

CONTRATO Nº 001/2014



PLANO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE SALVADOR, SANTO AMARO E SAUBARA

RELATÓRIO PARCIAL FASE 1 - TOMO II - ESTUDOS BÁSICOS

VOL. 03 – RELATÓRIOS DE DIAGNÓSTICOS DOS SAA'S - ADUTORAS,
ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS, ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

CAP. 08 – DIAGNÓSTICO DOS SAA'S - ADUTORAS, ESTAÇÕES
ELEVATÓRIAS, ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA -
MUNICÍPIOS DE VERA CRUZ E ITAPARICA

GEOHIDRO

REV.01 - JANEIRO DE 2016

GOVERNADOR DO ESTADO DA BAHIA

Rui Costa

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA HÍDRICA E SANEAMENTO

Cássio Ramos Peixoto
Secretário

SUPERINTENDÊNCIA DE SANEAMENTO

Carlos Fernando Gonçalves de Abreu
Superintendente

DIRETORIA DE SANEAMENTO URBANO

Geraldo de Senna Luz
Diretor

Anésio Miranda Fernandes
Coordenador

GRUPO DE ACOMPANHAMENTO TÉCNICO – GAT

Engenheiro Civil	Carlos Fernando Gonçalves de Abreu
Engenheiro Civil	Anésio Miranda Fernandes'
Analista Técnica	Tônia Maria Dourado Vasconcelos
Engenheira Civil	Renata Silveira Fraga
Engenheira Civil	Márcia Faro Dantas
Engenheiro Civil	Antonio Carlos Fiscina Mesquita
Engenheiro Agrônomo	Leonardo de Sousa Lopes

GEOHIDRO CONSULTORIA SOCIEDADE SIMPLES LTDA.

COORDENAÇÃO GERAL

Carlos Francisco Cruz Vieira

GERÊNCIA DE CONTRATO

Carlos Alberto Carvalho Heleno

COORDENAÇÃO TÉCNICA

Engº. Civil e Sanitarista Edson Salvador Ferreira

EQUIPE TÉCNICA

Engenheiro Civil e Sanitarista	José Geraldo Barreto
Engenheiro Civil	Raydalvo Landim L. B. Louzeiro
Engenheira Civil	Swan Pires Marques e Amorim
Engenheiro Civil	Leonardo Muller Adaime
Engenheira Sanitarista e Ambiental	Alessandra da Silva Faria
Engenheira Ambiental	Raquel Pereira de Souza
Engenheira Sanitarista e Ambiental	Renata Ramos Pinto
Engenheira Sanitarista e Ambiental	Olga Braga Oliveira
Geógrafo	Myron Paterson Neto
Designer Gráfico	Carlos Eduardo Araújo
Projetista Cadista	Jair Santos Fernandes
Cadista	Sérgio Marcos de Oliveira
Estagiário	Francisco Henrique Mendonça
Estagiária	Jamile Leite Bulhões
Estagiária	Raysa Paula Rosa Rocha

RELATÓRIO PARCIAL

FASE 1 – TOMO II – ESTUDOS BÁSICOS

VOLUME 03 – DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – ADUTORAS, ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS (EE) E ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA (ETA)

CAPÍTULO 08 – DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA – ADUTORAS, ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA – MUNICÍPIOS DE VERA CRUZ E ITAPARICA

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	7
8.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS	8
8.2 SIAA ILHA DE ITAPARICA	9
8.2.1 Estação Elevatória e Adutoras de Água Bruta	11
8.2.1.1 Estação Elevatória de Água Bruta	11
8.2.1.2 Adutoras de Água Bruta	13
8.2.2 Estação de Tratamento de Água.....	17
8.2.2.1 Chegada de Água Bruta	19
8.2.2.2 Filtros de Fluxo Ascendente (Filtros Russos).....	19
8.2.2.3 Laboratório, Casa de Química e Cloração	21
8.2.2.4 Reservatórios	24
8.2.2.5 Sistema de Reaproveitamento da Água de Lavagem de Filtros	25
8.2.2.6 Qualidade da Água Tratada na Saída da ETA	26
8.2.3 Estações Elevatórias e Adutoras de Água Tratada.....	29
8.2.3.1 Estações Elevatórias de Água Tratada	29
8.2.3.2 Adutoras de Água Tratada	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
ANEXO 1– Curva da Bomba Sulzer SMN 202-500.....	49
ANEXO 2– Croqui Básico do SIAA Ilha de Itaparica	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 8.1 – Esquema Geral Simplificado do SIAA Ilha de Itaparica.....	10
Figura 8.2 – Imagem de Satélite da Barragem Tapera	11
Figura 8.3 – Vista da EEAB1 a partir da crista da barragem.....	12
Figura 8.4 – Vista da EEAB1.....	12
Figura 8.5 – Vista geral dos conjuntos motobomba da EEAB1	13
Figura 8.6 – Vista geral dos conjuntos motobomba da EEAB1	13
Figura 8.7 – Detalhe de conjunto motobomba da EEAB1	13
Figura 8.8 – Subestação de energia elétrica da EEAB1	13
Figura 8.9 – Quadros elétricos dos motores da EEAB1	13
Figura 8.10 – Quadros dos motores da EEAB1	13
Figura 8.11 – Croqui Básico do Sistema Adutor de Água Bruta.....	14
Figura 8.12 – Barrilete da EEAB1, com as derivações da AAB1 e AAB2	15
Figura 8.13 – Detalhe de válvula no início da adutora com macromedidor eletromagnético.....	15
Figura 8.14 – Travessia da AAB2 sob a Ponte do Funil.....	15
Figura 8.15 – Travessia da AAB1 sob a Ponte do Funil.....	15
Figura 8.16 – Imagem de Satélite da área da ETA do SIAA Itaparica.....	18
Figura 8.17 – Vista geral da ETA	18
Figura 8.18 – Vista da entrada da ETA	18
Figura 8.19 – Chegada da AAB1 na torre de mistura.....	19
Figura 8.20 – Vista de quatro filtros russos da ETA	19
Figura 8.21 – Detalhe do barrilheite de entrada de filtro na ETA	19
Figura 8.22 – Vista de seis filtros russos da ETA.....	20
Figura 8.23 – Detalhe da calha coletora (filtro desligado) na ETA	20
Figura 8.24 – Vista geral dos filtros e reservatório receptor de água tratada da ETA	20
Figura 8.25 – Detalhe das saídas dos filtros para o reservatório e câmara de contato e tubulação de descarga na ETA.....	20
Figura 8.26 – Detalhe da saída dos filtros na ETA.....	20
Figura 8.27 – Edificação onde se localiza área de depósito da ETA.....	22
Figura 8.28 – Entrada do laboratório da ETA.....	22
Figura 8.29 – Torre de mistura da ETA.....	22
Figura 8.30 – Reservatório de armazenamento do sulfato de alumínio líquido da ETA.....	22
Figura 8.31 – Tanques de diluição do sulfato de alumínio da ETA	22
Figura 8.32 – Tanques de mistura de hidróxido de cálcio da ETA	23
Figura 8.33 – Sacos de hidróxido de cálcio estocados no depósito da ETA	23

Figura 8.34 – Depósito de gás cloro da ETA. Cilindros de 900kg em primeiro plano.....	23
Figura 8.35 – Bancada de análises físico-químicas da ETA	24
Figura 8.36 – Bancada de análises físico-químicas da ETA	24
Figura 8.37 – Aparelho de “Jar-test” da ETA, utilizado no ensaio para determinação de concentração de coagulante	24
Figura 8.38 – Reservatório apoiado que funciona como câmara de contato na ETA.....	25
Figura 8.39 – Reservatórios de lavagem da ETA.....	25
Figura 8.40 – Detalhe do barrilete dos reservatórios de lavagem da ETA	25
Figura 8.41 – Vista geral dos tanques de decantação da ETA	25
Figura 8.42 – Vista geral dos tanques de decantação da ETA	25
Figura 8.43 – Detalhe da entrada d’água e conjunto motobomba flutuante da ETA	26
Figura 8.44 – Vista geral da edificação da EEAT1	30
Figura 8.45 – Vista dos três conjuntos motobomba da EEAT1	30
Figura 8.46 – Vista dos três conjuntos motobomba da EEAT1	30
Figura 8.47 – Vista interna da EEAT1	30
Figura 8.48 – Quadros de comando dos motores da EEAT1	31
Figura 8.49 – Barrilete de saída da EEAT1	31
Figura 8.50 – Detalhe de válvula da EEAT1	31
Figura 8.51 – Detalhe da espera para implantação de quarto conjunto motobomba na EEAT1	31
Figura 8.52 – Subestação elétrica da EEAT1	31
Figura 8.53 – Vista da edificação dos conjuntos motobomba da EEAT2	32
Figura 8.54 – Vista dos conjuntos motobomba da EEAT2	32
Figura 8.55 – Vista do poço de sucção da EEAT2.....	32
Figura 8.56 – Vista da casa de recloração da EEAT2.....	32
Figura 8.57 – Subestação elétrica da EEAT2	33
Figura 8.58 – Quadros dos motores da EEAT2	33
Figura 8.59 – Reservatórios da casa de recloração da EEAT2.....	33
Figura 8.60 – Dispositivos de controle e recloração da EEAT2	33
Figura 8.61 – Croqui Básico do Sistema Adutor de Água Tratada – Trecho entre EEAT1 e RAD3	34
Figura 8.62 – Croqui Básico do Sistema Adutor de Água Tratada – Trecho entre e RAD3 e EEAT2	35
Figura 8.63 – Croqui Básico do Sistema Adutor de Água Tratada – Trecho entre EEAT2 e RAD16	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 8.1 – Características técnicas dos conjuntos motobomba utilizados na captação do SIAA Itaparica..	12
Quadro 8.2 - Características técnicas da adutora de água bruta (AAB) - SIAA Ilha de Itaparica	14
Quadro 8.3 - Avaliação hidráulica das elevatórias e adutoras de água bruta do SIAA Ilha de Itaparica	16
Quadro 8.4 - Taxas de Filtração dos Filtros Russos da ETA - SIAA Itaparica.....	21
Quadro 8.5 - Valores Máximos de Parâmetros da água bruta recomendáveis para o emprego de Filtração Direta Ascendente	21
Quadro 8.6 - Resultados da análise de água tratada (área da ETA do SIAA Ilha de Itaparica de Vera Cruz) para o ano de 2013	27
Quadro 8.7 – Características técnicas dos conjuntos motobomba utilizados na EEAT1	30
Quadro 8.8 – Características técnicas dos conjuntos motobomba utilizados na EEAT2	32
Quadro 8.9 - Características técnicas das adutoras de água tratada (AAT) –Linha Principal - SIAA Ilha de Itaparica	37
Quadro 8.10 - Características técnicas das adutoras de água tratada (AAT) – Derivações - SIAA Ilha de Itaparica	38
Quadro 8.11 - Avaliação hidráulica das elevatórias e adutoras de água tratada do SIAA Ilha de Itaparica – Trechos entre EEAT1 e Reservatórios do Morro da Embratel	40
Quadro 8.11 - Avaliação hidráulica das elevatórias e adutoras de água tratada do SIAA Ilha de Itaparica – Trechos entre EEAT1 e Reservatórios do Morro da Embratel (continuação)	41
Quadro 8.12 - Avaliação hidráulica das adutoras de água tratada do SIAA Ilha de Itaparica – Trechos por Gravidade entre Reservatórios do Morro da Embratel e EEAT2.....	43
Quadro 8.13 - Avaliação hidráulica das elevatórias e adutoras de água tratada da EEAT2 e Reservatórios de Mar Grande.....	45
Quadro 8.14 - Avaliação hidráulica das adutoras de água tratada do SIAA Ilha de Itaparica – Trechos por Gravidade entre Reservatórios de Mar Grande e final do sistema.....	46

APRESENTAÇÃO

Em 17 de fevereiro de 2014, a então Secretaria de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (SEDUR) celebrou com a GEOHIDRO o Contrato nº 001/2014, referente à prestação de serviços de consultoria para a elaboração do Plano de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador (PARMS), Santo Amaro e Saubara. Em 2015, com a criação da Secretaria de Infraestrutura Hídrica e Saneamento (SIHS), pela Lei Estadual nº 13.204, de 11 de dezembro de 2014, por força do Primeiro Termo de Apostilamento ao Contrato nº 001/14, a SIHS passou a gerir o referido contrato e a acompanhar o desenvolvimento do PARMS.

O referido Plano tem como objetivo geral diagnosticar a situação atual do abastecimento de água na RMS e propor ações com viabilidade técnica, econômica e social, que garantam o fornecimento de água em quantidade e qualidade satisfatórias para as demandas nessa região, nos próximos 25 anos.

Conforme estabelecido nos Termos de Referência, os documentos a serem produzidos e emitidos referentes aos estudos contratados deverão obedecer à seguinte estrutura básica:

- TOMO I – Relatório Sinopse;
- TOMO II – Relatório de Estudos Básicos, compreendendo:
 - Volume 1 – Relatório de População e Demanda;
 - Volume 2 – Relatório de Diagnóstico dos SAA (Mananciais, Barragens e Captações);
 - Volume 3 – Relatório de Diagnóstico dos SAA (Adutoras, Estações Elevatórias e Estações de Tratamento de Água);
 - Volume 4 – Relatório de Diagnóstico dos SAA (Reservatórios, Redes de Distribuição, Avaliação de Perdas Físicas e Eficiência Energética);
- TOMO III – Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade;
- TOMO IV – Relatório das Diretrizes e Proposições;
- TOMO V – Relatórios da Avaliação Ambiental Estratégica, incluindo:
 - Volume 1 – Relatório da Qualidade Ambiental;
 - Volume 2 – Relatório da Avaliação Ambiental Estratégica.

O presente relatório, intitulado *Diagnóstico dos Sistemas de Abastecimento de Água – Adutoras, Estações Elevatórias e Estações de Tratamento de Água dos Municípios de Vera Cruz e Itaparica*, trata-se de produto parcial que constitui o Capítulo 8 do Tomo II, Volume 3 – Diagnóstico dos Sistemas de Abastecimento de Água – Adutoras, Estações Elevatórias e Estações de Tratamento de Água.

8.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Na área de abrangência dos municípios de Vera Cruz e Itaparica existe um sistema integrado de abastecimento de água convencional, ou seja, constituído das unidades de captação, adução, estação de tratamento, reservação, redes de distribuição e ligações domiciliares.

Este sistema é administrado pela EMBASA e está subordinado à Unidade Regional de Santo Antônio de Jesus (USA), sendo identificado como **Sistema Integrado de Abastecimento de Água da Ilha de Itaparica**.

Ressalta-se também a existência do SAA privado da Dow Brasil, destinado a atender apenas à fábrica da Dow na localidade de Matarandiba com manancial próprio.

Antecedendo o presente documento, foi encaminhado, para análise e devidos comentários da SEDUR, o relatório *Volume 2 – Capítulo 7 – Diagnóstico dos Sistemas de Abastecimento de Água – Mananciais, Barragens e Captações dos Municípios de Vera Cruz e Itaparica*, no qual foram apresentadas as análises sobre o sistema de captação e a Barragem do rio Tapera, o manancial que atende atualmente o SIAA de Itaparica.

O presente relatório apresenta o diagnóstico da situação atual das seguintes unidades: estações elevatórias (água bruta e água tratada); adutoras (água bruta e água tratada); e a estação de tratamento de água, partes do Sistema Integrado de Abastecimento de Água da Ilha de Itaparica (SIAA Itaparica).

8.2 SIAA ILHA DE ITAPARICA

O atual sistema integrado de abastecimento de água de Vera Cruz e Itaparica, cujo projeto executivo inicial data de 1982 e o de ampliação de 1997, é operado pelo Escritório Local de Itaparica. Seu esquema geral simplificado de funcionamento pode ser visualizado na **Figura 8.1**, enquanto o croqui básico do sistema está incluído como **Anexo 2 – Croqui Básico do SIAA Ilha de Itaparica**.

O SIAA Ilha de Itaparica atende a todas as localidades dos municípios de Vera Cruz e Itaparica. Sete delas pertencem ao Município de Itaparica e 21 ao de Vera Cruz.

Atualmente, o sistema é abastecido por manancial de superfície, o reservatório do Rio Tapera no Município de Jaguaripe, através de captação com tomada direta. A água bruta é bombeada pela Estação Elevatória de Água Bruta (EEAB) até a Estação de Tratamento de Água (ETA), situada às margens da BA-001, na própria Ilha de Itaparica e nas proximidades da ponte do Funil, que liga a Ilha ao Continente. Fazem ainda parte do sistema duas estações elevatórias de água tratada (EEAT1 – ETA e EEAT2 – Vera Cruz), dois reservatórios principais (Embratel e Mar Grande), diversos reservatórios menores e redes de distribuição.

De acordo com o COPAE (Abril/2013 a Março/2014), o sistema consta com um total de 30.370 economias, atendendo uma população residente de aproximadamente 61.000 habitantes, com uma vazão disponibilizada média de 547.173 m³/mês (211,10 L/s). Embora a média anual de operação, segundo o COPAE, seja da ordem de 19 horas/dia, em alguns dias da alta temporada, quando o consumo é mais elevado, a operação do sistema praticamente é contínua, isto é, de 24 horas/dia.



Figura 8.1 – Esquema Geral Simplificado do SIAA Ilha de Itaparica

Fonte: Embasa, 2014

Elaboração: Geohidro, 2014

8.2.1 Estação Elevatória e Adutoras de Água Bruta

8.2.1.1 Estação Elevatória de Água Bruta

O SIAA Ilha de Itaparica possui uma estação elevatória responsável pela captação de água bruta (EEAB1), a partir da represa do Rio Tapera. Situada aos pés da barragem, na Fazenda Misericórdia (antiga Oldesa) no Município de Jaguaripe, seu acesso é restrito com cercamento na entrada da fazenda e com caminho de acesso bastante precário.

A **Figura 8.2**, a seguir, mostra imagem de satélite da área do barramento, com indicação da localização da tomada d'água e da EEAB1. A captação é do tipo tomada direta, que está instalada em uma torre de tomada d'água abrigada no próprio lago da represa do Rio Tapera. Uma tubulação de 500 mm de diâmetro conduz água para a EEAB1, localizada aproximadamente 150 m da torre. Como a EEAB1 não conta com um sistema de automação, é operada por um funcionário que divide seu tempo com a operação da ETA Cações, próxima 150 m.



Figura 8.2 – Imagem de Satélite da Barragem Tapera

Fonte: Google Earth, 2014

A EEAB1 conta com três conjuntos motobomba instalados, que operam individualmente durante os períodos normais e em paralelo durante os períodos de altas demandas. Em ambos os casos, sempre há pelo menos um conjunto de reserva. O tempo de operação varia de 14 h por dia no período de menor consumo a 24 h por dia durante a alta estação, no verão. Funcionando separadamente, cada conjunto bombeia mais de 1.000 m³/h, enquanto dois trabalhando em paralelo conseguem bombear até 1.755 m³/h (487,44L/s), conforme demonstrado no **Quadro 8.3**, apresentado mais adiante. O **Quadro 8.1** resume as características principais dos conjuntos motobomba.

Quadro 8.1 – Características técnicas dos conjuntos motobomba utilizados na captação do SIAA Itaparica

CMB	TIPO	VAZÃO (L/s)	AMT (mca)	DIAM. ROTOR (mm)	POTÊNCIA INSTALADA (CV)	ROTAÇÃO (RPM)	DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO
I	Centrífuga Bipartida	283	87	480	400	1.790	Sulzer SMN-202-500
II	Centrífuga Bipartida	299	87	500	500	1.790	Sulzer SMN-202-500
III	Centrífuga Bipartida	309	87	500	500	1.790	Sulzer SMN-202-500

Fonte: Embasa, 2014 (vazão e AMT); Dados de Campo, junho 2014.

A casa de bombas que abriga os conjuntos elevatórios possui paredes em alvenaria de bloco e janelas, permitindo iluminação e ventilação adequadas. A elevatória possui bases de apoio para os conjuntos motobomba e uma monovia com talha para facilitar a instalação e manutenção dos equipamentos.

Em relação às estruturas componentes da estação elevatória, algumas encontram-se em condições inadequadas de conservação, principalmente os barriletes e a edificação da casa de bombas. Além disso, a via de acesso é precária, sendo necessárias intervenções da Embasa para regularização do acesso após fortes chuvas.

Atualmente, há estudo para automatizar a operação da EEAB, com controle remoto via rádio e instalar inversores de frequência, como já ocorre na Estação Elevatória de Água Tratada Vera Cruz (EEAT2). Isto proporcionará um melhor controle operacional e possibilitará otimizar o trabalho dos conjuntos motobomba, aumentando a eficiência e reduzindo o consumo de energia elétrica.

As fotografias (**Figuras 8.3 a 8.10**) que seguem ilustram alguns dos comentários apresentados.



Figura 8.3 – Vista da EEAB1 a partir da crista da barragem

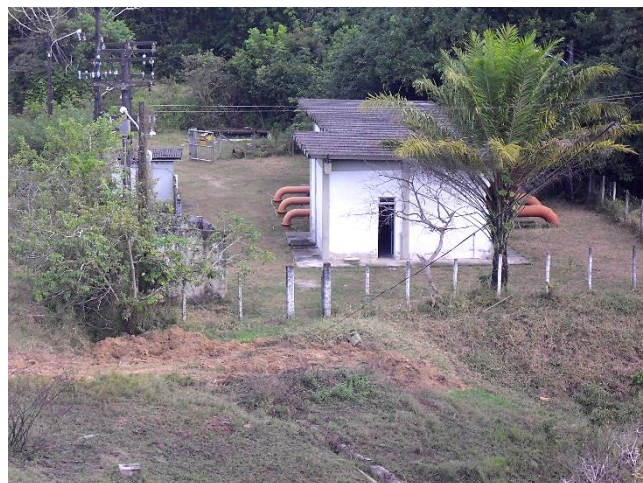


Figura 8.4 – Vista da EEAB1



Figura 8.5 – Vista geral dos conjuntos motobomba da EEAB1



Figura 8.6 – Vista geral dos conjuntos motobomba da EEAB1

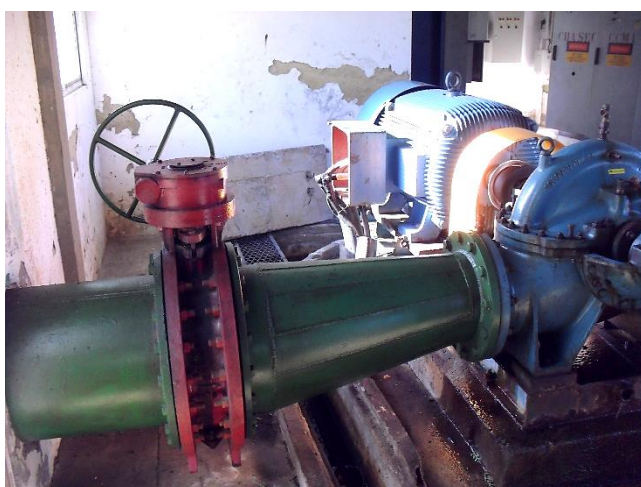


Figura 8.7 – Detalhe de conjunto motobomba da EEAB1



Figura 8.8 – Subestação de energia elétrica da EEAB1



Figura 8.9 – Quadros elétricos dos motores da EEAB1



Figura 8.10 – Quadros dos motores da EEAB1

8.2.1.2 Adutoras de Água Bruta

O sistema adutor de água bruta é formado por duas adutoras que veiculam, em paralelo, a vazão captada na barragem do Tapera até a ETA, da ordem de 487,44L/s. A primeira adutora (AAB1), de ferro fundido (F°F°), possui diâmetro de 400 mm na maior parte de sua extensão, enquanto que a segunda (AAB2), de PVC reforçado com fibra de vidro (RPVC), apresenta diâmetros de 400 a 600 mm. Ambas possuem comprimento total aproximado de 11 km e, após a união delas, o diâmetro passa para 700 mm, por um pequeno trecho

antes da ETA. O **Quadro 8.2** apresenta uma síntese das principais características técnicas das adutoras de água bruta do SIAA Ilha de Itaparica e a **Figura 8.11** apresenta o croqui básico delas. O **Anexo 2** apresenta o Croqui Básico do SIAA Ilha de Itaparica da Embasa, que inclui o trecho adutor de água bruta. No entanto, constata-se diferenças entre o Croqui da Embasa e os dados de campo fornecidos pelo escritório local. O **Quadro 8.2** apresenta as características revisadas e consolidadas conforme os dados de campo, que foram utilizados nos cálculos hidráulicos apresentados adiante. O desnível geométrico corresponde à diferença do nível mínimo de operacional na captação (reservatório do Tapera) e o nível máximo de água na torre de chegada e mistura da ETA.

Quadro 8.2 - Características técnicas da adutora de água bruta (AAB) - SIAA Ilha de Itaparica

ADUTORA	TRECHO DE ADUÇÃO	REGIME HIDRÁULICO	EXTENSÃO (m)	DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	DESNÍVEL GEOMÉTRICO (m)
AAB1	EEAB1 (captação) até ETA	recalque	10.750	400	F°F°	19,10
			30	700	F°F°	
AAB2	EEAB1 (captação) até AAB1	recalque	8.879	500	RPVC	19,10
			1.344	600	RPVC	
			275	400	RPVC	

Fonte: EMBASA, 2014.

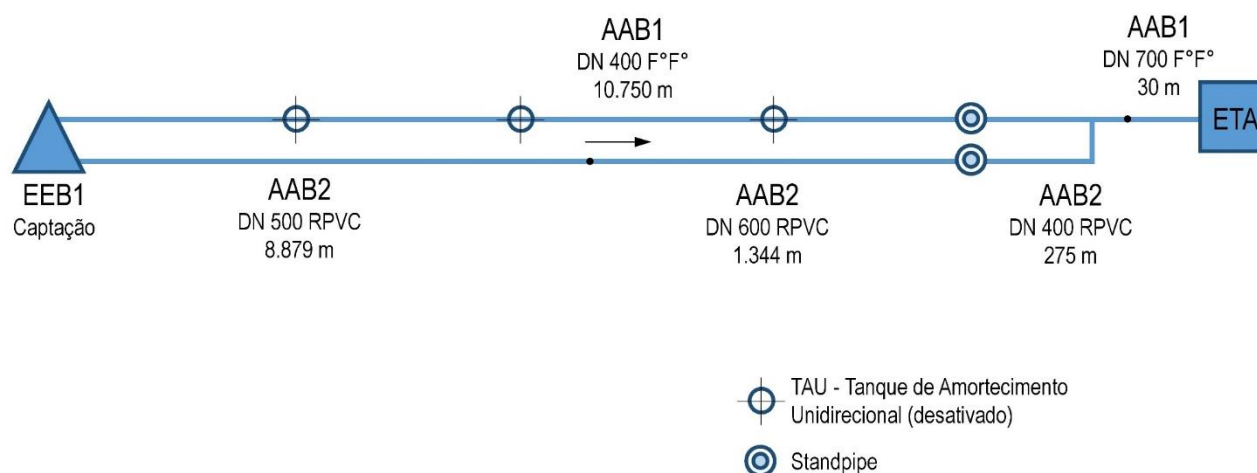


Figura 8.11 – Croqui Básico do Sistema Adutor de Água Bruta

Fonte: Embasa, 2014

Elaboração: Geohidro, 2014

Ao longo da AAB1, estão implantados três tanques de amortecimento unidirecional (TAU). No entanto, eles estão desativados. Em cada adutora de água bruta, há instalado um *stand pipe*, protegendo-as de efeitos indesejáveis de transientes hidráulicos. No início da adutora, há instalação de válvula de controle com macromedidor de vazão eletromagnético.



Figura 8.12 – Barrilete da EEAB1, com as derivações da AAB1 e AAB2



Figura 8.13 – Detalhe de válvula no início da adutora com macromedidor eletromagnético



Figura 8.14 – Travessia da AAB2 sob a Ponte do Funil



Figura 8.15 – Travessia da AAB1 sob a Ponte do Funil

Considerações Finais

O **Quadro 8.3** apresenta a avaliação hidráulica dos conjuntos elevatórios da EEAB1 funcionando com as adutoras de água bruta no ponto de trabalho do sistema e considerando as demandas atuais (2014) e de final de plano (2040), nos cenários sem e com construção de ponte entre Salvador e Itaparica.

Para se verificar as demandas atuais e futuras de bombeamento, utilizaram-se as demandas de água do SIAA Ilha de Itaparica calculadas no *Volume I, Capítulo 14 – Estudo Populacional e Demanda dos Municípios de Vera Cruz e Itaparica*, acrescidas de perdas estimadas para o sistema produtor (da captação à ETA), no valor de 5%, as quais incluem as perdas na ETA e eventuais vazamentos nas adutoras.

Quadro 8.3 - Avaliação hidráulica das elevatórias e adutoras de água bruta do SIAA Ilha de Itaparica

SIAA ILHA DE ITAPARICA	UNIDADE		EEAB1	
	TRECHO DE RECALQUE		EEAB1/ETA	
	ADUTORA		AAB1	AAB2
	Características dos Equipamentos Existentes Atual Ponto de Trabalho do Sistema	Qtde.	2 + 1R	
		Q (L/s)	511,05	
		AMT (mca)	95,93	
		P (CV)	400 + 500	
	Características da Adução Atual Ponto de Trabalho do Sistema	DN (mm)	700 a 400	600 a 400
		L total (m)	10.780	10.498
		K (mm)	1,0	0,5
		V (m/s)	1,33 a 4,07	1,20 a 2,70
		Hf (m)	76,83	
		J (m/km)	2,80 a 52,71	2,37 a 19,60
		ΔH (m)	19,10	
	Condições para Demanda de Início de Plano (2014)	Q (L/s)	480,51	
		V (m/s)	1,25 a 3,82	1,13 a 2,54
		Hf (m)	67,99	
		J (m/km)	2,48 a 46,62	2,10 a 17,34
		AMT (mca)	87,09	
	Condições para Demanda de Final de Plano (2040) – Cenário Atual sem Ponte	Q (L/s)	670,17	
		V (m/s)	1,74 a 5,33	1,58 a 3,54
		Hf (m)	131,63	
		J (m/km)	4,80 a 90,53	4,06 a 33,60
		AMT (mca)	150,73	
	Condições para Demanda de Final de Plano (2040) – Cenário Alternativo com Ponte	Q (L/s)	916,89	
		V (m/s)	2,38 a 7,30	2,16 a 4,85
		Hf (m)	245,55	
		J (m/km)	8,95 a 169,26	7,56 a 62,74
		AMT (mca)	264,65	

Nota: Q – vazão; AMT – altura manométrica total; P – potência; DN – diâmetro nominal; L – extensão; K – fator de rugosidade; V – velocidade; Hf – perda de carga total; J – perda de carga unitária e ΔH – desnível geométrico.

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Para o cálculo das perdas de carga, foi utilizada a fórmula universal (Darcy-Weisbach), a qual determina a perda de carga do sistema através dos parâmetros de vazão, diâmetro da tubulação e o coeficiente de rugosidade que depende da natureza do material e estado da tubulação. Quanto a este coeficiente, o mesmo foi determinado por meio da fórmula de Colebrook-White, que por sua vez depende da viscosidade do fluido e da rugosidade da superfície interna da tubulação, aqui estimado de acordo com o tipo de material, e ao tempo de utilização da mesma. Como os valores adotados para os coeficientes de rugosidade (K) das perdas de carga distribuídas são relativamente conservadores, não foram consideradas as perdas de carga localizadas, devido às singularidades da adutora (curvas, TE's, reduções, registros, etc).

Foi utilizada a curva da bomba fornecida pela Embasa e apresentada no **Anexo 1 - Curva da Bomba Sulzer SMN 202-500** para se determinar o ponto de trabalho do sistema, indicado nas características dos equipamentos existentes apresentadas no **Quadro 8.3**. No mesmo quadro são apresentadas, além das

características das adutoras de água bruta no ponto de funcionamento do sistema, três situações hipotéticas de trabalho: recalcando a vazão da demanda atual (2014) e as vazões de demanda de final de plano (2040) nos cenários com e sem a ponte entre Salvador e Itaparica.

Dos resultados apresentados, observa-se que no ponto de trabalho atual do sistema a vazão recalcada é próxima (6% maior) que a demanda total calculada do SIAA Ilha de Itaparica para o ano de 2014, inclusive as perdas na produção. Ainda assim, constata-se que para a operação máxima atual (ponto de trabalho do sistema), a velocidade da água nos trechos de menor diâmetro é elevada, de até 4,07 m/s, gerando perdas também muito elevadas, de até 52,71 m/km. Desta maneira, qualquer aumento de vazão implicaria em perdas ainda maiores, chegando-se a velocidades de até 7,30 m/s e perdas de 169,26 m/km no fim de plano, considerando-se o cenário com a construção da ponte entre Salvador e Itaparica.

Conclui-se, portanto, que o sistema de adução de água bruta opera próximo de seu limite máximo nos dias de maior consumo, ou seja, durante o verão quando a demanda aumenta muito devido aos veranistas que ocupam a Ilha. Assim, deve-se prever uma solução para o aumento de demanda dos próximos anos, como por exemplo, substituindo-se os trechos de menor diâmetro, e uma solução a longo prazo, que inclui a possibilidade de se utilizar outro manancial complementar, pois o atual não suportará a demanda por muito tempo, e um novo sistema adutor de água bruta. A situação é mais agravada no cenário que considera a construção de ponte entre Salvador e a Ilha de Itaparica, que exigirá uma solução com um novo manancial, o que implicará em elevados investimentos para a sua implantação. Convém registrar que o material da AAB2 na travessia da Ponte do Funil, o RPVC, não é indicado para situações de exposição aos raios solares e intemperismos. Desta forma, deve-se analisar a possibilidade da substituição dessa tubulação por um material mais resistente, a exemplo do ferro fundido, de forma a suportar melhor tais condições adversas.

8.2.2 Estação de Tratamento de Água

O SIAA Ilha de Itaparica é dotado de uma Estação de Tratamento de Água (ETA), situada nas coordenadas 523.165 E e 8.557.446 S (UTM SAD 69), às margens da BA-001, próxima da Ponte do Funil. Atualmente, a ETA opera aproximadamente 16 h por dia nos meses de menor consumo até 21 h por dia nos meses de maior consumo, tratando até 344 L/s em média por mês.

A área destinada à ETA é constituída de uma torre de mistura, dez filtros de fluxo ascendente, três reservatórios apoiados, sendo um de contato, casa de química, laboratório, uma estação elevatória de água tratada (EEAT1) e um sistema de reaproveitamento da água de lavagem dos filtros. A área é cercada e sinalizada.

Nas Figuras 8.16 a 8.18, a seguir apresentadas, tem-se uma visão geral da área da ETA.



Figura 8.16 – Imagem de Satélite da área da ETA do SIAA Itaparica

Fonte: Google Earth, 2014



Figura 8.17 – Vista geral da ETA



Figura 8.18 – Vista da entrada da ETA

A seguir são descritas as unidades existentes na área da ETA.

8.2.2.1 Chegada de Água Bruta

A água bruta enviada pelas adutoras a partir da EEAB1 chega em uma torre de mistura de concreto armado, onde há a mistura do reagente coagulante sulfato de alumínio, quando necessário.



Figura 8.19 – Chegada da AAB1 na torre de mistura

8.2.2.2 Filtros de Fluxo Ascendente (Filtros Russos)

A partir da torre de mistura, a água com coagulante segue por gravidade aos filtros de fluxo ascendente, usualmente denominados de filtros russos que se constituem em dispositivos empregados em processos de tratamento simplificado. Os 10 filtros utilizam areia como material filtrante e possuem área de aproximadamente 36 m², cada. Eles são dotados de calhas que coletam o efluente filtrado a uma taxa de até 92 m³/m².dia, conduzindo-o, por gravidade, para um reservatório apoiado de 1.000 m³ contíguo. Este reservatório acumula as funções de câmara de contato, recebendo aplicação de cloro gás para desinfecção e cal para ajuste de pH, e de poço de sucção da EEAT1. Cabe mencionar que os filtros encontram-se desabrigados e, tendo em vista o sentido do escoamento, é relevante que os filtros sejam cobertos, visando evitar a contaminação do efluente filtrado.

Para a lavagem dos filtros russos, utiliza-se água tratada armazenada em dois reservatórios de 300 m³, implantados em cota mais elevada dentro da área da ETA. A operação de lavagem, por meio de água tratada, dá-se em fluxo ascendente, objetivando a fluidização do meio filtrante.

As **Figuras 8.20 a 8.26** apresentadas adiante ilustram estes comentários.



Figura 8.20 – Vista de quatro filtros russos da ETA



Figura 8.21 – Detalhe do barrilhete de entrada de filtro na ETA

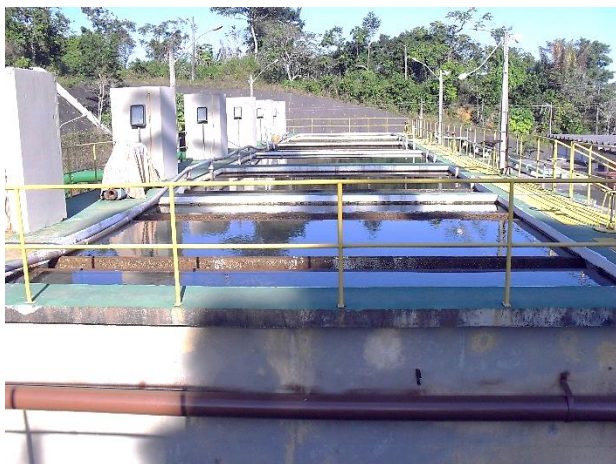


Figura 8.22 – Vista de seis filtros russos da ETA



Figura 8.23 – Detalhe da calha coletora (filtro desligado) na ETA



Figura 8.24 – Vista geral dos filtros e reservatório receptor de água tratada da ETA



Figura 8.25 – Detalhe das saídas dos filtros para o reservatório e câmara de contato e tubulação de descarga na ETA



Figura 8.26 – Detalhe da saída dos filtros na ETA

Considerando os períodos médios de operação diária da ETA que foram de 16,52 h em agosto de 2013 e 20,74 em janeiro de 2014 segundo dados do COPAE – Controle Operacional de Água e Esgoto (Embasa, 2014), períodos de baixa e alta demanda, respectivamente, e os correspondentes volumes médios diários tratados, foram calculadas as taxas de filtração dos filtros russos para apenas nove e para todos 10 filtros, conforme apresentado no **Quadro 8.4** a seguir.

Quadro 8.4 - Taxas de Filtração dos Filtros Russos da ETA - SIAA Itaparica

MÊS	PERÍODO DIÁRIO DE OPERAÇÃO (h)	VOLUME DIÁRIO PRODUZIDO (m³)	Nº DE FILTROS EM OPERAÇÃO	ÁREA DE CADA FILTRO (m²)	ÁREA TOTAL DOS FILTROS EM OPERAÇÃO (m²)	TAXA DE FILTRAÇÃO RESULTANTE (m³/m².dia)
Agosto/2013	16,52	16.135,87	9	36,00	324,00	72,35
			10		360,00	65,12
Janeiro/2014	20,74	25.695,94	9		324,00	91,77
			10		360,00	82,60
TAXA DE FILTRAÇÃO MÁXIMA RECOMENDADA PELA NBR 12216						120

Fonte: Elaboração GEOHIDRO, 2014.

Conforme se observa no **Quadro 8.4**, em todas as situações analisadas, as taxas de filtração resultantes foram inferiores à taxa máxima recomendada pela Norma da ABNT, NBR12216 (Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público) para filtros de fluxo ascendente que é de 120 m³/m².dia, quando não se dispõe de experiências em filtros piloto.

Considerando-se o período máximo de operação diária da ETA, aproximadamente 21 h, e admitindo-se que os atuais filtros passassem a operar com a taxa de filtração limite (120 m³/m².dia) e com todos os 10 filtros, a ETA teria capacidade para tratar uma vazão máxima afluyente de 1.575,00 m³/h, o que corresponde a **437,50 L/s**.

Entretanto, cabe mencionar, que segundo Di Bernardo & Dantas (2005), para o emprego do processo de tratamento de Filtração Direta Ascendente, sem realização de pré-tratamento, a água bruta a ser tratada deve enquadrar-se dentro dos valores máximos apresentados no **Quadro 8.5**, relativos aos parâmetros de turbidez e cor verdadeira.

Quadro 8.5 - Valores Máximos de Parâmetros da água bruta recomendáveis para o emprego de Filtração Direta Ascendente

PARÂMETRO	VALORES MÁXIMOS RECOMENDÁVEIS		
	EM 90% DO TEMPO	EM 95% DO TEMPO	EM 100% DO TEMPO
Turbidez	≤ 25 UNT	≤ 50 UNT	≤ 100 UNT
Cor verdadeira	≤ 20 mg Pt/L	≤ 50 mg Pt/L	≤ 100 mg Pt/L

Fonte: Di Bernardo & Dantas, 2005.

Da análise do quadro acima, verifica-se que o emprego de Filtros de Fluxo Ascendente (Filtros Russos) só é tecnicamente recomendável quando a água bruta a ser tratada apresenta índices de turbidez e cor verdadeira que se mantêm, respectivamente, abaixo de 50 UNT e 50 mg Pt/L em 95% do tempo de operação da ETA.

De acordo com informações levantadas junto ao Escritório Local da EMBASA, a qualidade da água bruta da barragem Tapera apresenta ótima qualidade em relação a turbidez, entretanto, no que diz respeito à cor verdadeira os valores médios situam-se entre 20 a 50 mg Pt/L.

8.2.2.3 Laboratório, Casa de Química e Cloração

A ETA do SIAA Ilha de Itaparica conta com duas edificações que abrigam laboratório, sala dos operadores, sanitários, área para depósito de produtos químicos, sistema de preparo de soluções de produtos químicos (tanques e misturadores) e sala de cloração (abrigo dos cilindros de cloro gás e sala dos cloradores).



Figura 8.27 – Edificação onde se localiza área de depósito da ETA



Figura 8.28 – Entrada do laboratório da ETA

A. Dosagem do sulfato de alumínio

O sulfato de alumínio líquido é o coagulante utilizado no tratamento da ETA, o qual é armazenado em tanque de fibra de vidro com capacidade de 20 m³, em área externa à Casa de Química. Sua mistura com a água aduzida da barragem do Tapera, ocorre na torre de mistura logo na chegada da adutora de água bruta, após diluição na casa de química. A dose média de aplicação do sulfato de alumínio variou de 2,1 a 6,7 mg/L, entre dezembro de 2013 e maio de 2014.



Figura 8.29 – Torre de mistura da ETA



Figura 8.30 – Reservatório de armazenamento do sulfato de alumínio líquido da ETA



Figura 8.31 – Tanques de diluição do sulfato de alumínio da ETA

B. Dosagem do hidróxido de cálcio

Para alcalinização da água tratada, o processo de tratamento utiliza hidróxido de cálcio, conhecido também como cal hidratada. Ele é fornecido sob a forma de pó em sacos de 20 kg, estocados sobre estrado em área reservada ao depósito de produtos químicos.

O hidróxido de cálcio é despejado manualmente em dois tanques no interior da casa de química, onde é promovida sua mistura e agitação, por meio de misturadores lentos de eixo vertical. A utilização média de hidróxido de cálcio na ETA variou de 10,9 a 15,5 mg/L entre dezembro de 2013 e maio de 2014.



Figura 8.32 – Tanques de mistura de hidróxido de cálcio da ETA



Figura 8.33 – Sacos de hidróxido de cálcio estocados no depósito da ETA

C. Dosagem do fluossilicato de sódio e ácido fluossilícico

Para fluoretação da água tratada, o processo de tratamento utiliza o fluossilicato de sódio ou o ácido fluossilícico, em dosagens médias que variaram de 0,28 a 1,56 mg/L entre dezembro de 2013 e maio de 2014.

D. Dosagem do cloro

Para cloração da água tratada, é utilizado cloro gás, armazenado em cilindros de 900 kg os quais se encontram instalados em compartimento específico situado ao lado da casa de química. O local é dotado de monovia com talha e trolley, para possibilitar as operações de retirada e assentamento dos cilindros.

Adjacente ao abrigo dos cilindros de cloro gás encontra-se a sala dos cloradores, a partir dos quais é regulada a dosagem de cloro aplicada no reservatório de água tratada, que funciona como câmara de contato. A dosagem média empregada variou de 7,2 a 8,2 mg/L entre dezembro de 2013 e maio de 2014.



Figura 8.34 – Depósito de gás cloro da ETA. Cilindros de 900kg em primeiro plano.

E. Laboratório

Para dar subsídio à dosagem de produtos químicos utilizados no processo de tratamento da água bruta, bem como verificar a qualidade da água tratada produzida, a ETA conta com um laboratório instalado adjacente à casa de química, equipado para realizar as seguintes análises físico-químicas: cloro residual; pH; turbidez; cor e flúor. As análises bacteriológicas são realizadas em laboratório externo.



Figura 8.35 – Bancada de análises físico-químicas da ETA



Figura 8.36 – Bancada de análises físico-químicas da ETA



Figura 8.37 – Aparelho de “Jar-test” da ETA, utilizado no ensaio para determinação de concentração de coagulante

8.2.2.4 Reservatórios

Um reservatório apoiado com capacidade de 1.000 m³ acumula as funções de tanque de contato e poço de sucção da EEAT1. Nele são feitas as aplicações de gás cloro e de flúor. Além dele, dois reservatórios, cada um com capacidade de armazenamento de 300 m³ de água tratada, implantados em cota mais elevada dentro da área da ETA, são utilizados para lavagem dos filtros russos. Os dois reservatórios de lavagem apresentam alguns problemas de conservação, especialmente nos barriletes.



Figura 8.38 – Reservatório apoiado que funciona como câmara de contato na ETA



Figura 8.39 – Reservatórios de lavagem da ETA



Figura 8.40 – Detalhe do barrilete dos reservatórios de lavagem da ETA

8.2.2.5 Sistema de Reaproveitamento da Água de Lavagem de Filtros

A ETA do SIAA Ilha de Itaparica possui um sistema de reaproveitamento de água de lavagem dos filtros russos. Este sistema é composto, além dos reservatórios apoiados descritos anteriormente, de dois tanques de decantação e duas elevatórias flutuantes.

A água de lavagem dos filtros, provenientes dos reservatórios de água tratada, é lançada nos tanques de decantação. Após o período de decantação, a água é bombeada, através de conjuntos motobomba flutuantes, ao início do sistema, reduzindo as perdas do tratamento. Enquanto o lodo resultante é descartado, a água proveniente das descargas de fundo dos filtros é reaproveitada no sistema.



Figura 8.41 – Vista geral dos tanques de decantação da ETA



Figura 8.42 – Vista geral dos tanques de decantação da ETA



Figura 8.43 – Detalhe da entrada d'água e conjunto motobomba flutuante da ETA

8.2.2.6 Qualidade da Água Tratada na Saída da ETA

No que se refere a qualidade da água tratada, os resultados das análises realizadas na ETA do SIAA Ilha de Itaparica para o ano de 2013 estão resumidos no **Quadro 8.6**. Estes resultados foram apresentados pela EMBASA que adotou o seguinte padrão de potabilidade:

- Turbidez: até 1uT;
- Cor aparente: até 15 mg PT/L;
- Cloro residual livre: até 5,0 mg/L;
- Fluoreto: entre 0,6 e 0,8 mg/L;
- pH: entre 6,0 e 9,5 e;
- Coliformes totais: ausentes em 100 mL da amostra.

De forma a respaldar a análise dos resultados apresentados, utilizou-se ainda como parâmetro de avaliação a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, que estabelece que para água potável, devem ser monitorados mensalmente os seguintes parâmetros, com seus respectivos limites máximos de detecção:

- Turbidez: até 0,5 uT na saída do tratamento em 95% das amostras para filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta);
- Cor aparente: até 15 mg PT/L;
- Cloro residual livre: entre 0,5 e 2,0 mg/L;
- Fluoreto: até 1,5 mg/L;
- pH: entre 6,0 e 9,5 e;
- Coliformes totais: ausentes em 100 mL da amostra.

A seguir são analisados os resultados das análises mensais para o ano de 2013, conforme já mencionado.

Quadro 8.6 - Resultados da análise de água tratada (área da ETA do SIAA Ilha de Itaparica de Vera Cruz) para o ano de 2013

DATA			JAN/13	FEV/13	MAR/13	ABR/13	MAI/13	JUN/13	JUL/13	AGO/13	SET/13	OUT/13	NOV/13	DEZ/13	ANO 2013	Padrão adotado (EMBASA, 2013)	Valores máximos permitidos pela Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914
PARÂMETROS	Turbidez	Nº de amostras realizadas	331	288	294	265	279	267	259	245	245	275	266	301	3315	< 1,0 UT	< 0,5 UT em 95% das amostras (Filtração rápida)
		Nº de amostras fora dos padrões	0	0	0	0	0	8	1	0	0	0	0	0	9		
		Turbidez média mensal (UT)	0,34	0,34	0,47	0,56	0,53	0,66	0,70	0,57	0,55	0,44	0,41	0,40	0,50		
		Turbidez máxima (UT)	0,71	0,66	0,88	1,12	0,88	1,32	1,32	0,90	0,88	0,88	0,88	0,88	1,32		
	Cor	Nº de amostras realizadas	331	288	294	265	279	267	259	245	245	275	266	301	3315	< 15 UH	< 15 UH
		Nº de amostras fora dos padrões	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1		
		Cor média mensal (uH)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,60	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,05		
		Cor máxima mensal (uH)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	20,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	20,00		
	pH	Nº de amostras realizadas	331	288	294	265	279	267	259	245	245	275	266	301	3315	6,0 a 9,5	6,0 a 9,5
		Nº de amostras fora dos padrões	0	1	4	12	13	6	5	7	7	4	1	0	60		
		pH médio mensal (uH)	6,90	7,00	6,80	6,50	6,60	6,70	6,70	6,80	6,80	6,90	6,90	6,00	6,72		
		pH mínimo mensal (uH)	(***)	(***)	5,50	2,80	5,00	5,40	5,00	5,10	5,00	5,40	5,70	(*)	2,80		
		pH máximo mensal (uH)	8,20	8,00	7,80	8,40	8,00	8,00	8,00	9,00	8,20	9,40	8,10	7,80	9,40		
	Cloro Residual Livre	Nº de amostras realizadas	658	591	594	546	560	550	540	501	493	558	551	601	6743	< 5,0 (mg Cl ₂ /L)	0,5 a 2 (mg Cl ₂ /L)
		Nº de amostras fora dos padrões	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4		
		Cloro residual livre médio (mg/L)	4,00	4,00	4,00	4,00	3,90	3,90	4,60	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,45		
		Cloro residual livre mínimo (mg/L)	(***)	(***)	3,00	3,50	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00	4,00	3,00	3,00		
		Cloro residual livre máximo (mg/L)	6,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,50	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00		
	Coliformes	Nº de amostras realizadas	(***)	(***)	102	100	103	106	97	96	108	106	118	(***)	936	Ausência em 100 mL	Ausência em 100 mL
		Nº de amostras com presença em 100ml	(***)	(***)	0	0	2	4	0	4	6	1	2	(***)	19		
		Nº de amostras com ausência em 100ml	(***)	(***)	102	100	101	102	97	92	102	105	116	(***)	917		
	Fluoretos	Nº de amostras realizadas	(**)	(**)	366	451	564	533	520	359	341	477	422	610	4643	0,6 a 0,8 mgF/L	< 1,5 mg mgF/L
		Nº de amostras fora dos padrões	(**)	(**)	60	34	101	75	72	47	83	85	67	88	712		
		Fluoreto médio mensal (mg/L)	(**)	(**)	0,41	0,71	0,69	0,70	0,68	0,70	0,69	0,69	0,69	0,70	0,67		
		Fluoreto máximo mensal (mg/L)	(**)	(**)	0,94	0,92	1,10	1,01	1,10	1,10	0,99	1,10	1,41	0,96	1,41		

(*) Dado inconsistente;

(**) Meses sem a dosagem de flúor devido à falta de produto em estoque;

(***) Dados não fornecidos.

Fonte: EMBASA, 2013; BRASIL, 2011

Inicialmente, percebem-se divergências entre o padrão de potabilidade utilizado pela EMBASA e o estabelecido na legislação (Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde). Observa-se que, principalmente no que diz respeito aos parâmetros turbidez e cloro, cujos limites (menores que 1 uT e 5 mgCl₂/L, respectivamente) estão mais permissivos do que os da portaria (menores que 0,5 uT em 95% das amostras e de 0,5 a 2 mgCl₂/L, respectivamente). Observa-se que os limites de fluoretos na água estão mais restritivos que os estabelecidos em legislação. Os parâmetros pH, cor e coliformes, por sua vez, não apresentaram divergências no que diz respeito aos limites adotados.

Desta forma, de acordo com os dados da EMBASA, verifica-se que:

- Os parâmetros cor e turbidez apresentaram análises em não conformidade no mês de julho, no caso do parâmetro cor, e nos meses de junho e julho no caso da turbidez, mesmo que a média no caso deste último, esteja abaixo do limite de 1 uT adotado;
- O pH da água tratada obteve resultados fora do padrão no período de fevereiro a novembro;
- O cloro residual livre após a desinfecção apresentou resultados em não conformidade no mês de janeiro;
- O parâmetro fluoreto teve número considerável de análises fora do limite, de 0,6 a 0,8 mg F/L; e
- Os resultados referentes aos coliformes totais se encontravam fora do padrão nos meses de maio e junho e no período de agosto a novembro.

Ao se comparar os resultados no período avaliado à Portaria nº 2914/2011, por sua vez, observou-se algumas divergências àqueles apresentados pela EMBASA, a saber:

- Ao se considerar o limite turbidez coerente ao processo de tratamento utilizado (filtração rápida - Filtros Russos), no valor máximo de 0,5 uT em 95% das amostras, obtêm-se não conformidade no período de abril a setembro. Salienta-se que não foi possível verificar o percentual destas com relação ao total analisado;
- No que diz respeito ao cloro residual, ao se considerar o limite de 0,5 a 2,0 mgCl₂/L após a desinfecção, todas as análises encontram-se em não conformidade por ultrapassarem o limite máximo estabelecido em legislação; e
- Considerando a referida legislação, todas as análises de fluoreto estariam em conformidade com a mesma.

Merece atenção especial o parâmetro coliforme, o qual é indicativo de contaminação por esgotos domésticos, e é considerado pela legislação citada um indicador da eficiência do tratamento. A Portaria nº 2914/11 estabelece no Art. 27, parágrafo primeiro que *“No controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, ações corretivas devem ser adotadas e novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que revelem resultados satisfatórios”*. Em caso de verificação da existência de coliforme na água tratada, esta representa um risco à população abastecida e, além da necessidade de medidas emergenciais corretivas e preventivas no que diz respeito ao sistema de tratamento, amostragem e posterior análise, deve-se ter um controle severo da qualidade da água na rede de distribuição do sistema.

Conclui-se a partir do exposto que deve-se procurar uniformizar o padrão de potabilidade adotado, visando não apresentar divergências quando comparado à legislação vigente (Portaria nº 2914/11). Além disto, deve-se levar em consideração que a existência destes mecanismos de controle e correção não foram especificados e, portanto, é necessário atentar para a realização dos mesmos e, ainda, um maior controle operacional do sistema, de modo a manter ou aumentar a eficiência do tratamento. Finalmente, ressalta-se a importância do monitoramento e controle, tendo em vista a segurança da água consumida pela população abastecida pelo SIAA Ilha de Itaparica.

Considerações Finais

A ETA do SIAA Ilha de Itaparica está localizada em área de fácil acesso, às margens da BA-001. Possui boas condições de proteção e vigilância. No entanto, há certa restrição quanto a espaço para ampliações, caso necessário. De maneira geral, as estruturas da ETA estão em bom estado de conservação, com exceção dos reservatórios apoiados utilizados para lavagem dos filtros. Estes reservatórios apresentam aspecto de falta de manutenção, especialmente seus barriletes.

Com relação aos resíduos produzidos pelo tratamento, há recirculação da água de limpeza dos filtros, mas não há um tratamento específico para o lodo resultante, o qual é descartado. Também não há reaproveitamento da água resultante das descargas de fundo dos filtros russos. Entretanto, há estudo para sua recirculação no tratamento, diminuindo ainda mais as perdas na ETA.

Quanto ao volume de água tratada, observa-se que o sistema atualmente trabalha próximo ao limite máximo de horas trabalhadas por dia, de pouco menos de 21 h, durante os meses de dezembro e janeiro, os de maior consumo. Desta forma, pode haver um aumento da capacidade de tratamento dos filtros de fluxo ascendente na ETA nos dias de maior consumo, aumentando a taxa de filtração, mas com possível comprometimento da qualidade do efluente, ou se trabalhando por um período de mais de 21 h por dia, o que não é desejável pois o gasto com energia elétrica seria mais alto nas 3 h de pico. Qualquer outra alternativa requereria reforma na ETA.

Quanto à qualidade da água tratada, percebe-se alguns problemas, principalmente os relativos à presença de coliformes totais em alguns ensaios realizados. Esses problemas podem ter sido pontuais, mas requerem um bom monitoramento do sistema.

8.2.3 Estações Elevatórias e Adutoras de Água Tratada

8.2.3.1 Estações Elevatórias de Água Tratada

Atualmente, o SIAA Ilha de Itaparica é dotado de duas estações elevatórias de água tratada, cujas principais características técnicas e funções são descritas a seguir.

A. Estação Elevatória de Água Tratada 1 (EEAT1)

A Estação Elevatória de Água Tratada 1 (EEAT1) encontra-se implantada na área da ETA do SIAA Ilha de Itaparica, adjacente ao reservatório apoiado que recebe o afluente tratado dos filtros russos. Este reservatório, com capacidade de 1.000 m³ funciona como poço de sucção da estação elevatória. Ela conta com três conjuntos motobomba instalados, que operam individualmente durante os períodos normais e em paralelo (sempre com um conjunto de reserva) durante as altas demandas, bombeando água tratada da ETA para os reservatórios do Morro da Embratel, além dos reservatórios das localidades de Matarandiba e Jiribatuba.

Segundo informações da EMBASA, funcionando separadamente, cada conjunto bombeia de 791 a 1.027 m³/h (220 L/s a 285 L/s). Por outro lado, dois conjuntos trabalhando em paralelo conseguem bombear até 1.633,32 m³/h ou 453,7 L/s, conforme apresentado no **Quadro 8.11** na sequência. O **Quadro 8.7** resume as características principais dos conjuntos motobomba.

Quadro 8.7 – Características técnicas dos conjuntos motobomba utilizados na EEAT1

CMB	TIPO	VAZÃO (L/s)	AMT (mca)	DIAM. ROTOR (mm)	POTÊNCIA INSTALADA (CV)	ROTAÇÃO (RPM)	DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO
I	Centrífuga Bipartida	220	126	487	400	1.790	Sulzer SMN-202-500
II	Centrífuga Bipartida	282	126	505	500	1.790	Sulzer SMN-202-500
III	Centrífuga Bipartida	285	126	510	500	1.790	Sulzer SMN-202-500

Fonte: Embasa, 2014; Dados de Campo, junho 2014.

A casa de bombas que abriga os conjuntos elevatórios possui paredes em alvenaria de bloco e janelas, permitindo iluminação e ventilação adequadas. A elevatória possui bases de apoio para os conjuntos motobomba e uma monovia com talha para facilitar a instalação e manutenção dos equipamentos.

Em relação às estruturas componentes da estação elevatória, elas se encontram em boas condições de conservação. Existe espaço de espera para a implantação de novo conjunto motobomba, possibilitando o aumento da capacidade de recalque da estação.

Essa unidade não conta com sistema de automação. No entanto, há estudo para automatizar a operação da EEAT1, com controle remoto via rádio e instalar inversores de frequência, como já ocorre na Estação Elevatória de Água Tratada Vera Cruz (EEAT2). Isto proporcionará um melhor controle operacional e possibilitará otimizar o trabalho dos conjuntos motobomba, aumentando a eficiência e reduzindo o consumo de energia elétrica.

As fotografias que seguem ilustram alguns dos comentários apresentados.



Figura 8.44 – Vista geral da edificação da EEAT1



Figura 8.45 – Vista dos três conjuntos motobomba da EEAT1



Figura 8.46 – Vista dos três conjuntos motobomba da EEAT1



Figura 8.47 – Vista interna da EEAT1



Figura 8.48 – Quadros de comando dos motores da EEAT1



Figura 8.49 – Barrilete de saída da EEAT1



Figura 8.50 – Detalhe de válvula da EEAT1



Figura 8.51 – Detalhe da espera para implantação de quarto conjunto motobomba na EEAT1



Figura 8.52 – Subestação elétrica da EEAT1

B. Estação Elevatória de Água Tratada 2 (EEAT2)

A Estação Elevatória de Água Tratada 2 (EEAT2), também denominada EE Vera Cruz, encontra-se implantada cerca de 25 km da ETA, às margens da BA-001, em área cercada de fácil acesso próxima de Mar Grande. Ela conta com dois conjuntos motobomba instalados, que operam individualmente, sempre com um conjunto de reserva. Ela bombeia, com recloração, água tratada para os reservatórios de Mar Grande.

O **Quadro 8.8** resume as características principais dos conjuntos motobomba.

Quadro 8.8 – Características técnicas dos conjuntos motobomba utilizados na EEAT2

CMB	TIPO	VAZÃO (L/s)	AMT (mca)	DIAM. ROTOR (mm)	POTÊNCIA INSTALADA (CV)	ROTAÇÃO (RPM)	DESCRIÇÃO DO EQUIPAMENTO
I	Centrífuga Bipartida	294	91	485	350	1.790	Sulzer SMN-202-500
II	Centrífuga Bipartida	294	91	485	400	1.790	Sulzer SMN-202-500

Fonte: Embasa, 2014; Dados de Campo, junho 2014.

Em relação às estruturas componentes da estação elevatória, elas se encontram em boas condições de conservação. Atualmente, os motores possuem inversores de frequência instalados, e são controlados remotamente via rádio.

As fotografias que seguem (**Figuras 8.53 a 8.60**) ilustram alguns dos comentários apresentados.



Figura 8.53 – Vista da edificação dos conjuntos motobomba da EEAT2



Figura 8.54 – Vista dos conjuntos motobomba da EEAT2



Figura 8.55 – Vista do poço de sucção da EEAT2



Figura 8.56 – Vista da casa de recloração da EEAT2



Figura 8.57 – Subestação elétrica da EEAT2



Figura 8.58 – Quadros dos motores da EEAT2



Figura 8.59 – Reservatórios da casa de recloração da EEAT2



Figura 8.60 – Dispositivos de controle e recloração da EEAT2

8.2.3.2 Adutoras de Água Tratada

O sistema adutor de água tratada é formado por uma série de adutoras. A linha principal inicial de adutoras compreende o trecho entre a EEAT1 na ETA e os reservatórios do Morro da Embratel (RAD3), com derivações para Matarandiba e Jiribatuba. A partir destes reservatórios, ela continua por gravidade até a EEAT2, com derivações para as localidades de Cacha Pregos, Catu, Aratuba, Berlinque, Tairú, Campinas, Barra Grande, Ponta Grossa, Conceição, Barra do Pote, Coroa, Barra do Gil, Baiacu e Penha. Da elevatória EEAT2, a água tratada é recalçada para os reservatórios de Mar Grande (RAD9), que alimentam por gravidade, as localidades no norte da Ilha de Itaparica (Gamboa, Ilhota, Mar Grande, Itaparica, Gameleira, Bom Despacho, Misericórdia, Ponta de Areia, Manguinhos, Porto Santo e Amoreiras). A **Figura 8.61** mostra o croqui básico do sistema adutor de água tratada, do trecho entre a EEAT1 e os reservatórios do Morro da Embratel (RAD3). A **Figura 8.62** apresenta o croqui entre os reservatórios do Morro da Embratel até a EEAT2, enquanto a **Figura 8.63** mostra o croqui do trecho final das adutoras de água tratada. O **Quadro 8.9** apresenta uma síntese das principais características técnicas das adutoras de água tratada da linha principal do SIAA Ilha de Itaparica, enquanto o **Quadro 8.10** apresenta as características das adutoras de derivação de água tratada.

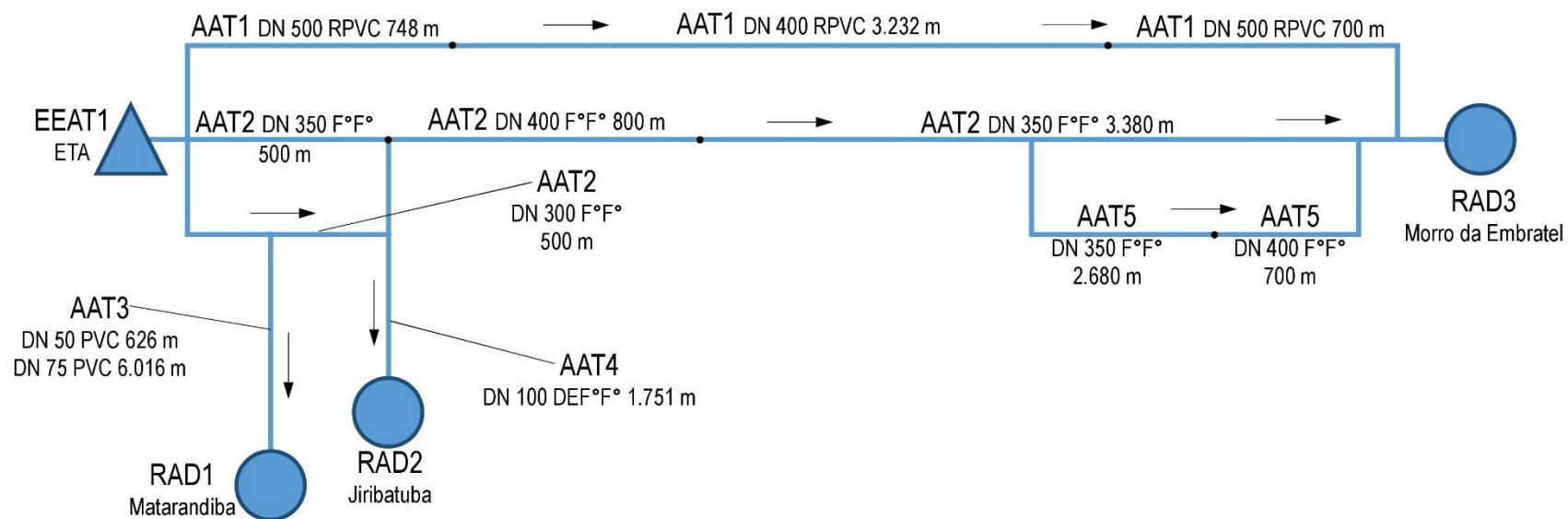


Figura 8.61 – Croqui Básico do Sistema Adutor de Água Tratada – Trecho entre EEAT1 e RAD3

Fonte: Embasa, 2014

Elaboração: Geohidro, 2014

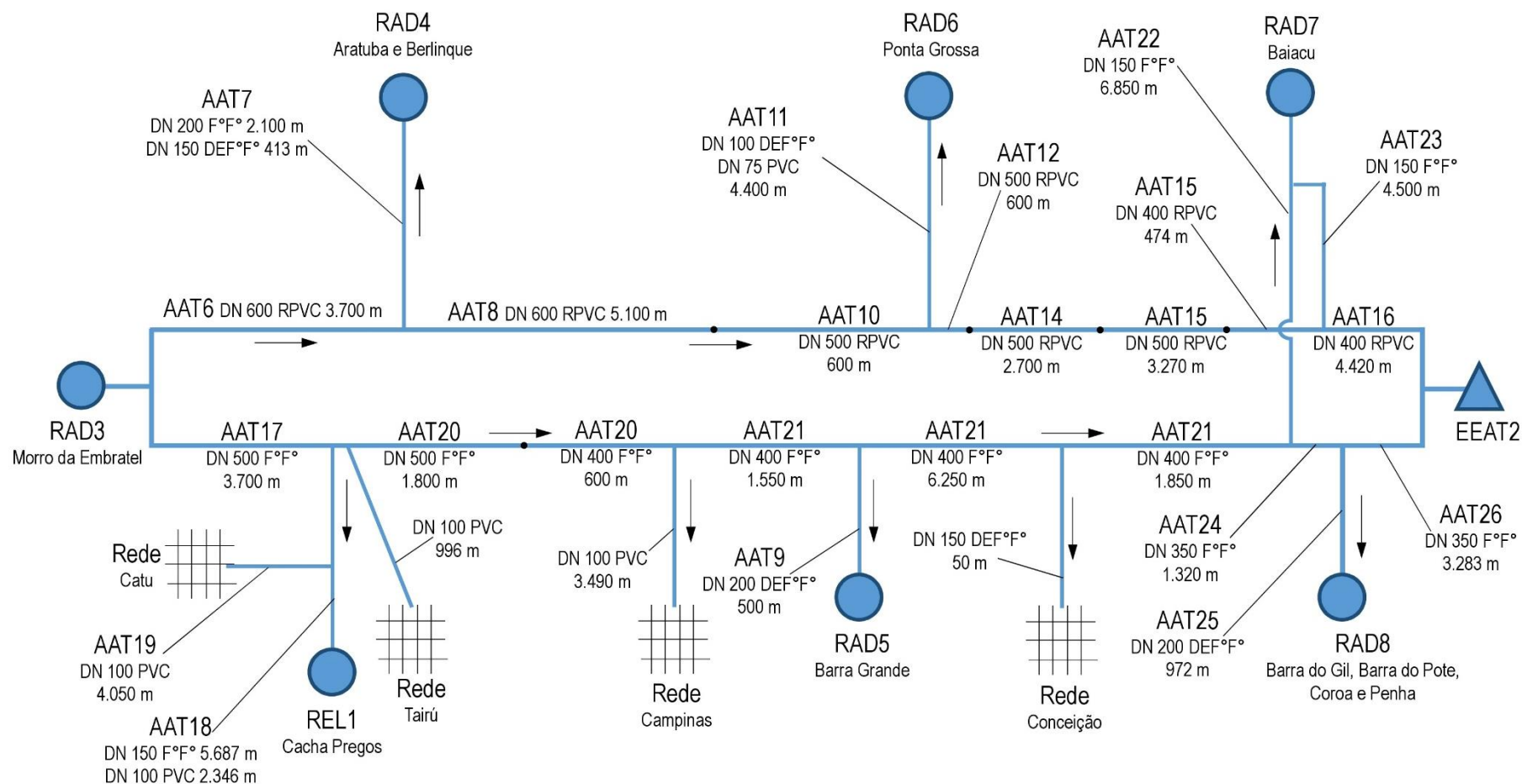


Figura 8.62 – Croqui Básico do Sistema Adutor de Água Tratada – Trecho entre e RAD3 e EEAT2

Fonte: Embasa, 2014

Elaboração: Geohidro, 2014

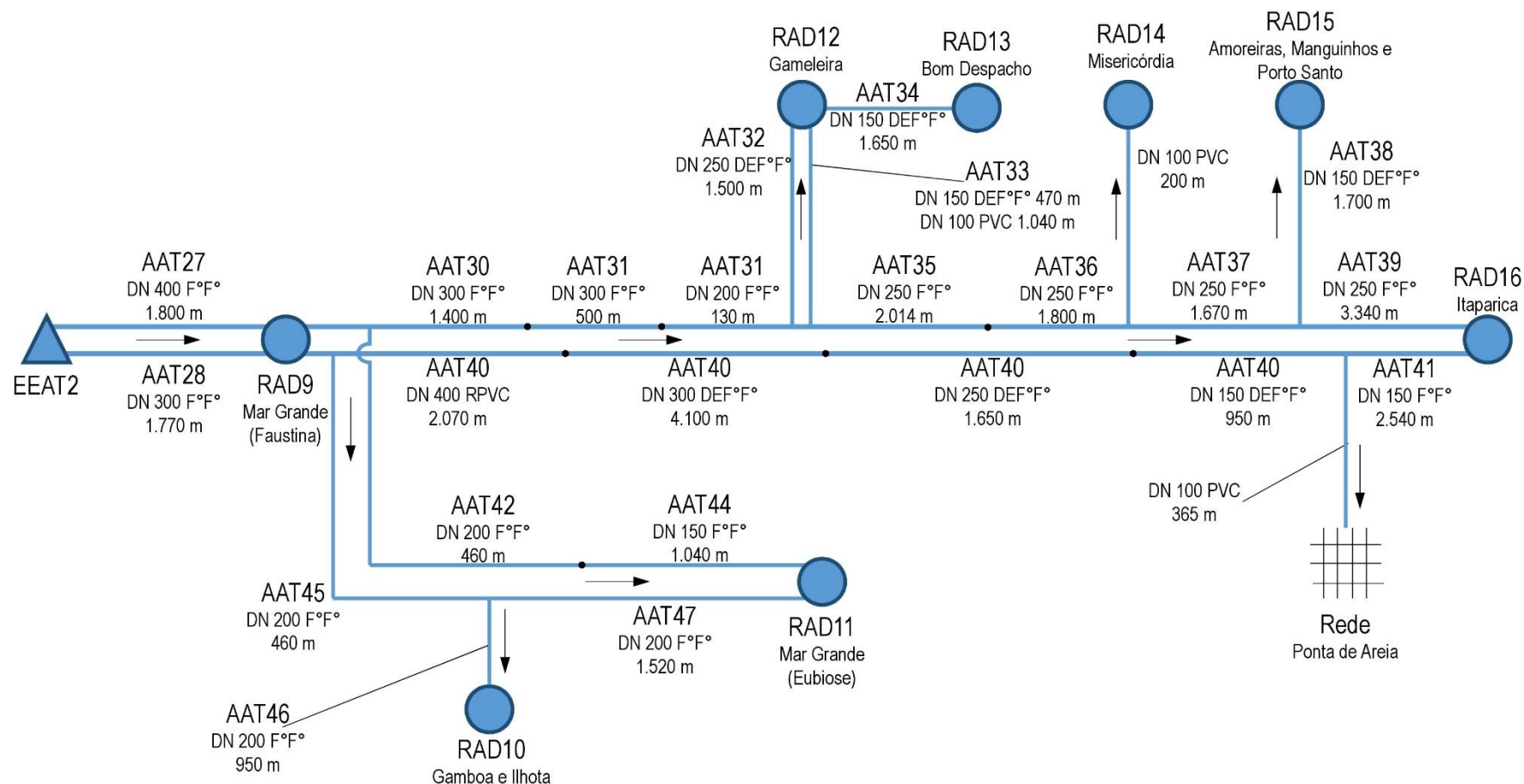


Figura 8.63 – Croqui Básico do Sistema Adutor de Água Tratada – Trecho entre EEAT2 e RAD16

Fonte: Embasa, 2014

Elaboração: Geohidro, 2014

Quadro 8.9 - Características técnicas das adutoras de água tratada (AAT) –Linha Principal - SIAA Ilha de Itaparica

ADUTORA	TRECHO DE ADUÇÃO	REGIME HIDRÁULICO	EXTENSÃO (m)	DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	DESNÍVEL GEOMÉTRICO (m)
AAT1	EEAT1 (ETA) até RAD3 (Reserv. Embratel)	Recalque	3.232	400	RPVC	67,80
			1.448	500	RPVC	
AAT2	EEAT1 (ETA) até RAD3 (Reserv. Embratel)	Recalque	500	300	F°F°	67,80
			3.880	350	F°F°	
			800	400	F°F°	
AAT5	Paralelo a AAT2	Recalque	2.680	350	F°F°	-
			700	400	F°F°	
AAT6	RAD3 (Reserv. Embratel) até EEAT2	Gravidade	3.700	600	RPVC	61,20
AAT8			5.100	600	RPVC	
AAT10			600	500	RPVC	
AAT12			600	500	RPVC	
AAT14			2.700	500	RPVC	
AAT15			3.270	500	RPVC	
AAT16			474	400	RPVC	
			4.420	400	RPVC	
AAT17	RAD3 (Reserv. Embratel) até EEAT2	Gravidade	3.700	500	F°F°	61,20
AAT20			1.800	500	F°F°	
			600	400	F°F°	
AAT21			9.650	400	F°F°	
AAT24			1.320	350	F°F°	
AAT26			3.283	350	F°F°	
AAT27	EEAT2 até RAD9 (Reserv. Mar Grande)	Recalque	1.800	400	F°F°	66,70
AAT28	EEAT2 até RAD9 (Reserv. Mar Grande)	Recalque	1.770	300	F°F°	66,70
AAT30	RAD9 (Reserv. Mar Grande) até RAD16 (Reserv. Itaparica)	Gravidade	1.400	300	F°F°	45,10
AAT31			130	200	F°F°	
			500	300	F°F°	
AAT35			2.014	250	F°F°	
AAT36			1.800	250	F°F°	
AAT37			1.670	250	F°F°	
AAT39			3.340	250	F°F°	
AAT40	RAD9 (Reserv. Mar Grande) até RAD16 (Reserv. Itaparica)	Gravidade	950	150	PVC DEF°F°	45,10
			1.650	250	PVC DEF°F°	
			4.100	300	PVC DEF°F°	
			2.070	400	RPVC	
AAT41			2.540	150	PVC DEF°F°	

Fonte: EMBASA, 2014.

Quadro 8.10 - Características técnicas das adutoras de água tratada (AAT) – Derivações - SIAA Ilha de Itaparica

ADUTORA	TRECHO DE ADUÇÃO	REGIME HIDRÁULICO	EXTENSÃO (m)	DIÂMETRO (mm)	MATERIAL	DESNÍVEL GEOMÉTRICO (m)
AAT3	Para Matarandiba (RAD1)	Recalque	626 6.016	50 75	PVC	7,50
AAT4	Para Jiribatuba (RAD2)	Recalque	1.751	100	PVC	20,14
AAT7	Para Aratuba e Berlinque (RAD4)	Gravidade	413	150	PVC DEF°F°	45,50
			2.100	200	F°F°	
AAT9	Para Barra Grande (RAD5)	Gravidade	500	200	F°F°	36,10
AAT11	Para Ponta Grossa (RAD6)	Gravidade	4.400	75 100	PVC DEF°F°	38,70
AAT18	Para Cacha Pregos (REL1)	Gravidade	2.346	100	PVC	63,70
			5.687	150	F°F°	
AAT19	Para Catu (diretamente para rede)	Gravidade	4.050	100	PVC	74,70
AAT22	Para Baiacu (RAD7)	Gravidade	6.850	150	F°F°	54,00
AAT23	Paralela a AAT22	Gravidade	4.500	100	F°F°	-
AAT25	Para Barra do Pote, Coroa, Barra do Gil e Penha (RAD8)	Gravidade	972	200	PVC DEF°F°	46,90
AAT32	Para Gameleira (RAD12)	Gravidade/ Recalque	1.500	250	PVC DEF°F°	40,55
AAT33	Para Gameleira (RAD12)	Gravidade/ Recalque	1.040	100	PVC	40,55
			470	150	PVC DEF°F°	
AAT34	Para Bom Despacho (RAD13)	Gravidade	1.650	150	PVC DEF°F°	27,25
AAT38	Para Amoreiras (RAD15), Manguinhos e Porto Santo (diretamente para rede)	Gravidade/ Recalque	1.700	150	PVC DEF°F°	46,46
AAT42	Para Mar Grande (RAD11)	Gravidade/ Recalque	460	200	F°F°	32,50
AAT44			1.040	150	F°F°	
AAT45	Para Mar Grande (RAD11)	Gravidade/ Recalque	460	200	F°F°	32,50
AAT47			1.520	200	F°F°	
AAT46	Para Gamboa e Ilhota (RAD10)	Gravidade	950	200	F°F°	37,70
Derivação Tairú	Para Tairú (diretamente para rede)	Gravidade	996	100	PVC	64,70
Derivação Campinas	Para Campinas (diretamente para rede)	Gravidade	3.490	100	PVC	78,70
Derivação Conceição	Para Conceição (diretamente para rede)	Gravidade	50	150	F°F°	79,70
Derivação Ponta de Areia	Para Ponta de Areia (diretamente para rede)	Gravidade	365	100	PVC	73,70
Derivação Misericórdia	Para Misericórdia (RAD14)	Gravidade/ Recalque	200	100	PVC	26,79

Fonte: EMBASA, 2014.

Considerações Finais

Para facilitar o diagnóstico das diversas adutoras de água tratada, elas foram separadas por trecho, conforme a linha principal. O primeiro trecho compreende da EEAT1 aos reservatórios do Morro da Embratel (inclusive derivações para Matarandiba e Jiribatuba); O segundo, que flui por gravidade, inclui desde os reservatórios do Morro da Embratel até a EEAT2 (inclusive derivações para Cacha Pregos, Catu, Aratuba e Berlinque, Tairú, Campinas, Barra Grande, Ponta Grossa, Conceição, Baiacu e Barra do Pote, Coroa, Barra do Gil e Penha). O trecho final inclui desde a EEAT2 até a sede de Itaparica, incluindo os reservatórios de Mar Grande (RAD9) e derivações (Gamboa e Ilhota, Gameleira, Bom Despacho, Misericórdia, Mar Grande, Ponta de Areia, Amoreiras, Manguinhos e Porto Santo e Itaparica). As **Figuras 8.61 a 8.63** mostram os trechos citados respectivamente.

- Primeiro trecho

O **Quadro 8.11** apresenta inicialmente a avaliação hidráulica dos conjuntos elevatórios da EEAT1 trabalhando com as adutoras de água tratada até os reservatórios do Morro da Embratel em seu atual ponto de trabalho. No **Quadro 8.11**, também são apresentadas, três situações hipotéticas de trabalho: recalando a vazão da demanda atual calculada (2014) e as vazões de demanda de final de plano (2040) nos cenários com e sem a ponte entre Salvador e Itaparica. Para se verificar as condições de atendimento das demandas atuais e futuras, utilizaram-se as demandas de água do SIAA Ilha de Itaparica calculadas no *Volume I, Capítulo 14 – Estudo Populacional e Demanda dos Municípios de Vera Cruz e Itaparica*.

Quadro 8.11 - Avaliação hidráulica das elevatórias e adutoras de água tratada do SIAA Ilha de Itaparica – Trechos entre EEAT1 e Reservatórios do Morro da Embratel

SIAA ILHA DE ITAPARICA	UNIDADE		EEAT1			
	TRECHO DE RECALQUE		EEAT1/Morro Embratel		Derivação Matarandiba	Derivação Jiribatuba
	ADUTORA		AAT1	AAT2 e AAT5	AAT3	AAT4
	Características dos Equipamentos Existentes Atual Ponto de Trabalho do Sistema	Qtde.	2 + 1R			
		Q (L/s)	483,73		2,65	13,47
		AMT (mca)	105,95			
		P (CV)	400 + 500			
	Características da Adução Atual Ponto de Trabalho do Sistema	DN (mm)	500 a 400	400 a 300	75 a 50	100
		L total (m)	4.680	8.650	6.642	1.751
		K (mm)	0,5	1,0	0,5	0,5
		V (m/s)	1,25 a 1,96	0,87 a 2,30	0,60 a 1,35	1,72
		Hf (m)	38,15		98,45	85,81
		J (m/km)	3,24 a 10,35	2,43 a 20,10	8,65 a 72,79	46,66
		ΔH (m)	67,80		7,50	20,14
	Condições para Demanda de Início de Plano (2014)	Q (L/s)	450,00		2,76	13,43
		V (m/s)	1,16 a 1,82	0,80 a 2,13	0,62 a 1,41	1,71
		Hf (m)	32,89		104,40	80,69
		J (m/km)	2,80 a 8,92	2,09 a 17,31	9,23 a 78,04	46,08
		AMT (mca)	100,69			
	Condições para Demanda de Final de Plano (2040) – Cenário Atual sem Ponte	Q (L/s)	638,25		3,69	18,15
		V (m/s)	1,65 a 2,58	1,14 a 3,03	0,84 a 1,88	2,31
		Hf (m)	66,05		185,02	146,69
		J (m/km)	5,60 a 17,93	4,20 a 34,82	16,32 a 138,73	83,78
		AMT (mca)	133,85			

Quadro 8.11 - Avaliação hidráulica das elevatórias e adutoras de água tratada do SIAA Ilha de Itaparica – Trechos entre EEAT1 e Reservatórios do Morro da Embratel (continuação)

SIAA ILHA DE ITAPARICA	UNIDADE		EEAT1			
	TRECHO DE RECALQUE		EEAT1/Morro Embratel		Derivação Matarandiba	Derivação Jiribatuba
	ADUTORA		AAT1	AAT2 e AAT5	AAT3	AAT4
	Condições para Demanda de Final de Plano (2040) – Cenário Alternativo com Ponte	Q (L/s)	873,23		4,54	23,70
		V (m/s)	2,26 a 3,53	1,56 a 4,14	1,03 a 2,31	3,02
		Hf (m)	122,86		278,71	249,33
		J (m/km)	10,40 a 33,35	7,78 a 64,77	24,54 a 209,36	142,40
		AMT (mca)	190,66			

Nota: Q – vazão; AMT – altura manométrica total; P – potência; DN – diâmetro nominal; L – extensão; K – fator de rugosidade; V – velocidade; Hf – perda de carga total; J – perda de carga unitária e ΔH – desnível geométrico.

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Para o cálculo das perdas de carga, foi utilizada a fórmula universal (Darcy-Weisbach), a qual determina a perda de carga do sistema através dos parâmetros de vazão, diâmetro da tubulação e o coeficiente de rugosidade que depende da natureza do material e estado da tubulação. Quanto a este coeficiente, o mesmo foi determinado por meio da fórmula de Colebrook-White, que por sua vez depende da viscosidade do fluido e da rugosidade da superfície interna da tubulação, aqui estimado de acordo com o tipo de material, e ao tempo de utilização da mesma. Como os valores adotados para os coeficientes de rugosidade (K) das perdas de carga distribuídas são relativamente conservadores, não foram consideradas as perdas de carga localizadas, devido às singularidades da adutora (curvas, TE's, reduções, registros, etc).

Foi utilizada a curva da bomba fornecida pela Embasa e apresentada no **Anexo 1 - Curva da Bomba Sulzer SMN 202-500** para se determinar o ponto de trabalho do sistema, indicado nas características dos equipamentos existentes apresentadas no **Quadro 8.11**. No mesmo quadro são apresentadas as características das adutoras de água tratada, entre a EEAT1 e os reservatórios do Morro da Embratel no ponto de funcionamento do sistema, e três situações de trabalho: recalando a vazão de demanda atual (2014) e as vazões de demanda de final de plano (2040) nos cenários com e sem a ponte entre Salvador e Itaparica.

Dos resultados apresentados, observa-se que o sistema atualmente trabalha com uma pequena folga (aproximadamente 7%) da demanda para o ano de 2014. No geral, as velocidades e perdas específicas ficaram dentro do usual, considerando a demanda atual para todas as adutoras, mas acima de 2 m/s para as demandas de final de plano de ambos os cenários. A linha principal, que liga a EEAT1 aos reservatórios do Morro da Embratel não suportarão, nas condições atuais de funcionamento, as vazões de final de plano, seja no cenário atual ou no alternativo, que considera a construção de ponte entre Salvador e Itaparica. No primeiro cenário, observam-se velocidades de até 3,03 m/s, com perdas de 34,82 m/km. No segundo cenário, as velocidades chegam a 4,14 m/s e as perdas a 64,77 m/km. No caso das duas derivações, observam-se grandes perdas em ambos os cenários.

- Segundo trecho

O **Quadro 8.12** apresenta a avaliação hidráulica das adutoras de água tratada por gravidade, entre os reservatórios do Morro da Embratel e a EEAT2, além das derivações. Foram consideradas as demandas atuais (2014) e de final de plano (2040), nos cenários sem e com construção de ponte entre Salvador e Itaparica. Para as localidades, cujas redes são atendidas diretamente por adutora, ou seja, que não possuem reservatório local (Catu, Tairú, Campinas e Conceição), as demandas foram majoradas por coeficiente máximo horário ($K_2=1,50$).

Quadro 8.12 - Avaliação hidráulica das adutoras de água tratada do SIAA Ilha de Itaparica – Trechos por Gravidade entre Reservatórios do Morro da Embratel e EEAT2

SIAA ILHA DE ITAPARICA	TRECHO DE ADUÇÃO		Morro Embratel/EEAT2		Derivação Cacha Pregos/Catu	Derivação Cacha Pregos	Derivação Catu	Derivação Aratuba/Berlinque	Derivação Tairú	Derivação Campinas	Derivação Barra Grande	Derivação Ponta Grossa	Derivação Conceição	Derivação Baiacu	Derivação B. Pote/Coroa/ B. Gil/Penha
	ADUTORA		AAT6, 8, 10, 12, 14, 15, 16	AAT17, 20, 21, 24, 26	AAT18.1	AAT18.2	AAT19	AAT7	-	-	AAT9	AAT11	-	AAT22 e 23	AAT25
	Características da Adução Atual Funcionamento do Sistema	Q (L/s)	451,97		11,27	7,52	3,76	37,41	11,85	0,98	46,22	2,90	64,57	4,38	0,00
		DN (mm)	600 a 400	500 a 350	150 a 100	100	100	200 a 150	100	100	200	100 a 75	150	150 a 100	200
		L total (m)	20.864	20.353	5.687	2.346	4.050	2.513	996	3.490	500	4.400	50	11.350	972
		K (mm)	0,5	1,0	0,5 e 1,0	0,5	0,5	0,5 e 1,0	0,5	0,5	1,0	0,5	1,0	1,0	0,5
		V (m/s)	0,75 a 1,65	0,55 a 1,44	0,43 a 0,64	0,96	0,48	1,19 a 2,12	1,51	0,12	1,47	0,37 a 0,66	3,65	0,03 a 0,50	-
		J (m/km)	0,93 a 7,41	0,99 a 6,65	2,13 a 4,74	14,74	3,81	11,18 a 41,87	36,20	0,30	17,00	2,31 a 10,32	151,57	0,01 a 5,02	-
		ΔH (m)	61,20		-	63,70	74,70	45,50	64,70	78,70	36,10	38,70	79,70	54,00	46,90
	Demandas de Início de Plano (2014)	Q (L/s)	433,81		26,35	22,64	3,70	38,31	39,60	0,64	44,23	1,37	33,71	6,28	71,15
	Demandas de Final de Plano (2040) – Cenário Atual sem Ponte	Q (L/s)	616,41		37,41	32,23	5,18	55,86	57,53	0,71	65,28	1,73	50,05	7,61	105,27
	Demandas de Final de Plano (2040) – Cenário Alternativo com Ponte	Q (L/s)	844,99		45,59	39,17	6,42	68,16	71,26	0,98	82,08	2,20	64,57	9,91	134,58

Nota: Q – vazão; DN – diâmetro nominal; L – extensão; K – fator de rugosidade; V – velocidade; J – perda de carga unitária e ΔH – desnível geométrico.

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Para o cálculo das perdas de carga, foi utilizada a fórmula universal (Darcy-Weisbach), a qual determina a perda de carga do sistema através dos parâmetros de vazão, diâmetro da tubulação e o coeficiente de rugosidade que depende da natureza do material e estado da tubulação. Quanto a este coeficiente, o mesmo foi determinado por meio da fórmula de Colebrook-White, que por sua vez depende da viscosidade do fluido e da rugosidade da superfície interna da tubulação, aqui estimado de acordo com o tipo de material, e ao tempo de utilização da mesma. Como os valores adotados para os coeficientes de rugosidade (K) das perdas de carga distribuídas são relativamente conservadores, não foram consideradas as perdas de carga localizadas, devido às singularidades da adutora (curvas, TE's, reduções, registros, etc).

No **Quadro 8.12** são apresentadas as características das adutoras de água tratada por gravidade, entre os reservatórios do Morro da Embratel e a EEAT2, comparadas com as demandas calculadas de 2014 e de 2040, para os cenários com e sem a ponte entre Salvador e Itaparica.

Dos resultados apresentados, observa-se que a linha principal, trabalha um pouco acima da demanda atual calculada (2014). Para o final de plano, tanto no cenário atual, quanto no que considera a construção da ponte Salvador-Itaparica, a linha principal não atenderia às demandas calculadas, precisando de um incremento de mais de 47 m de energia potencial nos reservatórios do Morro da Embratel no primeiro cenário e de mais de 135 m no segundo cenário.

Com relação às derivações, duas apresentam condições para atender as demandas atuais (2014) e de final de plano (2040) em ambos os cenários: Campinas e Ponta Grossa. Abastecem pequenas localidades, cujas vazões não passam de 3 L/s no final de plano no cenário alternativo (considerando a construção de ponte entre Salvador e Itaparica). Das demais derivações, apenas a de Catu e Barra Grande possibilitam o atendimento das demandas calculadas atuais, mas não as de fim de plano. Além destas, a derivação para Conceição (direta na rede) também atenderia a demanda de final de plano.

As outras derivações apresentam problemas de atendimento até com as demandas atuais: Baiacu, Cacha Pregos e Tairú. Nas duas últimas, elas apresentam perdas específicas elevadas a partir de 2014, e velocidades elevadas no final de plano. Além disso, mesmo para as condições atuais, a derivação para Barra do Gil não é capaz de transportar nenhuma vazão quando o sistema está com sua demanda máxima. Cabe ressaltar que, atualmente, o reservatório que alimenta as localidades de Barra do Pote, Coroa, Barra do Gil e Penha (RAD8) não está em funcionamento. Nele há um *by-pass* ligando as redes diretamente à adutora, aumentando assim, a pressão nelas e, conseqüentemente, aumentando as vazões disponíveis. Situação semelhante ocorre no RAD5, reservatório que abastece Barra Grande. Há também um *by pass* nos reservatórios do Morro da Embratel que permite, através de manobras no sistema adutor, aumentar a vazão fornecida às localidades de Cacha Pregos, Tairú, Barra Grande e Barra do Pote/Coroa/ Barra do Gil/Penha.

- Terceiro trecho

O **Quadro 8.13** apresenta a avaliação hidráulica das adutoras de água tratada, entre a EEAT2 até o reservatório de Mar Grande (Faustina). Foram consideradas, além do funcionamento atual do sistema, as demandas atuais (2014) e de final de plano (2040), nos cenários sem e com construção de ponte entre Salvador e Itaparica.

O **Quadro 8.14** apresenta a avaliação hidráulica das adutoras de água tratada por gravidade, do reservatório de Mar Grande (Faustina) ao final do sistema, com as mesmas considerações anteriores. Para as localidades, cujas redes são atendidas diretamente por adutora, ou seja, que não possuem reservatório local (Ponta de Areia, Manguinhos e Porto Santo), ou cujo reservatório seja muito pequeno para as necessidades de reservação (Mar Grande), as demandas foram majoradas de coeficiente máximo horário ($K_2=1,50$).

Quadro 8.13 - Avaliação hidráulica das elevatórias e adutoras de água tratada da EEAT2 e Reservatórios de Mar Grande

SIAA ILHA DE ITAPARICA	UNIDADE		EEAT2	
	TRECHO DE RECALQUE		EEAT2/Reserv. Mar Grande	
	ADUTORA		AAT27	AAT28
	Características dos Equipamentos Existentes Atual Ponto de Trabalho do Sistema	Qtde.	1 + 1R	
		Q (L/s)	299,34	
		AMT (mca)	77,24	
		P (CV)	350	
	Características da Adução Atual Ponto de Trabalho do Sistema	DN (mm)	400	300
		L total (m)	1.800	1.770
		K (mm)	1,0	1,0
		V (m/s)	1,42	1,70
		Hf (m)	11,74	
		J (m/km)	6,52	13,46
		ΔH (m)	65,50	
	Condições para Demanda de Início de Plano (2014)	Q (L/s)	193,27	
		V (m/s)	0,89	1,15
		Hf (m)	4,65	
		J (m/km)	2,58	6,14
		AMT (mca)	70,15	
	Condições para Demanda de Final de Plano (2040) – Cenário Atual sem Ponte	Q (L/s)	266,15	
		V (m/s)	1,26	1,53
		Hf (m)	9,16	
		J (m/km)	5,09	10,89
		AMT (mca)	74,66	
	Condições para Demanda de Final de Plano (2040) – Cenário Alternativo com Ponte	Q (L/s)	405,74	
		V (m/s)	1,96	2,25
		Hf (m)	22,27	
		J (m/km)	12,37	23,35
		AMT (mca)	87,77	

Nota: Q – vazão; AMT – altura manométrica total; P – potência; DN – diâmetro nominal; L – extensão; K – fator de rugosidade; V – velocidade; Hf – perda de carga total; J – perda de carga unitária e ΔH – desnível geométrico.

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Quadro 8.14 - Avaliação hidráulica das adutoras de água tratada do SIAA Ilha de Itaparica – Trechos por Gravidade entre Reservatórios de Mar Grande e final do sistema

SIAA ILHA DE ITAPARICA	TRECHO DE ADUÇÃO		Reserv. Vera Cruz/Mar Grande		Reserv. Vera Cruz/Itaparica		Derivação Gamboa/Ilhota	Derivação Bom Despacho/ Gameleira	Derivação Bom Despacho	Derivação Misericórdia	Derivação Amoreiras/ Manguinhos/ Porto Santo	Derivação Ponta de Areia
	ADUTORA		AAT42, 44	AAT45, 47	AAT30, 31, 35, 36, 37, 39	AAT40, 41	AAT46	AAT32, 33	AAT34	-	AAT38	-
	Características da Adução Atual Ponto de Trabalho do Sistema	Q (L/s)	106,65		150,82		47,23	74,40	24,36	8,20	13,15	6,60
		DN (mm)	200 a 150	200	300 a 200	400 a 150	200	250 a 100	150	100	150	100
		L total (m)	1.500	1.980	10.854	11.310	950	1.500	1.650	200	1.700	365
		K (mm)	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
		V (m/s)	0,91 a 1,61	0,98 a 2,49	0,62 a 4,02	0,20 a 1,39	1,50	0,39 a 1,37	1,38	1,04	0,74	0,84
		J (m/km)	6,51 a 29,72	7,67 a 48,35	2,32 a 125,80	0,12 a 18,16	17,74	1,54 a 12,67	17,91	17,51	5,32	11,43
		ΔH (m)	33,90		46,50		39,10	41,95	29,55	28,19	47,86	73,70
	Demandas de Início de Plano (2014)	Q (L/s)	86,81		140,83		26,18	40,48	30,25	5,95	37,40	17,07
	Demandas de Final de Plano (2040) – Cenário Atual sem Ponte	Q (L/s)	132,97		182,96		39,66	54,75	39,30	6,69	48,69	22,92
	Demandas de Final de Plano (2040) – Cenário Alternativo com Ponte	Q (L/s)	198,29		282,22		57,98	82,77	60,85	10,56	75,19	33,26

Nota: Q – vazão; DN – diâmetro nominal; L – extensão; K – fator de rugosidade; V – velocidade; J – perda de carga unitária e ΔH – desnível geométrico.

Fonte: GEOHIDRO, 2014

Para o cálculo das perdas de carga, foi utilizada a fórmula universal (Darcy-Weisbach), a qual determina a perda de carga do sistema através dos parâmetros de vazão, diâmetro da tubulação e o coeficiente de rugosidade que depende da natureza do material e estado da tubulação. Quanto a este coeficiente, o mesmo foi determinado por meio da fórmula de Colebrook-White, que por sua vez depende da viscosidade do fluido e da rugosidade da superfície interna da tubulação, aqui estimado de acordo com o tipo de material, e ao tempo de utilização da mesma. Como os valores adotados para os coeficientes de rugosidade (K) das perdas de carga distribuídas são relativamente conservadores, não foram consideradas as perdas de carga localizadas, devido às singularidades da adutora (curvas, TE's, reduções, registros, etc).

No **Quadro 8.13** são apresentadas as características e ponto atual de funcionamento das adutoras de água tratada por recalque, e três situações de trabalho: recalcando a demanda atual calculada (2014) e as vazões de final de plano (2040) nos cenários com e sem a ponte entre Salvador e Itaparica. No **Quadro 8.14** são apresentadas as características das adutoras por gravidade, comparando as vazões disponíveis pelas demandas calculadas.

Quanto à linha de recalque, ela apresenta condições de veicular a demanda calculada para final de plano (2040) no cenário atual, sem a ponte entre Salvador e Itaparica. Para o cenário alternativo, seria necessário um acréscimo de aproximadamente 10 m de altura manométrica. Nesta situação, as perdas específicas ficam acima do recomendado.

Com relação às adutoras por gravidade, as linhas principais para as localidades de Mar Grande e Itaparica, apresentam condições de veicular as demandas atuais, mas não as de final de plano. As derivações para Gamboa e Ilhota, para Bom Despacho e Gameleira e para Misericórdia têm condições de transportar as demandas calculadas no cenário atual do ano 2014 e para atender também as demandas de final de plano no cenário sem a ponte entre Salvador e Itaparica, mas sem capacidade para atender o acréscimo de demanda ocasionado pela construção da ponte. As demais apresentam alguma limitação para aduzir as demandas atuais. Entretanto, atualmente, há um *by-pass* nos reservatórios de Mar Grande, possibilitando trabalhar com pressões maiores nestas adutoras. Adicionalmente, existem *boosters* na linha principal para Itaparica, para Amoreiras, Manguinhos e Porto Santo, que aumentam ainda mais as disponibilidades piezométricas, aumentando as vazões disponibilizadas. Cabe ressaltar que, atualmente, o reservatório que alimenta a localidade Amoreiras (RAD15) não está em funcionamento. Nele há um *by-pass* ligando a rede diretamente à adutora, evitando a quebra de pressão no reservatório e, conseqüentemente, aumentando as vazões disponíveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Projeto de estação de tratamento de água para abastecimento público – procedimento. NBR 12216:1992. 18 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n. 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 2011.

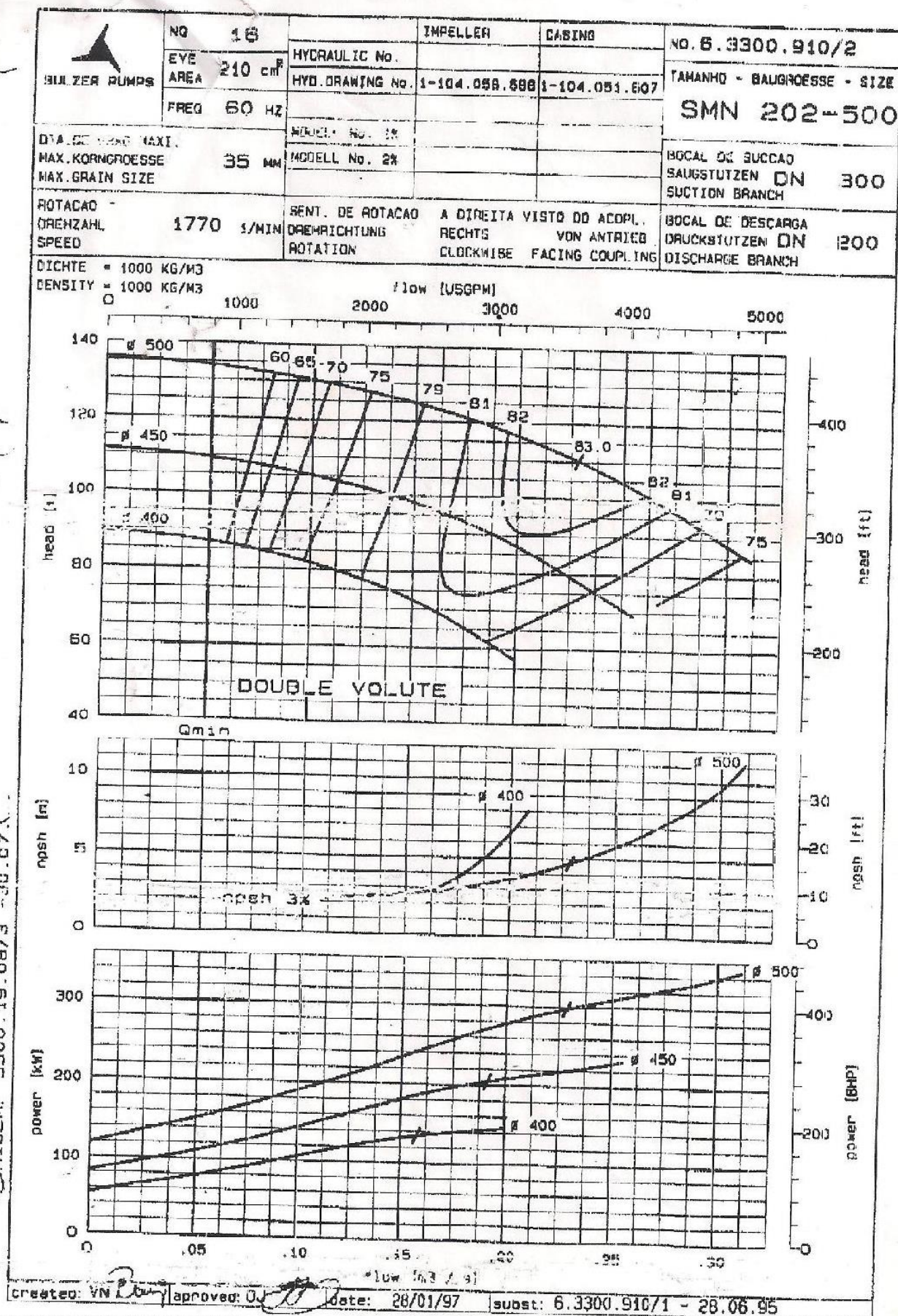
DI BERNARDO, Luiz; DANTAS, Ângela Di Bernardo – Métodos e técnicas de tratamento de água – segunda edição – São Carlos: RiMa, 2005. 792 p.

EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento S/A. SIAA Ilha de Itaparica – Croqui Básico do Sistema. Junho, 2014.

EMBASA– Empresa Baiana de Águas e Saneamento S/A. DT/TS/TSD - Departamento de Desenvolvimento Operacional. COPAE - Controle Operacional de Água e Esgoto. Controle de Perdas do Sistema. Maio, 2014.

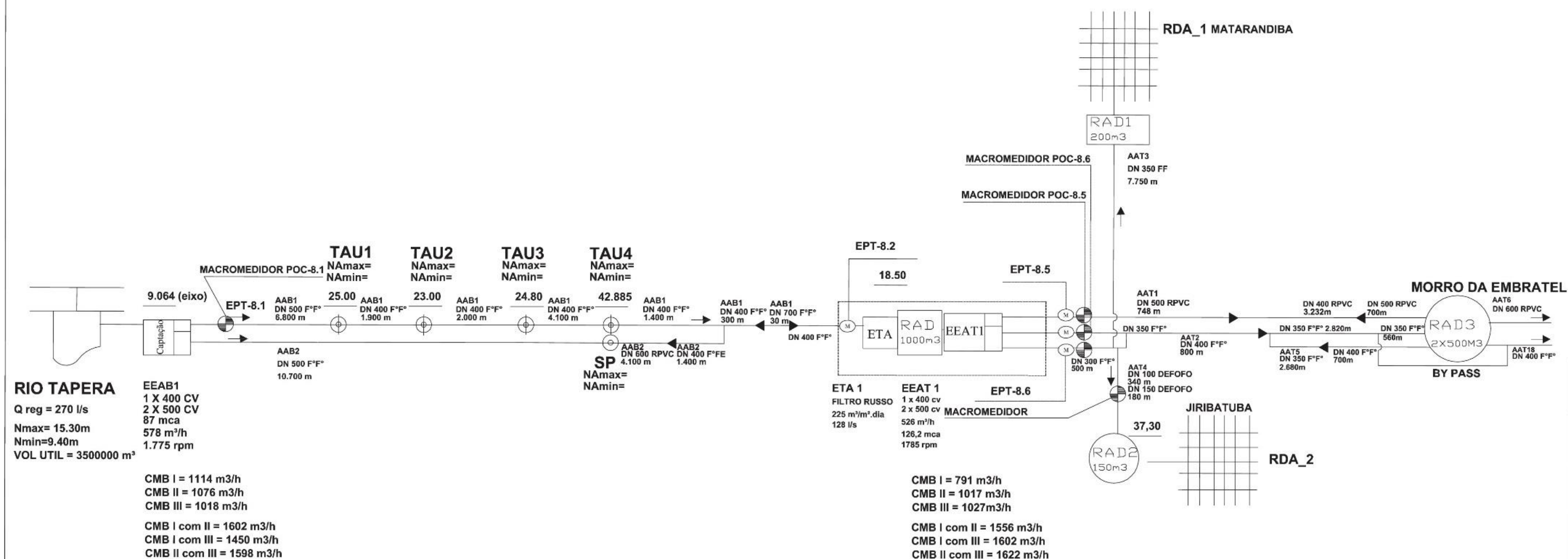
EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento S/A. Relatório Final dos Estudos Hidrológicos dos Rios Camarão e Outros. 2013.

ANEXO 1– Curva da Bomba Sulzer SMN 202-500



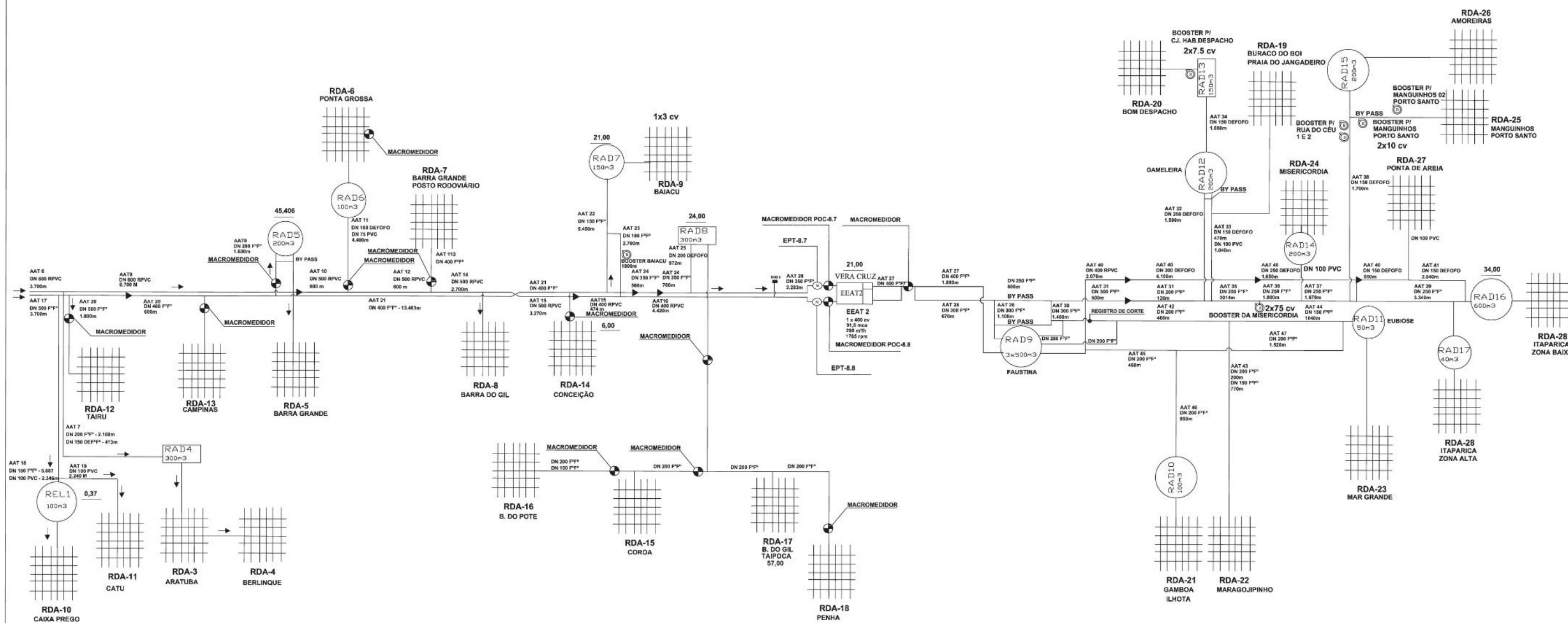
ANEXO 2– Croqui Básico do SIAA Ilha de Itaparica

SIAA ILHA DE ITAPARICA



embasa empresa baiana de águas e saneamento s.a.		FOLHA: 01
CROQUI BÁSICO DO SISTEMA		
SAA: ITAPARICA/VERA CRUZ	UN: STO. ANTONIO DE JESUS.	
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAGUAÇU		
ATUALIZADO EM: 26/06/2014	POR: JOANES CARDOSO	

SIAA ILHA DE ITAPARICA



embasa
empresa brasileira de águas e saneamento s.a.

FOLHA:
02

CROQUI BÁSICO DO SISTEMA

SAA:	ITAPARICA/VERA CRUZ
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAGUAÇÚ	

UN:	STO. ANTONIO DE JESUS.
-----	---------------------------

ATUALIZADO EM: 29/04/2013

POR : JOANES CARDOSO