H é a perda de carga (m);

V é a velocidade média de aproximação (m/s);

g é a aceleração da gravidade (m/s²);

k é o coeficiente de perda de carga.

O coeficiente de perda de carga, k , das gradas é determinado por:

$$k = \beta \left(\frac{s}{b} \right)^{1,33} \operatorname{sen} \alpha$$

Em que:

β é o coeficiente, função da forma da barra;

s é a espessura das barras (m);

b é a distância entre as barras (m);

α é o ângulo de inclinação da grade em relação à horizontal.

A perda de carga devido à grade grossa, considerando 50% da grade obstruída, é igual a $1,1 \cdot 10^{-3}$ m. Já a grade fina, também com 50% de obstrução, possui uma perda de carga de $3,6 \cdot 10^{-3}$ m.

A tela, localizada após as duas grades no canal de tomada d'água, possuirá as seguintes características:

Número e fios por unidades de comprimento (n) = 80 unidades/metro;

Diâmetro dos fios (D) = 5,00 mm;

Porosidade (ε) = 0,36.

O coeficiente de perda de carga nas telas foi determinado pela seguinte equação:

$$k = 0,55 \cdot \frac{(1 - \varepsilon^2)}{\varepsilon^2}$$

A perda de carga nas telas é igual a 0,05 m.

9.2. CAIXA DE AREIA

A caixa de areia projetada será constituída por duas células independentes, que irão facilitar as atividades de manutenção da mesma. Estas células serão instaladas em etapa única.

Cada célula da caixa de areia será do tipo fluxo horizontal em canal de concreto aberto. Esta unidade foi projetada com base nas especificações da NBR 12.213/1992. O sistema de remoção de areia deverá atender aos critérios descritos na Tabela 11.

Tabela 11: Resultado do dimensionamento da unidade de remoção de areia.

Vazão afluente (Q_a)	45,00 L/s
Velocidade horizontal (V)	0,30 m/s
Velocidade de sedimentação (V_{sed})	0,021 m/s
Comprimento (L)	6,50 m
Largura (b)	0,50 m
Profundidade da caixa de areia (h)	0,20 m
Período de limpeza recomendado (a verificar após início de operação)	4 dias

A entrada e a saída da caixa de areia contarão com uma comporta em ferro fundido, com secção quadrada, de lado igual a 0,4 m, estas comportas controlarão a entrada de água na caixa de areia e no poço de sucção.

9.3. ESTAÇÃO ELEVATÓRIA DE ÁGUA BRUTA

A Tabela 12 apresenta os dados de projeto para o dimensionamento da Estação Elevatória de Água Bruta. O diâmetro da tubulação de recalque foi determinado pela Fórmula de Bresse, e os parâmetros utilizados neste cálculo, assim como a tubulação de sucção adotada estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 12: Dados de projeto para dimensionamento da EEAB.

Vazão afluente (Q_a)	45,00 L/s
Cota do Terreno	65,00 m
NA mínimo no poço de sucção	60,30 m
Eixo da bomba	65,51 m
Cota do fundo do poço de sucção	59,15 m
Cota da chegada da tubulação de recalque na ETA	148,00 m
Desnível geométrico (cota de chegada na ETA – NA min poço sucção)	88,80 m
Comprimento do trecho de recalque	10.574,00 m

Tabela 13: Diâmetro das tubulações de recalque (Fórmula de Bresse) e de sucção.

Capacidade da Bomba	45,00 L/s
DN Recalque = $1,2 (Q / 1000)^{0,5}$	255 mm
DN Comercial Recalque adotado	300 mm
DN Comercial Sucção adotado	350 mm

Os dados necessários à determinação da altura manométrica, que será utilizada na escolha dos Conjuntos de Recalque necessários ao funcionamento da Elevatória de Água Bruta, encontram-se apresentados na Tabela 14. A altura manométrica corresponde à carga que deve ser vencida pela bomba para deslocar o líquido até um determinado nível. Esta altura equivale ao somatório das seguintes grandezas: altura geométrica, perda de carga localizada e perda de carga distribuída. Sendo esta última, calculada a partir da Fórmula de Hazen-Willians.

Tabela 14: Perda de carga unitária e altura manométrica.

Coeficiente do tubo Ferro Fundido	C =	130
Perda de carga unitária na sucção	$J_s = 10,643 \times C(-1,852) \times DN(-4,87) \times Q(1,852)$	0,0007 m/m
Altura de sucção	Z =	4,70 m
Perda de carga na sucção	$H_s = L(\text{real} + \text{equiv}) \times J$ (m)	0,07 m
Perda de carga unitária no recalque	$J_r = 10,643 \times C(-1,852) \times DN(-4,87) \times Q(1,852)$	0,0015 m/m
Desnível geométrico	$H_g =$	88,80 m
Comprimento da tubulação de recalque	L =	10.574 m
Perda de carga no recalque	$H_r = L(\text{real} + \text{equiv}) \times J$ (m)	15,80 m
Altura manométrica	$H = \text{AMT} = \text{Desn Geom.} + L(\text{real} + \text{equiv}) J$	109,40 m

As principais características do poço de sucção desta Estação Elevatória de Água Bruta encontram-se apresentadas na Tabela 15, enquanto que a Tabela 16 relaciona as especificações dos Conjuntos de Recalque a serem utilizados. A Figura 19 apresenta o ponto de operação das bombas desta elevatória.

Tabela 15: Características do poço de sucção.

Vazão afluyente (Q_a)	45,00 L/s
Tempo de ciclo	10,00 min
Volume útil	6,75 m ³
Largura do poço	2,50 m
Comprimento do poço	4,00 m
Altura útil adotada	0,70 m
Profundidade do poço de sucção	5,80 m

Tabela 16: Características do conjunto de recalque.

Nº de conjuntos	2,0 (1 funcionando + 1 reserva)
Potência nominal	89,60 CV

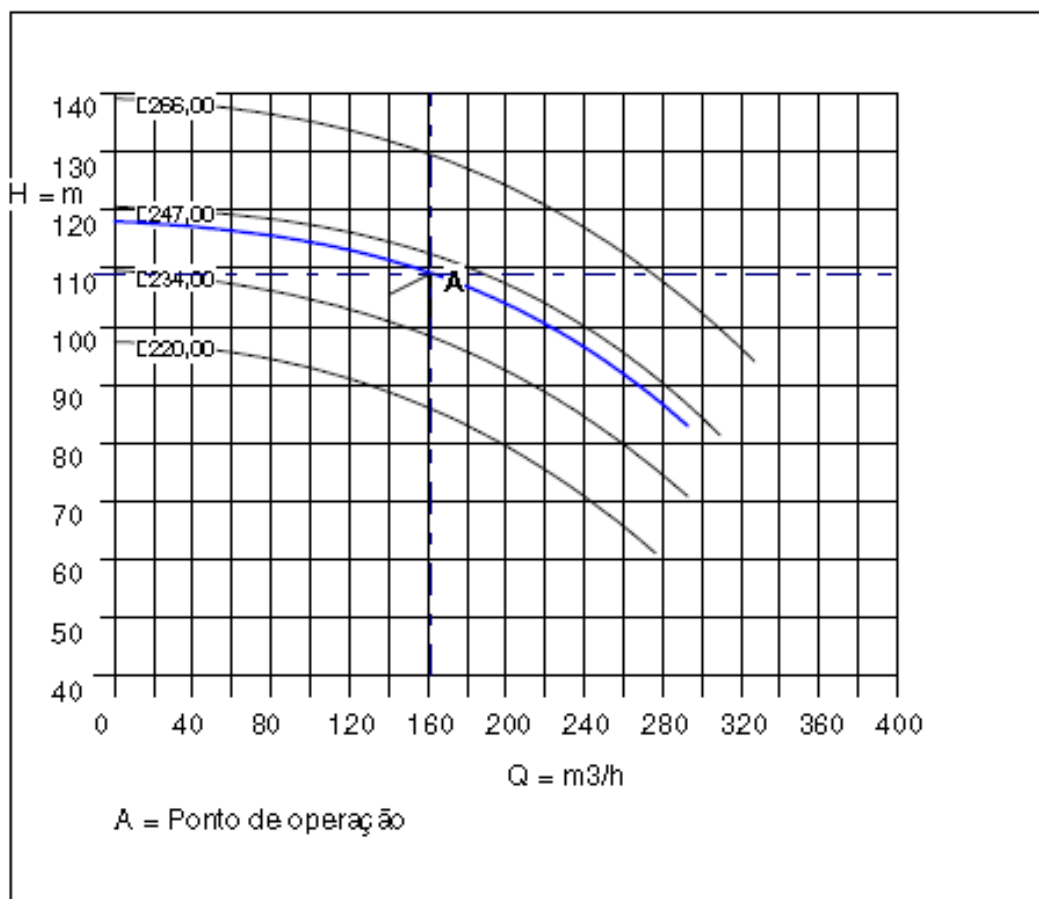


Figura 19: Ponto e operação das bombas da EEAB.

9.3.1. NPSH disponível

O NPSH disponível foi calculado utilizando a seguinte relação:

$$NPSH = \pm Z + P_a - P_v - H_f$$

Na qual:

Z é a altura de sucção (m);

P_a é a pressão atmosférica no local (m);

P_v é a pressão de vapor (m);

H_f é a perda de carga na sucção (m).

Segundo os dados fornecidos pelo fabricante da bomba e apresentados na Figura 19, o NPSH requerido por este equipamento é de 3,21 m. Assim sendo, a Tabela 17, apresenta os valores de cálculo e o NPSH disponível de 5,74 m. Este valor atende amplamente ao NPSH requerido pelo sistema elevatório.

Tabela 17: Determinação do NPSH disponível.

NPSH requerido	3,21 m
Z	4,20 m
P_a	10,33 m
P_v	0,32 m
$H_{f\text{succção}}$	0,07 m
NPSH disponível	5,74 m

9.4. LINHA DE RECALQUE – ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

A linha de recalque de água bruta terá a finalidade de interligar a elevatória projetada para a Captação no Rio São José com a entrada da Estação de Tratamento de Água Vila Valério.

Conforme

Tabela 13, o diâmetro da tubulação de adução de água bruta foi obtido com base no uso da fórmula de Bresse e o diâmetro comercial adotado foi DN 300 mm e o material a ser utilizado será Ferro Fundido. O comprimento total da adutora até a ETA é de 10.574 m.