

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. 01 - DIAGNÓSTICO DOS SAA'S - ADUTORAS,
ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS, ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE
ÁGUA - SALVADOR, SIMÕES FILHO, LAURO DE FREITAS,
CANDEIAS, MADRE DE DEUS, SÃO FRANCISCO DO CONDE.

GEOHIDRO

REV.01 - MARÇO DE 2016

GOVERNADOR DO ESTADO DA BAHIA

Rui Costa

SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA HÍDRICA E SANEAMENTO

Cássio Ramos Peixoto

SUPERINTENDÊNCIA DE SANEAMENTO

Carlos Fernando Gonçalves de Abreu

DIRETORIA DE SANEAMENTO URBANO

Geraldo de Senna Luz

Anésio Miranda Fernandes

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
Analista de Saneamento - Biólogo	Vinícius Pais Barroso Azevedo

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

Engenheiro Civil

Engenheira Sanitarista e Ambiental

Engenheira Civil (Controle e Planejamento)

Engenheiro Civil

Engenheiro Civil

Engenheira Civil

Engenheiro Civil

Engenheira Sanitarista e Ambiental

Engenheira Ambiental

Engenheira Sanitarista e Ambiental

Engenheira Sanitarista e Ambiental

Engenheira Sanitarista e Ambiental

Engenheira Sanitarista e Ambiental

Engenheira Sanitarista e Ambiental

Engenheira Sanitarista e Ambiental

Engenheiro Civil

Geógrafo

Designer Gráfico

Designer Gráfico

Projetista Cadista

Cadista

Estagiária

Estagiário

José Geraldo Barreto

Raydalvo Landim L. B. Louzeiro

Andrea Mota Marchesini

Jacqueline de Oliveira Fratel

André Luiz Andrade Queiroz

José Mário Guimarães Miranda

Swan Pires Marques e Amorim

Leonardo Muller Adaime

Alessandra da Silva Faria

Raquel Pereira de Souza

Samanta Ribeiro Oliveira

Renata Ramos Pinto

Olga Braga Oliveira

Gilza Chagas Maciel

Jamile Leite Bulhões

Vanessa Britto Silveira Cardoso

Francisco Henrique Mendonça

Maurílio Queirós Nepomuceno

Carlos Eduardo Araújo

Carlos Eugênio Ramos

Jair Santos Fernandes

Sérgio Marcos de Oliveira

Deise Vasquez

Marx Ribeiro Monaco

RELATÓRIO PARCIAL

FASE 1 – TOMO II – ESTUDOS BÁSICOS

VOLUME 03 – DIAGNÓSTICO DOS SAA – ADUTORAS, ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E ETA'S.

CAPÍTULO 1 – DIAGNÓSTICO DOS SAA – ADUTORAS, ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS E ETA'S DE SALVADOR, SIMÕES FILHO, LAURO DE FREITAS, CANDEIAS, MADRE DE DEUS E SÃO FRANCISCO DO CONDE

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	7
1.1. ELEVATÓRIAS E ADUTORAS DE ÁGUA BRUTA.....	8
1.1.1. Sistema Adutor Pedra do Cavalo.....	8
1.1.2. Sistema Adutor Joanes II – ETA Principal	16
1.1.2.1. Introdução.....	16
1.1.2.2. Estação Elevatória de Água Bruta	16
1.1.2.3. Adutora de Água Bruta Joanes II / ETA Principal.....	20
1.1.3. Sistema Adutor Santa Helena – Joanes II	22
1.1.3.1. Estudos Anteriores e Possibilidades de Aproveitamento da Represa Santa Helena	22
1.1.3.2. Sistema de Reversão Existente	23
1.1.3.3. Sistema de Reversão Proposto no PDAA de 1998	27
1.1.3.4. Estudos para ampliação do Sistema de reversão Santa Helena – Joanes II para a Vazão de 10 m³/s	28
1.1.3.5. Estudos para nova captação e adução da represa de Santa Helena	30
1.1.3.6. Estudo da ampliação da Elevatória do Jacumirim.....	31
1.1.4. Adução Joanes I – ETA's do Parque Bolandeira.....	33
1.1.4.1. Considerações Iniciais	33
1.1.4.2. Adutora em Concreto	35
1.1.4.3. Sistema Adutor com Tubulação em Aço Carbono	36
1.1.5. Adução Ipitanga I – ETA's do Parque Bolandeira	43
1.2. ADUTORAS DE ÁGUA TRATADA	45
1.2.1. Adutora de Água Tratada Principal	45
1.2.1.1. Diagnóstico do Sistema Adutor	45
1.2.2. Subadutora R7 – R15	54
1.2.2.1. Características do Sistema.....	54
1.2.2.2. Diagnóstico do Sistema	55

1.2.3. Sistema Adutor de Água Tratada do Recôncavo	62
1.3. ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE AGUA.....	64
1.3.1. ETA Principal.....	64
1.3.1.1. Capacidade da ETA.....	64
1.3.1.2. Câmara de Chegada de Água Bruta	66
1.3.1.3. Floculadores	66
1.3.1.4. Decantadores.....	66
1.3.1.5. Filtros	67
1.3.1.6. Sistema de Preparação e Dosagem de Produtos Químicos	68
1.3.1.7. Extravasores das águas de lavagem dos filtros e lodos dos decantadores	68
1.3.1.8. Avaliação do processo de tratamento	70
1.3.2. ETA's do Parque da Bolandeira.....	70
1.3.2.1. Calha e Medidor Parshall.....	72
1.3.2.2. Floculadores	72
1.3.2.3. Decantadores.....	72
1.3.2.4. Filtros	73
1.3.2.5. Sistema de Preparação e Dosagem de Produtos Químicos	73
1.3.2.6. Avaliação do Processo de Tratamento	74
1.3.2.7. Possibilidade de Ampliação das ETA's de Bolandeira	74
1.3.2.8. Reservatórios e Estações Elevatórias do Parque da Bolandeira	75
1.3.3. ETA Suburbana	76
1.3.4. Avaliação da Qualidade da Água Tratada	79
REFERÊNCIAS	109
ANEXOS – LISTAGENS RELATÓRIOS EPANET	110
ANEXO 1 – ADUTORA PRINCIPAL (ETA – R7)	111
ANEXO 2 – SUBADUTORA R7 – R15.....	118

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. 1 – Croqui do Sistema Adutor Pedro do Cavalo.....	9
Figura 1. 2 – Unidades do Sistema Adutor de Água Bruta Pedra do Cavalo	12
Figura 1. 3 – Condições Operacionais das Bombas EBARA na elevatória de Pedra do Cavalo	14
Figura 1. 4 – Associação de duas bombas 16LN35, equipadas com rotor de 32”, funcionando isoladamente, ou em paralelo com as bombas Ebara.....	14
Figura 1. 5 - Vista da captação/elevatória do sistema adutor Joanes II – ETA Principal.....	17
Figura 1. 6 - Esquema das adutoras Joanes II – ETA Principal	21
Figura 1. 7 - Vista panorâmica da captação/elevatória de Santa Helena (também conhecida como elevatória do Jacumirim)	25
Figura 1. 8 - Esquema geral dos sistemas adutores Santa Helena – Joanes II e Santa Helena – Braskem....	26
Figura 1. 9 - Vista do módulo operacional da captação/elevatória de Santa Helena (elevatória do Jacumirim)	27
Figura 1. 10 - Configuração do Sistema de Reversão Santa Helena - Joanes II para a Vazão de 10 m ³ /s	32
Figura 1. 11 – Croqui do Sistema Adutor Joanes I – Parque Bolandeira	34
Figura 1. 12 - Barragem Joanes I.....	35
Figura 1. 13 - Booster do Sistema Adutor em Aço, com Captação na Barragem Joanes I	36
Figura 1. 14 - Perfil Piezométrico do Sistema Adutor Joanes I - Bolandeira	40
Figura 1. 15 - Esquema das adutoras do Joanes I e Ipitanga I para as ETA's de Bolandeira.....	42
Figura 1. 16 - Croqui da Adutora de Água Tratada Principal.....	47
Figura 1. 17 - Perfil Piezométrico da Adutora de Água Tratada Principal (ETA – R7), com Indicação da Posição e Níveis dos Reservatórios Abastecidos	53
Figura 1. 18 - Croqui Geral da Subadutora R7 - R15.....	57
Figura 1. 19 - Perfil Piezométrico da Subadutora de Água Tratada Principal (R7 – R15), com Indicação da Posição e Níveis dos Reservatórios Abastecidos	60
Figura 1. 20 - Esquema Geral do SIAA do Recôncavo	63
Figura 1. 21 - Vista Parcial da ETA Principal	65
Figura 1. 22 - Ampliação da ETA Principal.....	65
Figura 1. 23 - Vista parcial das ETA's Vieira de Mello (esquerda) e Theodoro Sampaio (direita)	72
Figura 1. 24 - Localização e Zonas de Abastecimento da ETA Suburbana	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. 1 - Características das Bombas da Captação de Pedra do Cavalo.....	11
Quadro 1. 2 - Vazões Recalcadas pela Estação de Pedra Do Cavalo.....	11
Quadro 1. 3 - Condições Operacionais das Bombas de Eixo Horizontal Associadas às Bombas EBARA	15
Quadro 1. 4 - Dados das Bombas de Captação na Represa Joanes II	17
Quadro 1. 5 - Condições de Operação das Bombas do Recalque Joanes II – ETA Principal.....	18
Quadro 1. 6 - Funcionamento das Bombas do Recalque Joanes II – ETA Principal na 2ª Etapa	19
Quadro 1. 7- Vazões Regularizadas na Barragem de Santa Helena	22
Quadro 1. 8 - Dados das Bombas de Captação na Represa Santa Helena.....	23
Quadro 1. 9 - Parâmetros Medidos em 06/03/2013	38
Quadro 1. 10 - Parâmetros do Escoamento no Sistema Joanes I - Bolandeira	39
Quadro 1. 11 - Demandas de Setores e Zonas de Abastecimento Atendidas pela Adutora Principal (ETA - R7)	48
Quadro 1. 12 - Comparação Demandas a Serem Atendidas e Vazões Aduzadas pelo Sistema	50
Quadro 1. 13 - Vazões e Velocidades de Escoamento por Trechos na Adutora Principal (ETA-R7).....	51
Quadro 1. 14 - Vazões e Velocidades de Escoamento nas Derivações da Adutora Principal (ETA - R7)	52
Quadro 1. 15 - Demandas dos Setores e Zonas Atendidos pela Subadutora R7-R15.....	56
Quadro 1. 16 - Comparação entre vazões aduzidas pelo sistema e demandas máximas diárias nos reservatórios	58
Quadro 1. 17 - Diagnóstico da Subadutora R7 - R15 – Resultados por Trechos.....	59
Quadro 1. 18 - Vazões na entrada da ETA Principal no período Junho/2012 - Julho/2014	64
Quadro 1. 19 - Dosagens médias nas ETA's de Bolandeira	74
Quadro 1. 20 - Parâmetros de avaliação da qualidade da água tratada e limites preconizados pela Portaria 2914/11	79
Quadro 1. 21 - Limites recomendados para a concentração do íon fluoreto em função da temperatura local.....	82
Quadro 1. 22 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Principal em 2013	85
Quadro 1. 23 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Suburbana em 2013	88
Quadro 1. 24 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Theodoro Sampaio em 2013	91
Quadro 1. 25 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Vieira de Mello em 2013	100

APRESENTAÇÃO

Em 17 de fevereiro de 2014 a Secretaria de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (SEDUR) celebrou com a GEOHIDRO o contrato de número 001/2014, referente à prestação de serviços de consultoria para a elaboração do Plano de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador, Santo Amaro e Saubara.

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 no Termo 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 Existentes – Adutoras, Estações Elevatórias e Estações de Tratamento de Água (ETA's) de Salvador, Simões Filho, Lauro de Freitas, Candeias, Madre de Deus e São Francisco do Conde*, refere-se ao produto parcial que constitui o Capítulo 1 do Tomo II, Volume 3.

1.1. ELEVATÓRIAS E ADUTORAS DE ÁGUA BRUTA

1.1.1. Sistema Adutor Pedra do Cavalo

O Sistema Adutor Pedra do Cavalo é composto das seguintes unidades, entre a captação e a ETA Principal:

- Captação e Estação Elevatória;
- Adutora por Recalque;
- Chaminé de equilíbrio;
- Canal;
- Adutora por Gravidade.

O croqui do Sistema Adutor Pedra do Cavalo pode ser observado na **Figura 1. 1** abaixo.



Figura 1.1 – Croqui do Sistema Adutor Pedro do Cavallo

O sistema compreende três etapas, das quais foi implantada a primeira com capacidade de 7 m³/s. A chaminé de equilíbrio e o canal foram construídos com a capacidade final prevista no projeto, de 21 m³/s.

A estação elevatória, situada na margem esquerda da represa de Pedra do Cavalo, é do tipo poço seco com espaço interno disponível para abrigar 10 conjuntos motobombas de 5.000 HP, dos quais encontram-se instaladas 4 unidades na 1ª etapa.

O nível d'água no reservatório Pedra do Cavalo varia entre o mínimo operacional de 105,00 m e o máximo maximorum de 124,00 m.

O Operador Nacional do Sistema (ONS), entidade responsável pela coordenação e controle da operação das instalações de geração e transmissão de energia elétrica no Sistema Interligado Nacional (SIN), estabeleceu as seguintes restrições operativas para os níveis máximos e mínimos no reservatório de Pedra do Cavalo, e as vazões máximas e mínimas defluentes, considerando as diversas funções da barragem, destacando-se o abastecimento de água, controle de cheias, e aproveitamento hidrelétrico:

- Restrição 1 – nível máximo de montante de 119,00 m durante o mês de novembro.
- Restrição 2 – nível máximo de montante de 114,50 m entre os meses de dezembro e março, limitando a vazão defluente em 1.500 m³/s, para que não ocorra inundação das cidades localizadas a jusante da barragem.
- Restrição 3 – nível máximo de montante de 119,50 m durante o mês de abril.
- Restrição 4 – paralisação da geração de energia para cotas inferiores a 113,00 m no período de janeiro a março de modo a assegurar o abastecimento de água às populações de Salvador, Feira de Santana e cidade circunvizinhas.
- Restrição 5 – vazão defluente mínima de 10 m³/s, com o objetivo de evitar danos ao meio ambiente.
- Restrição 6 – vazão defluente máxima de 1.500 m³/s de modo a evitar inundações de cidades situadas a jusante.

Além dessas restrições, a Nota Técnica nº 007-12-COSEB-DIRAG, emitida pelo INEMA em 29/12/2012, informa que em 12/04/2012 a EMBASA encaminhou para o INEMA a Nota Técnica nº002/12-AP informando que a cota de 113 m foi definida pela extinta SRH e apresentada na correspondência CE-042/05-DE, reiterando que a cota 106 m é o nível de água mínimo operacional do reservatório de Pedra do Cavalo e informando que a operação do reservatório deverá ser conduzida para nunca atingir a cota de 110,0 m (cento e dez metros).

Os ramais de descarga das bombas se entroncam em três barriletes situados em um piso na cota 121,40 m, sendo um barrilete para cada etapa, os quais são conectados às adutoras de recalque que recalcam a água para a chaminé de equilíbrio.

Os conjuntos motobombas têm as seguintes características (**Quadro 1. 1**):

Quadro 1. 1- Características das Bombas da Captação de Pedra do Cavalo

DISCRIMINAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Bomba:	
Marca	EBARA (3 bombas + 1 reserva)
Modelo	900 x 600 V.D.M.
Vazão	9.100 m ³ /h
Pressão	121,5 m
Motor:	
Fabricante	BBC (AAB)
Modelo	GWV 900 ab B
Potência	3730 kW
Tensão	13.200 Volts
Rotação (rpm)	887
Proteção	54
Fator de potência	0,9

Fonte: EMBASA, 2014.

Para a condição de N.A. médio na sucção, as bombas têm condições de recalcar, com uma única adutora, as seguintes vazões (**Quadro 1. 2**):

Quadro 1. 2 - Vazões Recalcadas pela Estação de Pedra Do Cavalo

NÚMERO DE BOMBAS	VAZÃO (m ³ /s)	
	TOTAL	POR BOMBA
1	2,83	2,83
2	5,20	2,60
3	7,20	2,40
4	8,90	2,22

Fonte: EMBASA, 2014.

O suprimento de energia para a Estação Elevatória é efetuado através de uma Subestação Abaixadora, a qual opera com tensões de 230 kV/13,8 kV e com potência máxima de 70 MVA.

A interligação entre a Estação Elevatória e a chaminé de equilíbrio é feita por Adutora em aço carbono com diâmetros em série de 1.800 mm (38 m) e 2.300 mm (392 m) perfazendo uma extensão total de 440 m, vencendo um desnível de 70 m.

A chaminé de equilíbrio tem forma cilíndrica, com 12,50 m de diâmetro e 24 m de altura, apoiado sobre uma estrutura de 16,00 m de altura, que dá abrigo a um barrilete de manobra com tubulação de 2.300 mm. A chaminé de equilíbrio opera com níveis entre as cotas 224,0 m e 235,0 m.

A adução entre a chaminé de equilíbrio e o canal a céu aberto também é feita através de tubulação de aço com 2.300 mm de diâmetro e 12.812 m de extensão, funcionando sob pressão, sendo 12.012 m em tubulação enterrada e 800 m em trechos aéreos, descarregando neste canal na cota 213,40 m.

Considerando uma rugosidade $k=0,15$ mm para os tubos de aço, a vazão máxima transportada pela adutora de DN = 2.300, para vencer o desnível de 21,60 m entre as cotas 235,00 m e 213,40 m, é da ordem de 10,58 m³/s. Admitindo o nível médio de 229,50 m na chaminé de equilíbrio a vazão seria de 9,13 m³/s.



Figura 1. 2– Unidades do Sistema Adutor de Água Bruta Pedra do Cavalo

O canal a céu aberto, dimensionado para a vazão final de 21 m³/s, tem 12.520 m de extensão e seção trapezoidal variável, sendo constituído por seis sub-trechos interligados por sifões. As paredes do canal são impermeabilizadas com mantas de Bidim e PVC e revestida com colchões de gabião. O controle de vazão do canal é feito por dois medidores Parshall. Após o canal, segue a adutora em conduto forçado por gravidade em direção à Estação de Tratamento Principal, através de 41.350 m de tubulação de aço carbono com diâmetro de 2.000 mm, sendo 32.758 m em tubulação enterrada e 8.592 m em trecho aéreo, funcionando por gravidade entre as cotas operacionais de 185,70 m e 122,60 m (entrada na ETA).

A elevatória atualmente não funciona durante o período de pico de demanda de energia, entre 18 e 21 horas, a fim de reduzir o acréscimo de custo das tarifas de energia elétrica cobradas pela COELBA neste período. Durante esse intervalo o canal funciona como reservatório de compensação, o que se torna possível devido ao aumento de suas dimensões no trecho final que antecede o início da adutora por gravidade, possibilitando um armazenamento de 97.000 m³, que garante o funcionamento da adutora por gravidade durante 3,85 horas durante o intervalo de parada das bombas.

Até o último trimestre do ano de 2005 a operação da EEAB Pedra do Cavalo se dava com 3 CMB no período fora de ponta (21 às 18h) e 1 CMB no período de ponta (18 às 21h). Durante os meses de maior demanda na cidade do Salvador (dezembro e fevereiro), foi necessário, durante alguns dias, a entrada do 2º CMB no período de ponta.

Visando reduzir os custos de energia foram desenvolvidos estudos simulando diversas alternativas de operação das bombas. A melhor solução passou a ser a operação de 4 (quatro) CMB em operação durante todo o período fora de ponta, desligando-se todo o sistema durante o período de ponta.

Essa forma de operação, ao utilizar a bomba reserva para a operação, deixa o sistema em condição vulnerável, dificultando os trabalhos de manutenção preventiva e preditiva no sistema. Desta forma, qualquer problema que venha a ocorrer em algum conjunto, requer a entrada de um CMB no período de ponta, aumentando os gastos com energia elétrica.

Dessa forma, tornou-se indispensável a aquisição do 5º CMB, juntamente com o fornecimento e montagem do barrilete de sucção e recalque e interligação deste no barrilete (existente) da Estação Elevatória de Água Bruta de Pedra do Cavalo.

Cabe mencionar que, em decorrência de estudos de otimização, o quinto CMB previsto foi substituído pela aquisição de dois CMB de eixo horizontal modelo 16 LN 35, da marca FLOWSERVE, com rotação de 1.175 rpm, acionados por motores de 2.100 HP de eixo vertical. Quando operando em paralelo, os dois conjuntos apresentam condição operacional semelhante a um CMB com P = 5.000 HP.

A substituição da bomba EBARA por duas bombas FLOWSERVE de eixo horizontal tornou o sistema de recalque mais confiável, ao introduzir bombas de reserva, além de assegurar maior flexibilidade operacional, com maior gradação de vazões aduzidas.

A **Figura 1. 3**, **Figura 1. 4** e o **Quadro 1. 3**, a seguir apresentam os parâmetros de funcionamento das bombas para diversas condições operacionais.

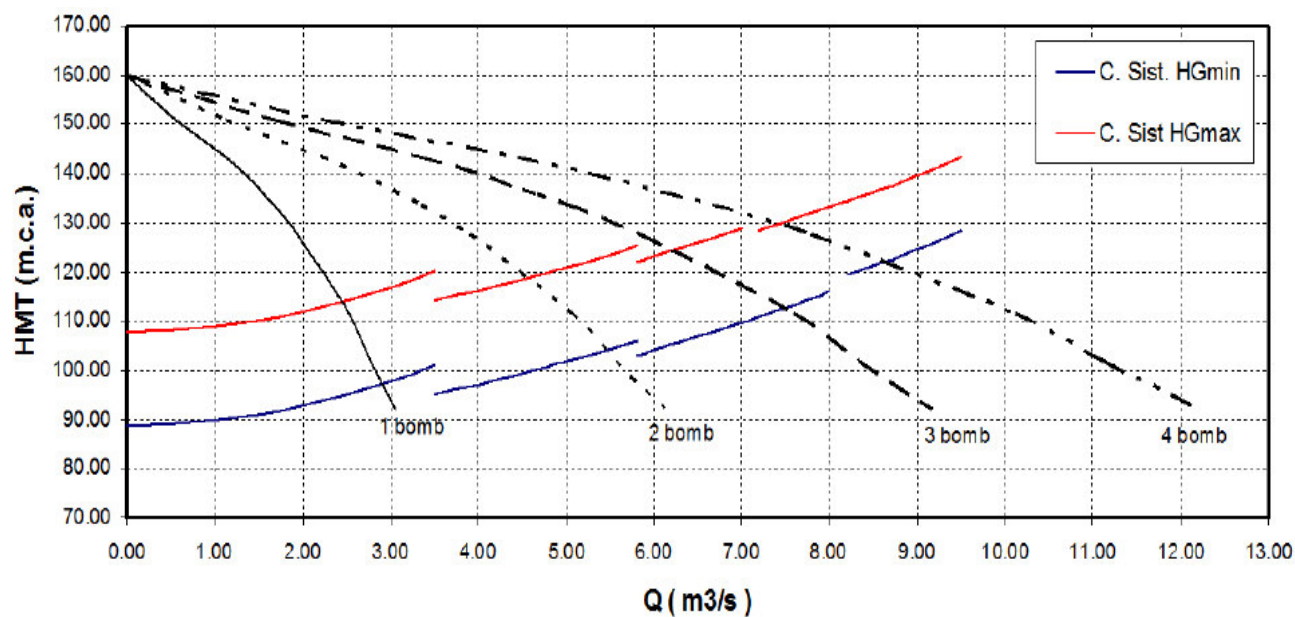


Figura 1.3 – Condições Operacionais das Bombas EBARA na elevatória de Pedra do Cavalo

Fonte: EMBASA, 2014.

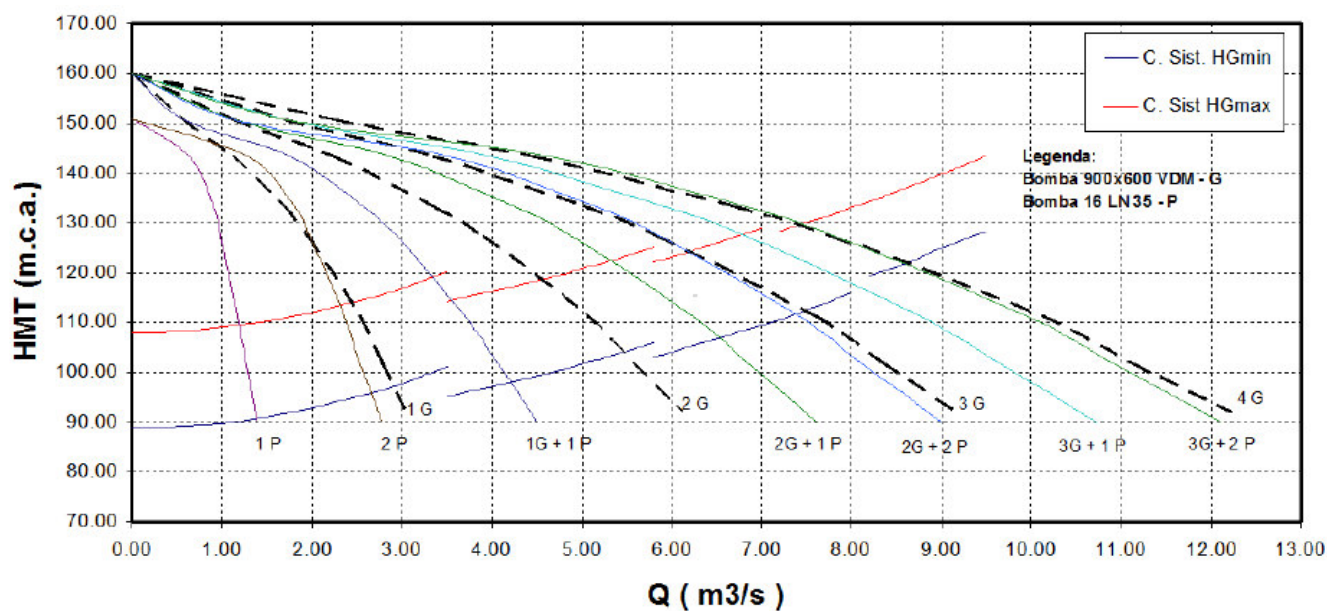


Figura 1.4 – Associação de duas bombas 16LN35, equipadas com rotor de 32", funcionando isoladamente, ou em paralelo com as bombas Ebara

Fonte: EMBASA, 2014.

Quadro 1. 3 - Condições Operacionais das Bombas de Eixo Horizontal Associadas às Bombas EBARA

NÚMERO DE BOMBAS	HG (m)	Q TOTAL (m³/s)	HMT (m.c.a.)	P TOTAL (kW)	BOMBAS EBARA 900x600 VDM					BOMBAS FLOWSERVE 16 LN 35				
					Q (m³/s)	RENDIMENTO (%)	POT. (kW)	NPSH r (m.c.a.)	NPSH d (m.c.a.)	Q (m³/s)	RENDIMENTO (%)	POT. (kW)	NPSH r (m.c.a.)	NPSH d (m.c.a.)
1G	máx.	2,40	113,0	2.960,6	2,40	91,0	2.920,6	7,0	12,6	-	-	-	-	-
	min.	2,90	97,0	3.080,2	2,90	89,5	3.080,2	9,5	31,7	-	-	-	-	-
2G+1P	máx.	5,30	123,0	7.199,1	2,13	89,0	2.884,8	6,0	12,7	1,04	87,7	1.429,4	7,0	8,8
	min.	6,60	106,5	7.680,5	2,70	90,5	3.113,8	8,0	31,7	1,20	86,2	1.452,9	7,6	27,9
2G+2P	máx.	6,20	124,5	8.537,8	2,08	89,0	2.851,5	5,8	12,7	1,02	87,8	1.417,4	7,0	8,8
	min.	7,38	112,0	9.082,7	2,45	91,0	2.955,1	7,2	31,8	1,24	85,8	1.586,3	7,8	27,9
3G	máx.	6,38	123,5	8.669,3	2,13	89,0	2.889,8	6,0	12,7	-	-	-	-	-
	min.	7,46	112,3	8.997,8	2,48	91,0	2.999,3	7,2	31,8	-	-	-	-	-
3G+1P	máx.	6,80	127,8	9.730,0	1,94	87,5	2.776,8	5,0	12,7	0,98	87,7	1.399,5	6,0	8,8
	min.	8,15	117,0	10.371,7	2,33	90,5	2.952,0	6,7	31,8	1,15	87,0	1.515,6	8,1	27,9
4G	máx.	7,45	130,0	11.021,6	1,86	86,0	2.755,4	5,0	12,7	-	-	-	-	-
	min.	8,62	122,5	11.471,4	2,15	90,0	2.867,9	6,2	27,7	-	-	-	-	-
3G+2P	máx.	7,46	130,0	11.016,6	1,87	86,0	2.770,2	5,0	12,7	0,93	87,1	1.353,0	5,8	8,8
	min.	8,62	122,5	11.550,0	2,15	90,0	2.867,9	6,2	27,7	1,08	87,6	1.473,2	7,2	28,0

Fonte: EMBASA, 2014.

A vazão média de bombeamento com quatro bombas EBARA será determinada por:

Vazão máxima de recalque = 8,62 m³/s

Vazão mínima de recalque = 7,45 m³/s

Vazão média de recalque = 8,03 m³/s

Vazão média efetiva na adutora em conduto forçado por gravidade = $\frac{8,03 \times 21}{24} \cong 7,03 \text{ m}^3/\text{s}$

1.1.2. Sistema Adutor Joanes II – ETA Principal

1.1.2.1. Introdução

A concepção inicial da adução para a ETA Principal admitia, em etapa final, a instalação de 8 conjuntos motobomba (sendo um de reserva) e duas adutoras em paralelo, correspondendo à uma vazão de 8,80 m³/s. Estabelecia também que a etapa final seria obtida, na sequência de três etapas parciais, com valores de 2,30 m³/s, 5,30 m³/s (acréscimo de 3,0 m³/s) e 8,80 m³/s (acréscimo de 3,50 m³/s).

Inicialmente foi implantada uma adutora de DN 1.200, na extensão de 5.400 m em ferro fundido, que apresentava as seguintes peculiaridades:

- Parte da tubulação (da ordem de 2.000 m) foi aproveitada de antiga adutora, desativada, de Joanes II para o CIA/Norte (que antecedeu o atendimento atual pela adutora de Pedra do Cavalo);
- A adutora não aduzia água diretamente para a ETA Principal, mas foi entroncada na adutora de água bruta de Pedra do Cavalo, cerca de 1.200 m antes da chegada na ETA.

Esta última peculiaridade determinou no trecho considerado um regime hidráulico indefinido, proveniente da combinação de regime por gravidade com regime por bombeamento.

A adutora DN 1.200 comportava chaminé de equilíbrio, que foi desativada por problema estrutural, sendo posteriormente recuperada. Com esta adutora foi cumprida a etapa de 2,30 m³/s.

Tendo em vista a ampliação do sistema adutor Joanes II – ETA Principal, em 2007 a EMBASA contratou a empresa GEOHIDRO para elaboração do Projeto Básico de Ampliação do Sistema Adutor de Água Bruta Joanes II / ETA Principal.

Essencialmente, foi concebida nesse projeto uma segunda adutora, em aço, com DN 1.900 e extensão de 5.850 m, com revisão das etapas de adução para a ETA Principal, que passaram a ter as seguintes características:

- A primeira etapa atenderia a vazão de 4,40 m³/s, somente utilizando a adutora de DN 1.900; e
- A última etapa prevê o funcionamento em paralelo da nova adutora (DN 1.900) e da antiga adutora (DN 1.200) que deverá ser reativada, aduzindo em conjunto 8,80 m³/s, sendo 2,55 m³/s pela adutora de DN 1.200 e 6,25 m³/s pela adutora de DN 1.900.

A utilização dos conjuntos motobomba na estação elevatória será progressiva, em conformidade com as etapas estabelecidas, podendo inclusive ocorrer diversificação na utilização dos referidos conjuntos, em razão do escalonamento de adução efetivamente requerido.

A primeira etapa desse projeto foi implantada e encontra-se em operação desde dezembro de 2013, com capacidade para veicular 4.400 L/s. Nessa etapa, somente está sendo usada a adutora de 1900 mm de diâmetro, cujo traçado segue, na maior parte do seu percurso, em paralelo à dutovia da Braskem.

A antiga adutora que compreende cerca de 5.400 metros de tubulações com DN 1.200, interligando a EEAB Joanes II à Adutora de Pedra do Cavalo, não atenderá a primeira etapa do sistema, permanecendo desativada. Na segunda etapa, essa adutora será aproveitada integralmente, sendo prolongada com 1.200 m de tubulação em aço carbono de DN 1.500, entre o ponto de entroncamento com a adutora de Pedra do Cavalo e a ETA Principal. A interligação da antiga adutora com a adutora de Pedra do Cavalo será desativada. Na segunda etapa, a vazão total do sistema será elevada para 8,80 m³/s, correspondente à vazão retirada da represa Joanes II, com o devido reforço da transposição da barragem de Santa Helena.

1.1.2.2. Estação Elevatória de Água Bruta

A estação elevatória de água bruta está localizada na margem direita do lago formado pela barragem Joanes II, bombeando água para a Estação de Tratamento de Água Principal (ETA Principal). A elevatória consiste

de uma plataforma de concreto construída na margem do lago, sobre a qual estão montados os conjuntos motobombas de eixo vertical, expostos ao tempo. A plataforma tem espaço para abrigar até oito conjuntos de mesma capacidade. Na configuração atual, a estação elevatória de água bruta dispõe de 4 conjuntos motobombas com as seguintes características (**Quadro 1. 4**):

Quadro 1. 4 - Dados das Bombas de Captação na Represa Joanes II

DISCRIMINAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Bomba:	
Fabricante	Worthington – Dresser
Tipo	Vertical com dupla sucção
Modelo	24 QL 21
Rotação	1.185 rpm
Diâmetro do rotor	748 mm
Diâmetro flange descarga	600 mm
Número de conjuntos	4
Vazão	Indicada no Quadro 1.5 , conforme número de conjuntos em operação
Motor:	
Fabricante	WEG
Tipo	Assíncrono
Potência nominal	2250 CV
Número de polos	6
Tensão	4.000 V

Fonte: EMBASA, 2014.



Figura 1. 5 - Vista da captação/elevatória do sistema adutor Joanes II – ETA Principal

A adutora existente mais antiga, de DN 1.200, é constituída, em sua maior parte, de tubos de ferro dúctil, existindo um pequeno trecho em tubos de aço. A cerca de 780 m da elevatória a adutora está conectada a uma chaminé de equilíbrio com 5 m de diâmetro e 53 m de altura, executada em concreto armado, tendo por finalidade amortecer as oscilações de pressões decorrentes dos transientes hidráulicos. Na etapa inicial existia somente a adutora de 1.200 mm que funcionava isoladamente.

O presente projeto de ampliação da elevatória contempla duas etapas. A primeira etapa tem por objetivo aduzir uma vazão média de 4.400 L/s, aproveitando os equipamentos existentes e a instalação de mais um conjunto de recalque, totalizando quatro conjuntos instalados. A segunda etapa prevê a aquisição gradativa dos quatro conjuntos motobombas restantes, de modo a completar a capacidade da elevatória.

A primeira etapa da ampliação da adutora compreende uma linha de 1.900 mm de diâmetro, já implantada, ligando a elevatória à ETA Principal. A linha existente de 1.200 mm, devido aos problemas operacionais decorrentes do seu funcionamento simultâneo e conjugado com a adutora de Pedra do Cavalo, ficará desativada, podendo funcionar como reserva ou como adução complementar nos horários de maior demanda de água.

Na segunda etapa esta linha será complementada com 1.200 m de tubos de 1.500 mm de diâmetro, no trecho entre o entroncamento da adutora de Pedra do Cavalo e a ETA, de forma a ter seu funcionamento independente e reforçar a vazão fornecida pela linha de 1.900 mm já construída. Nesse trecho de 1.200 m funcionarão duas linhas: a de 1.900 mm e a de 1.500 mm, esta última interligada à adutora antiga de 1.200 mm.

Na primeira etapa verificou-se que três bombas em paralelo fornecem uma vazão um pouco inferior à vazão de referência de 4.400 L/s, com válvulas de descarga totalmente abertas. Nesta condição, os motores funcionarão com potência acima da potência nominal de 2.250 CV, não ultrapassando, no entanto, 5% acima da potência nominal. Para não ocorrer sobreaquecimento do motor, o projeto recomendou a troca dos motores de 2.250 CV por outros com potência de 2.500 CV. Na hipótese dos motores existentes não serem trocados de imediato, o projeto recomendou que as bombas operem com válvulas de descarga parcialmente abertas, de modo a limitar a potência consumida a no máximo 5% acima da potência nominal.

O funcionamento de 4 bombas em paralelo fornecerá uma vazão entre 5.251 e 5.504 L/s, suficiente para cobrir as necessidades do fim da 1ª Etapa (4.400 L/s).

Os cruzamentos das curvas do sistema com as curvas das bombas nas diversas condições de funcionamento na primeira etapa indicaram os seguintes pontos de trabalho (**Quadro 1. 5**):

Quadro 1. 5 - Condições de Operação das Bombas do Recalque Joanes II – ETA Principal

Nº DE BOMBAS EM PARALELO	CONDIÇÃO	VAZÃO TOTAL (L/s)	VAZÃO UNITÁRIA (L/s)	AMT (m)	RENDIMENTO		POTÊNCIA REQUERIDA (CV)
					BOMBA %	MOTOR %	
1	Hg máx.	1.425	1.425	98,74	85	95	2.323
	Hg mín.	1.503	1.503	93,18	83	95	2.368
2	Hg máx.	2.805	1.402	100,31	84	95	2.351
	Hg mín.	2.944	1.472	95,39	83,5	95	2.360
3	Hg máx.	4.092	1.364	102,94	85	95	2.318
	Hg mín.	4.304	1.435	98,06	84	95	2.351
4	Hg máx.	5.251	1.313	106,35	85,2	95	2.300
	Hg mín.	5.504	1.376	102,12	85	95	2.320
5	Hg máx.	6.281	1.256	109,99	85,2	95	2.276
	Hg mín.	6.578	1.316	106,17	85	95	2.306

Quadro 1. 5 - Condições de Operação das Bombas do Recalque Joanes II – ETA Principal (continuação)

Nº DE BOMBAS EM PARALELO	CONDIÇÃO	VAZÃO TOTAL (L/s)	VAZÃO UNITÁRIA (L/s)	AMT (m)	RENDIMENTO		POTÊNCIA REQUERIDA (CV)
					BOMBA %	MOTOR %	
6	Hg máx.	7.178	1.196	113,7	83,8	95	2.278
	Hg min.	7.516	1.253	110,22	85,2	95	2.274
7	Hg máx.	7.952	1.136	117,29	83,5	95	2.240
	Hg min.	8.319	1.188	114,18	85	95	2.241

Conforme indicado no **Quadro 1. 5**, também foram levantadas as condições operacionais para 5, 6 e 7 bombas em paralelo, admitindo a hipótese de não se implantar a linha de reforço das adutoras existentes de DN 1.200 e DN de 1.900.

Na segunda etapa do projeto, com a implantação do reforço da adutora de 1.200 mm, sete bombas em paralelo fornecerão a vazão média de cerca de 8.659 L/s, inferior à vazão de referência de 8.800 L/s prevista para o fim da 2ª Etapa.

Para atingir a vazão de 10.000 L/s recomendada pela EMBASA para fim de plano, procurou-se aumentar o diâmetro do rotor das bombas. Verificou-se que o rotor necessário para fornecer esta vazão, com sete bombas em paralelo, resultaria em uma potência requerida em torno de 2.800 CV, acima da potência nominal de 2.500 CV, prevista para os motores na primeira etapa.

Verificou-se também que, com sete ou oito bombas em paralelo e rotores maiores que os existentes, haveria transbordamento de água pelo topo da chaminé, não se recomendando, portanto, a troca de rotores das bombas para atingir a vazão de 10.000 L/s.

Para atingir a vazão de 10.000 L/s no recalque Joanes II - ETA Principal, será necessária uma nova estação elevatória e o reforço das linhas existentes de 1.200 mm e 1.900 mm de diâmetro, mediante a implantação de uma terceira linha em paralelo com vazão de 3.800 L/s, e diâmetro previsto de 1.500 mm.

Sendo assim, ao todo funcionarão na segunda etapa sete bombas em paralelo e mais uma como reserva. No **Quadro 1. 6** apresentado a seguir mostra-se as diversas condições de funcionamento na segunda etapa:

Quadro 1. 6 - Funcionamento das Bombas do Recalque Joanes II – ETA Principal na 2ª Etapa

Nº DE BOMBAS EM PARALELO	CONDIÇÃO	VAZÃO TOTAL (L/s)	VAZÃO UNITÁRIA (L/s)	AMT (m)	RENDIMENTO		POTÊNCIA REQUERIDA (CV)
					BOMBA %	MOTOR %	
4	Hg máx.	5.382	1.346	104,18	85,2	95	2.309
	Hg min.	5.637	1.409	99,84	85	95	2.323
5	Hg máx.	6.507	1.301	107,09	85,2	95	2.296
	Hg min.	6.822	1.364	102,91	85	95	2.319
6	Hg máx.	7.515	1.253	110,22	83,8	95	2.312
	Hg min.	7.865	1.311	106,47	85,2	95	2.299
7	Hg máx.	8.409	1.201	113,4	83,5	95	2.290
	Hg min.	8.800	1.257	109,93	85	95	2.282
8	Hg máx.	9.230	1.154	116,25	83,5	95	2.254
	Hg min.	9.659	1.207	113,03	85	95	2.253

1.1.2.3. Adutora de Água Bruta Joanes II / ETA Principal

A concepção do novo sistema de adução de água bruta do Joanes II - ETA principal compreende duas adutoras distintas, sendo uma delas constituída de uma tubulação aproveitada do sistema antigo e a outra de uma tubulação projetada, recentemente implantada.

A adutora de água bruta antiga, que compreende cerca de 5.400 m de tubulações com DN 1.200, interliga a EEAB Joanes II à Adutora de Pedra do Cavalo. A interligação entre essas duas adutoras ocorre nas proximidades da travessia em tubo ARMCO, sob a via Canal de Tráfego. A adutora antiga possui um trecho com material em ferro dúctil e outro em aço carbono.

Na primeira etapa do sistema essa adutora ficará fora de serviço, pois toda a vazão bombeada pela EEAB Joanes II será conduzida pela adutora recentemente implantada, que está descrita mais adiante. Para permitir que a antiga adutora de DN 1.200 permaneça sempre pressurizada, deve-se fechar o registro instalado na saída da EEAB Joanes II e abrir o registro existente na caixa de interligação com a adutora de Pedra do Cavalo.

Na segunda etapa, a adutora existente será aproveitada integralmente, sendo prolongada com 1.200 m de tubulação em aço carbono de DN 1.500, entre o ponto de entroncamento com a adutora de Pedra do Cavalo e a ETA Principal. Neste caso, a interligação com a adutora de Pedra do Cavalo deverá permanecer fechada ou removida.

A adutora projetada, já implantada e em operação, funciona por recalque, compreendendo uma tubulação em aço carbono de DN 1.900, com 5.855 metros de extensão. O caminhamento dessa adutora de DN 1.900 compreende quatro trechos distintos:

- Trecho 1: entre a EEAB Joanes II e a via Canal de Tráfego, com caminhamento em paralelo à primeira adutora (DN 1.200), tendo extensão de 2.440 m (EST 0 à EST 122);
- Trecho 2: seguindo em área virgem, com extensão de 1.040 m (EST 122 à EST 174), entre a via Canal de Tráfego e dutovia da Braskem;
- Trecho 3: com extensão de 1.220 m (EST 174 à EST 235), margeando a dutovia da Braskem; e
- Trecho 4: entre a dutovia da Braskem e a ETA Principal, com extensão de 1.155 m (EST 235 à EST 292 + 15,00), com traçado em área virgem.

A **Figura 1. 6** mostra, de forma esquemática, as adutoras do recalque Joanes II – ETA Principal.

Sistema Adução do Joanes II - ETA principal

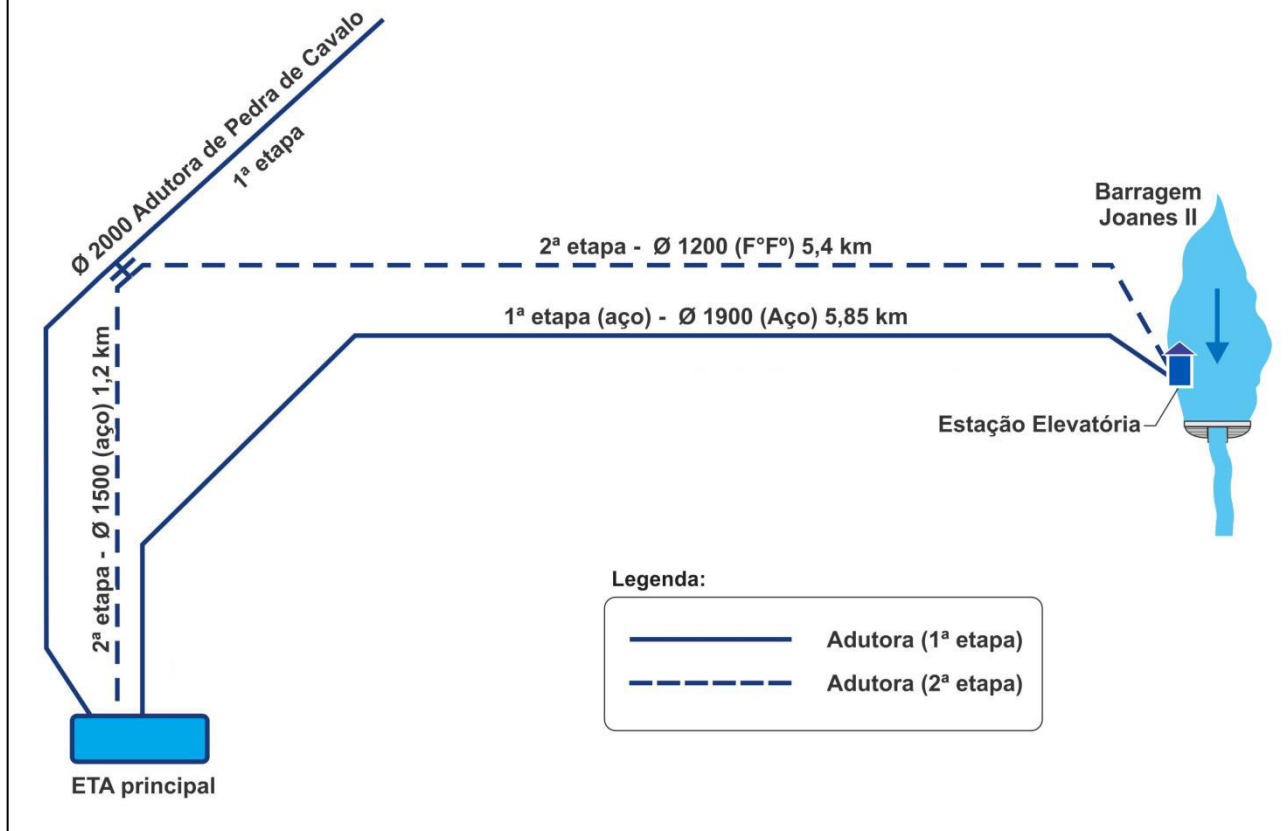


Figura 1. 6 - Esquema das adutoras Joanes II – ETA Principal

Fonte: EMBASA, 2014.

1.1.3. Sistema Adutor Santa Helena – Joanes II

1.1.3.1. Estudos Anteriores e Possibilidades de Aproveitamento da Represa Santa Helena

A exploração do rio Jacuípe para abastecimento de água de Salvador foi proposta inicialmente no Plano Diretor de Abastecimento de Água e Controle de Poluição da Grande Salvador, concluído em Abril de 1974 pelo consórcio Hidroservice - Coplasa. Neste documento foi definido o melhor sítio para construção da represa, em local próximo à cerâmica Santa Helena.

Tal represamento, com possibilidade de regularização variável com a depleção, foi estabelecido com cota do N.A. máximo de 20,00 m e cota do N.A. mínimo de 17,00 m, resultando em uma vazão regularizada avaliada na época em 6,00 m³/s. A fim de garantir uma descarga mínima a jusante, destinou-se 1,54 m³/s para esta finalidade, restando 4,46 m³/s como descarga garantida aproveitável.

O projeto executivo da barragem, da captação e da adução para a bacia do Joanes II seguiu as premissas estabelecidas no Plano Diretor de 1974. Um estudo hidrológico mais detalhado feito neste projeto permitiu elevar a vazão regularizada para 6,75 m³/s.

Após o rompimento da barragem de Santa Helena a Geohidro foi contratada para realizar os Estudos de Definição do Reaproveitamento do Potencial Hídrico do Rio Jacuípe, em que foram analisadas várias alternativas de novos sítios barráveis em comparação com a recuperação da barragem rompida, tendo-se demonstrado que a melhor solução seria a reconstrução desta barragem, introduzindo alterações nas fundações e nas dimensões do vertedouro, considerando a possibilidade de aproveitamento de 10 m³/s, entre as cotas de N.A. mínima de 10,00 m e a máxima de 20,0 m.

Neste estudo foram determinadas as seguintes possibilidades de retiradas, correlacionadas com os níveis de garantia de 100%, 98% e 95%.

Quadro 1. 7- Vazões Regularizadas na Barragem de Santa Helena

COTA MÍNIMA (m)	VAZÕES REGULARIZADAS EM m³/s		
	COM GARANTIA DE 100%	COM GARANTIA DE 98%	COM GARANTIA DE 95%
10	8,81	10,59	11,42
17	6,56	7,47	8,6

Fonte: Estudos de Definição do Reaproveitamento do Potencial Hídrico do Rio Jacuípe (Geohidro, 1996).

O referido estudo analisou várias alternativas de captação, recomendando a implantação de nova captação/elevatória, situada próxima à barragem, sendo a atual captação desativada. Da elevatória, com capacidade para recalcar 10 m³/s, partiria uma adutora de 2.200 mm de diâmetro e extensão de 9.300 m, passando por uma chaminé de equilíbrio, em cota mais baixa que os *standpipes* existentes, daí se estendendo, com tubos de 1.900 mm de diâmetro e 9.020 m de extensão até o lançamento da água na represa Joanes II, com aproveitamento das adutoras existentes.

O Plano Diretor de Abastecimento de Água da RMS, de 1998, optou pelo aproveitamento da captação / elevatória existente, considerando que as vazões necessárias no horizonte de 20 anos seriam compatíveis com a capacidade de regularização da represa, considerando a cota do NA mínimo de 17 m no lago. O referido aproveitamento seria feito mediante aquisição gradativa de novos conjuntos motobombas, idênticos aos existentes, para acompanhar o crescimento das demandas.

Encontra-se em andamento o Projeto Básico de Ampliação da Adutora Santa Helena – Joanes II e da respectiva Estação Elevatória de Água Bruta, contratado pela EMBASA com a empresa Hita Engenharia. Esse estudo prevê o aumento de capacidade do sistema adutor para fornecer a vazão de até 10,0 m³/s.

1.1.3.2. Sistema de Reversão Existente

O sistema de reversão existente da represa de Santa Helena para a bacia de Joanes II (**Figura 1. 7**) compreende uma captação e elevatória, situada em um braço do lago formado pela represa (outroira leito do rio Jacumirim), de onde partem duas adutoras em paralelo, com um trecho em recalque e outro por gravidade, até o lançamento no reservatório do Joanes II.

Conforme ilustrado na **Figura 1. 8**, a elevatória conjugada à captação consiste de dois sistemas de recalque independentes, um dos quais seria destinado a abastecer as indústrias do Polo Petroquímico, através do reservatório do Morro do Caulim. Com a desativação deste reservatório por problemas estruturais, decidiu a EMBASA em prolongar a adutora que o alimentava até o lago do Joanes II, ficando, portanto, as duas adutoras destinadas a promover a reversão entre as duas bacias.

A elevatória existente é composta por dois módulos idênticos, cada um com capacidade de abrigar 6 conjuntos motobombas de eixo vertical. Um dos módulos encontra-se com os seis conjuntos instalados, sendo interligado a uma adutora de 1.300 mm de diâmetro e 316 m de extensão, que conduz a água por recalque até um *standpipe*. O outro módulo, apesar de não contar com conjuntos motobombas instalados, dispõe de barrilete conectado a uma adutora existente de 1.500 mm, que se encontra desativada, com traçado paralelo à outra adutora, terminando em um segundo *standpipe*, também desativado, situado ao lado do que recebe a adutora existente de 1.300 mm de diâmetro.

Logo após as chaminés partem as adutoras que conduzem a água bruta até o reservatório de Joanes II. São duas adutoras em paralelo, uma com 900 mm de diâmetro e a outra com tubulação em série, com o primeiro trecho de 900 mm, e o segundo de 1.200 mm, ambas em ferro fundido.

Além da reversão para o Joanes II, o sistema atual abastece também a Braskem a partir de uma derivação direta da adutora de 1.300 mm, logo à jusante da estação elevatória. Da adutora que abastece a Braskem será derivada uma subadutora projetada que terá a finalidade de abastecimento dos Polos Logísticos de Camaçari.

Os conjuntos motobombas instalados são iguais, com as características indicadas no **Quadro 1. 8** apresentado a seguir. A **Figura 1. 9**, apresentada na sequência, mostra os conjuntos motobombas do módulo que se encontra em operação.

Quadro 1. 8 - Dados das Bombas de Captação na Represa Santa Helena

DISCRIMINAÇÃO	CARACTERÍSTICAS
Fabricante	Worthington
Tipo	de eixo vertical prolongado com rotor de dupla sucção
Modelo	16 QL 21
Vazão	2.700 m³/h (750 L/s)
AMT	81 m.c.a.
Rotação	1.800 rpm
Diâmetro do rotor	19,5"
Acionamento	motor de eixo vertical com potência de 1.400 CV

Fonte: EMBASA, 2014.

Considerando dados operacionais mensais do período junho/2012 - julho 2014, disponibilizados pela EMBASA, o sistema de reversão vem funcionando com uma vazão média de 1,4 m³/s. Nos meses de janeiro a maio são registradas as maiores vazões de recalque, com valores de até 2,3 m³/s.

A bacia do Jacuípe, no local da captação, vem sofrendo um processo de assoreamento preocupante, devido à erosão de áreas de exploração de jazidas de areia situadas nas proximidades.

O material carregado pelas chuvas vem se depositando nas margens do lago, atingindo o local de captação, com a entrada de areia para dentro do poço de sucção. Periodicamente esta areia é retirada, usando um sistema de “*air-lift*”, nas ocasiões em que se necessita ligar as bombas.

Os *standpipes* têm fundos nivelados na cota 98,00 m, tendo o mais alto, em operação, N.A. máximo na cota 129,00 m, e o outro, desativado, N.A. máximo na cota 112,00 m.



Figura 1. 7- Vista panorâmica da captação/elevatória de Santa Helena (também conhecida como elevatória do Jacumirim)

Fonte: EMBASA, 2013.

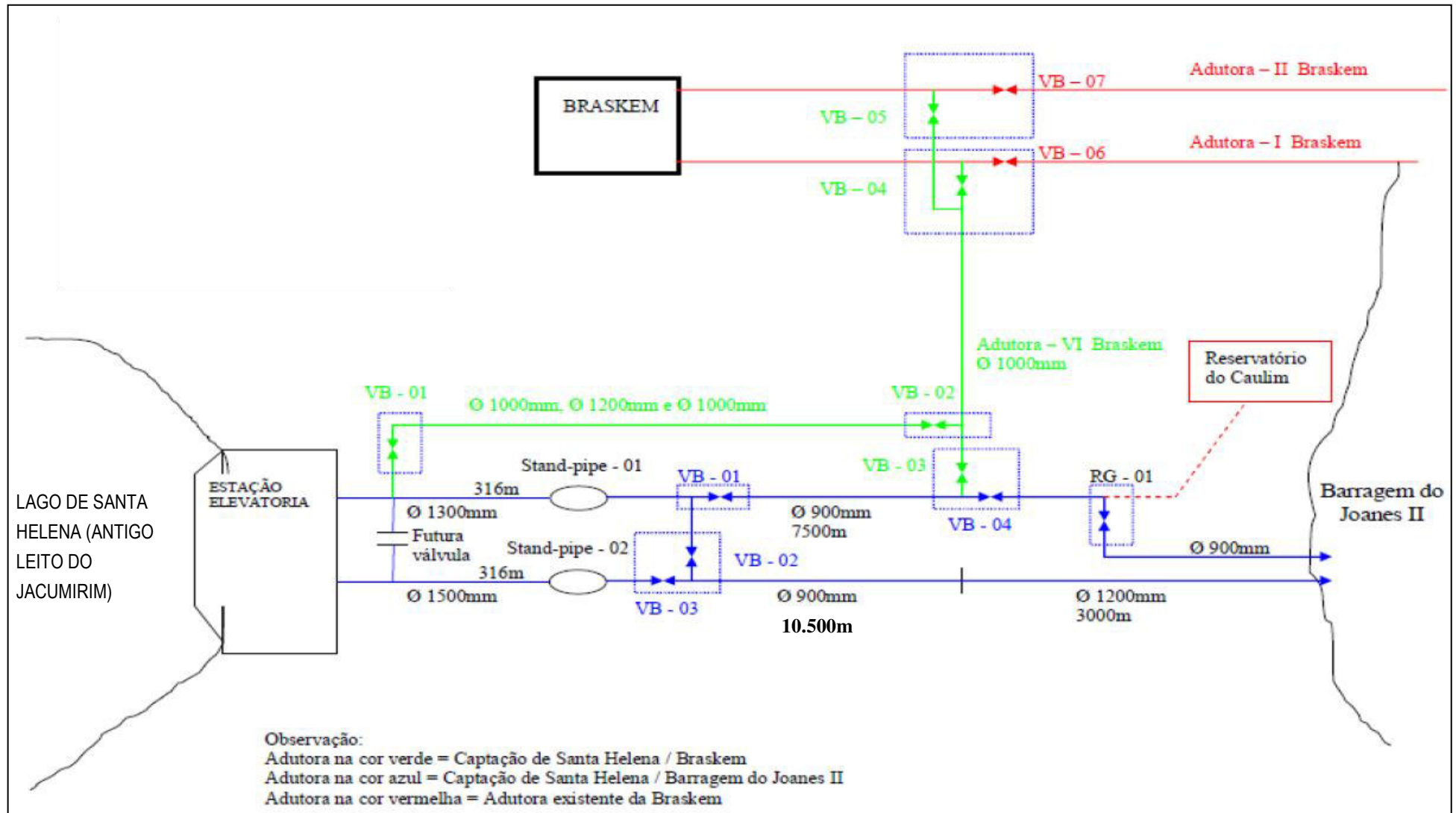


Figura 1.8 - Esquema geral dos sistemas adutores Santa Helena – Joanes II e Santa Helena – Braskem

Fonte: EMBASA, 2010.



Figura 1.9 - Vista do módulo operacional da captação/elevatória de Santa Helena (elevatória do Jacumirim)

Dos *standpipes* partem duas tubulações em paralelo que funcionam por gravidade, num percurso de 10.500 m até a represa Joanes II. Essas linhas estão interligadas no início de seus percursos. Uma delas tem diâmetro único de 900 mm enquanto a outra é composta por dois trechos em série, o primeiro com diâmetro de 900 mm e extensão de 7.500 m e o segundo com diâmetro de 1.200 mm e 3.000 m de extensão.

A chegada das linhas na represa Joanes II ocorre em estrutura específica, com N.A. na cota de 36,15 m.

1.1.3.3. Sistema de Reversão Proposto no PDAA de 1998

De acordo com o PDAA de 1998, o sistema proposto de reversão Santa Helena – Joanes II foi dimensionado para a vazão de 6,75 m³/s, admitida como a vazão máxima regularizada a partir da cota 17,00 m (N.A. mínimo) até o N.A. máximo de 20,00 m do reservatório de Santa Helena. As duas adutoras de recalque seriam aproveitadas. No trecho por gravidade seria implantada uma terceira linha paralela às existentes e composta por dois trechos em série: um primeiro com diâmetro de 1.200 mm, ao lado das tubulações existentes de 900 mm e um segundo trecho com diâmetro de 900 mm ao lado das tubulações existentes de 1.200 e 900 mm.

Caracterização do funcionamento do trecho por gravidade:

- Diâmetro equivalente das três linhas = 1.564 mm
- Velocidade nas três linhas = 2,74 m/s
- Coeficiente de perda de carga para uma rugosidade média de 0,3 mm: $F = 0,0138$
- Perda de carga na tubulação equivalente = 63,49 m

- N.A. na caixa de chegada no Joanes II = 36,15 m
- N.A. no *standpipe* = 63,49 + 36,15 = 99,64 m

Portanto, para a vazão de 6,75 m³/s, considerada no PDAA/1998, o nível de água no *standpipe* seria na cota 99,64 m, compatível com a altura da estrutura existente.

A vazão abaixo da qual o *standpipe* funcionaria como uma simples caixa de passagem será determinada por:

- Cota do eixo do tubo de saída no *standpipe* = 96,20 m
- N.A. mínimo no *standpipe* = $96,20 + \frac{1,30}{2} \cong 96,85 \text{ m}$
- N.A. de chegada no Joanes II = 36,15 m
- Carga disponível = 60,70 m

A vazão máxima correspondente ao funcionamento como caixa de passagem seria:

$$60,7 = 0,015 \times \frac{10.500,0}{1,564} \times \frac{Q^2}{\left(\frac{3,14}{4} \times 1,564^2\right)^2 \times 19,6}$$

$$Q = 6,60 \text{ m}^3/\text{s}$$

Portanto, para vazões até 6,60 m³/s o *standpipe* funcionaria como simples caixa de passagem, NA mínimo na cota 96,85 m.

1.1.3.4. Estudos para ampliação do Sistema de reversão Santa Helena – Joanes II para a Vazão de 10 m³/s

No ano de 2013 a EMBASA contratou a empresa Vazão Engenharia para apresentar os estudos hidráulicos conceituais envolvendo a ampliação de vazão do sistema de adução existente Santa Helena – Joanes II. Foi estabelecida pela EMBASA a vazão de 10 m³/s a ser alcançada na ampliação do sistema. Convém salientar, no entanto, que essa ampliação dependerá da disponibilidade do recalque proveniente da captação que está sendo projetada tomando como referência o N.A. mínimo da represa Santa Helena na cota 10 m, condição necessária, segundo os estudos hidrológicos, para a exploração da vazão de 10 m³/s do manancial.

No desenvolvimento dos estudos foram realizadas simulações de funcionamento do sistema de adução compreendendo três cenários distintos:

- Cenário 1 - Bombeamento para o *Standpipe* (Joanes II) com abastecimento da Braskem (condição de funcionamento atual);
- Cenário 2 - Bombeamento para o *Standpipe* (Joanes II) com abastecimento da Braskem e dos Polos Logísticos de Camaçari (condição de funcionamento após a implantação da subadutora para suprimento dos Polos Logísticos);
- Cenário 3 - Bombeamento para o *Standpipe* (Joanes II), com abastecimento da Braskem com vazão de 700 L/s (restrição da vazão aduzida para a Braskem através da válvula de controle).

Segundo a Embasa, este último cenário reflete uma condição de satisfação da demanda atual da Braskem. Em todos os cenários estudados considerou-se que o *standpipe* operará como caixa de passagem, com nível d'água coincidente com a cota do fundo (EL. 98,0 m), uma vez que a capacidade de escoamento das tubulações à jusante do *standpipe* supera a vazão afluyente ao *standpipe*.

Em função do perfil da tubulação verifica-se que o trecho inicial da adutora por gravidade, logo à jusante dos *standpipes*, funciona como conduto livre, até a cota energética em que as tubulações passam a operar sob pressão. Considerando o nível d'água no *Standpipe* na elevação 98,0 m (cota da base) a capacidade de escoamento das duas adutoras por gravidade é cerca de 3,6 m³/s. No cálculo das perdas de carga foram adotados coeficientes de rugosidade (fórmula de Colebrook) de 0,4 mm para as tubulações existentes e de 0,2 mm para as tubulações novas.

Na condição operacional prevista no cenário 3, a vazão máxima aduzida para o *standpipe*, com seis bombas em operação é cerca de 3,76 m³/s, praticamente a mesma vazão escoada no trecho à jusante do *standpipe*, para cota do nível de água de 98 m (cota do fundo) confirmando a condição de funcionamento do *standpipe* como caixa de passagem.

Deve-se mencionar, entretanto, que as condições de escoamento das adutoras à jusante do *standpipe* não são confiáveis, em razão da ocorrência de pressões dinâmicas negativas nos trechos altos do perfil, o que pode estar levando a uma redução da capacidade de escoamento destas tubulações.

O estudo realizado definiu a seguinte concepção básica para ampliação da capacidade de escoamento do Sistema de Reversão Santa Helena – Joanes II:

- Manutenção de três conjuntos existentes realizando o bombeamento para a Braskem e futuramente também para os Polos Logísticos, através da tubulação DN 1.300, existente. Esse sistema proposto teria capacidade para suprir uma vazão máxima de cerca de 1,5 m³/s, o que atenderia às demandas da Braskem e dos Polos Logísticos;
- Implantação de seis novos conjuntos elevatórios (inclusive novo barrilete) no módulo onde atualmente não existem conjuntos instalados. As novas bombas serão de eixo vertical prolongado, com dupla sucção, modelo 32 QL 30-A, do fabricante Flowserve, (mesma família das bombas existentes no sistema em operação), com rotação de 885 rpm, acionadas por motores de 1.700 CV. A implantação desses conjuntos poderá ser feita em duas etapas:
 - Na primeira etapa seriam instalados apenas três conjuntos de recalque, operando no máximo dois conjuntos em paralelo, resultando em uma vazão máxima do sistema de cerca de 5,2 m³/s;
 - Na segunda etapa seriam implantados os três conjuntos restantes, operando cinco em paralelo para fornecer a vazão final do sistema de 10 m³/s.
- Implantação de nova adutora, DN 2.200, saindo do módulo com novos conjuntos, com uma extensão de cerca de 700 metros, até a interligação com as adutoras existentes a jusante dos *standpipes* existentes;
- Implantação de uma chaminé de equilíbrio à jusante dos dois *standpipes* existentes, com cerca de 20 m de altura e cota de fundo de 50 m;
- Interligação da nova adutora com as duas adutoras existentes num ponto cerca de 150 metros à jusante dos *standpipes* existentes;
- Implantação de adutora DN 1.900 em paralelo com as duas adutoras existentes DN 900 até o ponto alto (cota topográfica da ordem de 57,0 m) situado cerca de 6.360 metros dos *standpipes*. Este trecho terá extensão de aproximadamente 6.210 metros;
- Implantação de Caixa de Passagem no ponto alto do perfil por onde passarão as duas adutoras existentes mais a nova adutora a ser implantada. Essa caixa de passagem terá a finalidade de evitar pressões negativas no ponto alto do perfil, com aproveitamento pleno das tubulações existentes, além de permitir a ventilação plena das tubulações a jusante, com expulsão de eventuais bolhas de ar. Passarão pela caixa de passagem as duas tubulações existentes de DN 900, em ferro fundido e a nova tubulação DN 1.900, em aço carbono;

- Implantação de tubulação DN 1.900 a jusante da caixa de passagem e em paralelo com as adutoras existentes, numa extensão de cerca de 900 metros. Ao final deste trecho a tubulação DN 1.900 deverá ser interligada com o início do trecho DN 1.200 da adutora existente, deixando uma espera para o prolongamento futuro, da nova adutora em paralelo, até o lago do Joanes II;
- Implantação, no futuro, do prolongamento da nova adutora, em paralelo com as existentes, no trecho final com cerca de 1.760 metros, com DN 1.400.

1.1.3.5. Estudos para nova captação e adução da represa de Santa Helena

O Projeto Básico de Ampliação da Adutora Santa Helena - Joanes II e da Estação Elevatória de Água Bruta está sendo desenvolvido pela HITA Engenharia e Arquitetura Ltda. Faz parte dos estudos em andamento o Relatório de Concepção e Viabilidade. Apresenta-se a seguir uma descrição do sistema proposto nesse projeto, procurando retratar a concepção adotada no mesmo. Convém salientar que a definição do local da nova captação/elevatória está na dependência da liberação do acesso por parte do proprietário de uma fazenda situada na margem da represa de Santa Helena.

O módulo ativado da estação elevatória existente no lago de Santa Helena tem condições de captação entre as cotas 17,0 m e 20,0 m dos níveis d'água no lago, o que impede o aproveitamento, através desta elevatória, do volume acumulado entre as cotas 17,0 m e 10,0 m. De acordo com o estudo hidrológico do projeto da barragem, o volume de armazenamento entre as cotas 17,00 e 20,00 m corresponde à vazão regularizada de 6,75 m³/s, com garantia de 100%. O mesmo estudo aponta que o volume armazenado entre as cotas 10,00 e 20,00 m, em local próximo à barragem, possibilitaria regularizar a vazão de 8,80 m³/s, também com garantia de 100%.

No cálculo da vazão de captação para reforço de Joanes II, tanto na condição atual (cota 17,00 m) como na ampliação prevista (cota 10,00 m), deve ser subtraída da vazão regularizada, em cada caso, a vazão reservada à Braskem e Polos Logísticos (1,4 m³/s) e a vazão de restituição ao rio, a ser definida com base nos estudos hidrológicos, observando as diretrizes da Instrução Normativa Nº 01, de 27 de fevereiro de 2007, da extinta Superintendência de Recursos Hídricos do Estado da Bahia.

A EMBASA, no entanto, fixou em 10,0 m³/s a vazão a ser adotada no dimensionamento das estruturas hidráulicas do sistema de adução para reforço de Joanes II, considerando que sempre que a disponibilidade do manancial permitir, seria transferida essa vazão para o reservatório de Joanes II. Quando a disponibilidade for menor, reduzir-se-ia a vazão aduzida.

A nova captação será feita por bombas de eixo vertical prolongado, com motores e barriletes apoiados sobre plataforma de concreto.

O estudo econômico indicou o diâmetro de 2.200 mm como o mais econômico entre Santa Helena e Jacumirim. Estima-se uma extensão de 8.170 metros para essa adutora.

A partir da nova captação foi estudada a possibilidade de recalcar a água captada diretamente na Chaminé de Equilíbrio a ser edificada à jusante da elevatória do Jacumirim.

De acordo com o projeto, durante alguns períodos do ano, a depender das condições hidrológicas, seria possível aduzir os 10 m³/s para a represa Joanes II a partir da elevatória existente do Jacumirim sem utilizar a captação junto à barragem de Santa Helena. Essa condição operacional teria a vantagem de economizar a energia que se gastaria no recalque da nova captação de Santa Helena.

A opção de aduzir a vazão captada no reservatório de Santa Helena (com NA mínimo na cota de 10,00 m) para o lago do Jacumirim, para depois recalcar desse lago (cota do N.A. entre 20,00 m e 17,00 m) para Joanes II, significaria uma perda de energia da ordem de 30 m.

Outro aspecto ponderado no projeto é que, a opção de aduzir para o Lago do Jacumirim a vazão captada na nova elevatória de Santa Helena, tornaria necessário reconstruir parcialmente a barragem do Jacumirim, na ombreira direita, e dotar o maciço de comporta(s), se pretender manter o recalque do Jacumirim para o Joanes, quando o N.A. do reservatório de Santa Helena estiver abaixo da cota 17,00 m. Convém lembrar que após a reconstrução da barragem de Santa Helena foi aberto um canal de comunicação no maciço da barragem do Jacumirim, igualando os níveis d'água nos lagos do Jacumirim e de Santa Helena.

Quando da operação do reservatório de Santa Helena com N.A. abaixo da cota 17,00 m, requerendo que o recalque para Joanes II seja feito a partir da nova elevatória de Santa Helena, o projeto considera mais vantajoso fazer a transposição para o Joanes II recalando direto para a chaminé de equilíbrio a ser edificada a jusante da Elevatória do Jacumirim, sem utilizar esta elevatória, mesmo após a ampliação nela prevista.

De acordo com o projeto da nova captação e adução da represa de Santa Helena, com N.A. de captação entre 17,00 m e 20,00 m será possível extrair do reservatório de Santa Helena uma vazão da ordem de 6,5 m³/s. Deduzindo 1,4 m³/s para a Braskem e Polos Logísticos e a vazão ecológica de 0,8 m³/s (estimada no projeto), sobraria uma vazão de 4,3 m³/s, com garantia de 100%, para transposição para Joanes II. Havendo necessidade de uma vazão superior a 4,3 m³/s para o Joanes II, teria de ser utilizada a nova elevatória de Santa Helena.

Definiu-se como melhor opção para o sistema adutor uma tubulação com diâmetro de 2.200 mm e extensão de cerca de 8.170 m ligando à nova captação no lago de Santa Helena a uma chaminé de equilíbrio a ser edificada localizada a jusante dos *standpipes* existentes.

No trecho por gravidade entre a nova chaminé e o Joanes II será necessária uma terceira linha de 1.900 mm em paralelo às duas existentes. Esse trecho terá capacidade para veicular a vazão de 10 m³/s conforme definida pela EMBASA.

A linha de recalque Santa Helena – chaminé partirá do ponto de captação até a nova chaminé, seguindo por estrada vicinal que margeia o lago da barragem. A escolha do local mais adequado para a captação será determinada pelas condições técnicas de diversos locais possíveis, aos quais ainda não se teve acesso.

A linha de recalque Jacumirim – Joanes, na concepção proposta, partiria da nova chaminé até o Joanes, acompanhando as adutoras existentes. Na travessia da cidade de Dias d'Ávila mostrou-se preferível fazer um desvio, logo após o cemitério, passando pela Rua Almirante Marques de Leão e pela Rua Santo Antonio, ao final da qual retorna para a Via de Ligação, tendo em vista a dificuldade de implantar uma quarta linha (de grande porte) na Via de Ligação.

No seu percurso a nova adutora seguirá paralela às adutoras existentes, cruzando a Via Frontal, a BA-093, a Via do Cobre, que dá acesso à Caraíba Metais e um ramal da linha férrea Centro Atlântica, antes de descarregar na represa Joanes II.

1.1.3.6. Estudo da ampliação da Elevatória do Jacumirim

Na capacidade de ampliação da elevatória do Jacumirim, a concepção da Hita difere da proposta pela Vazão Engenharia. Pelo estudo da Hita, a ampliação dessa elevatória teria capacidade para recalcar até 6 m³/s mediante instalação de novos conjuntos motobombas e barriletes no módulo desativado da elevatória. Os conjuntos motobomba existentes do primeiro módulo continuariam aproveitados, para recalcar água para a Braskem e Polos Logísticos.

Do segundo módulo da elevatória partiria uma tubulação de 1.600 mm de diâmetro e extensão de 180 m até se entroncar com a adutora de 2.200 mm de diâmetro proveniente da captação no lago de Santa Helena. Esse entroncamento estaria localizado a cerca de 250 m a montante da nova chaminé, sendo esse trecho parte integrante da adutora Santa Helena – Jacumirim. A **Figura 1. 10** mostra, de forma esquemática, a configuração do sistema de reversão Santa Helena - Joanes II para a vazão de 10 m³/s.

Essa concepção possibilitaria duas etapas de operação do recalque Sta Helena – Joanes II:

- Recalque de 6 m³/s a partir da elevatória do Jacumirim, a qual poderia funcionar em uma primeira etapa;
- Recalque de 10 m³/s a partir da nova captação no lago de Santa Helena, entrando em operação em segunda etapa.

O estudo elaborado pela Vazão Engenharia, parte do pressuposto de dotar a elevatória do Jacumirim com capacidade de recalcar 10 m³/s, conforme descrito em item anterior.

Havendo condições hidrológicas favoráveis no rio Jacuípe, com a represa de Santa Helena entre as cotas de NA de 17 a 20 m, existe a possibilidade de bombear 10 m³/s para o reservatório Joanes II, a partir da elevatória existente, sem que seja necessário utilizar a nova elevatória (captação com NA mínimo de 10 m).

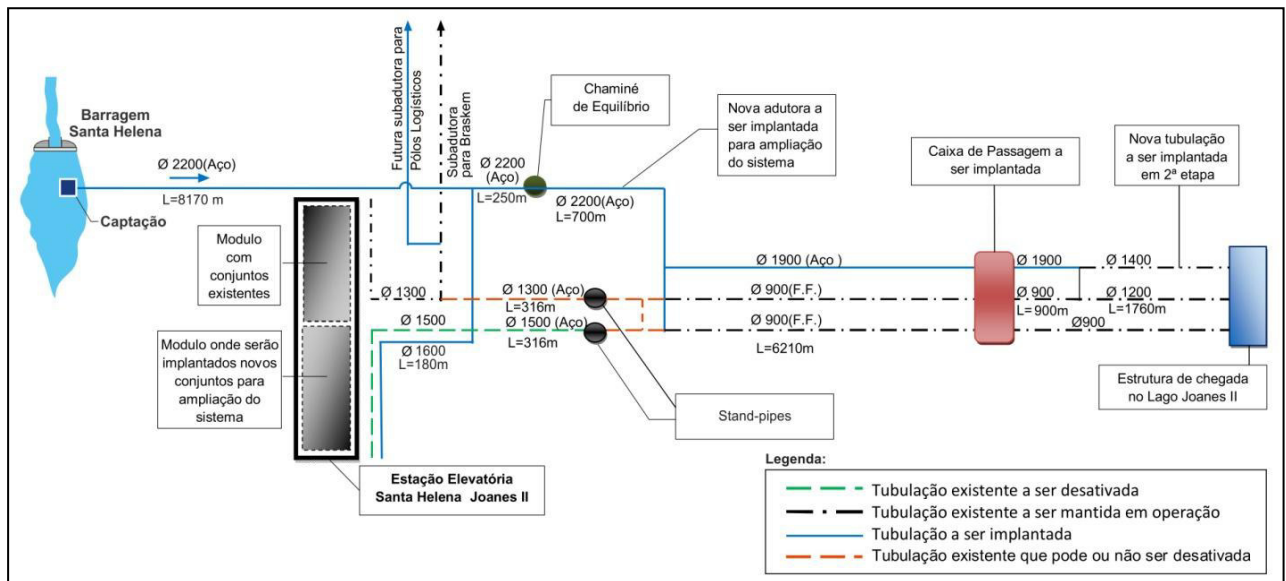


Figura 1. 10 - Configuração do Sistema de Reversão Santa Helena - Joanes II para a Vazão de 10 m³/s

Fonte: Hita Engenharia (adaptação: Geohidro)

1.1.4. Adução Joanes I – ETA's do Parque Bolandeira

1.1.4.1. Considerações Iniciais

A adução de água bruta entre a Barragem Joanes I e o Parque da Bolandeira é feita atualmente por duas adutoras que captam água no lago da barragem e promovem o escoamento num trecho com extensão de cerca de 22 quilômetros. Uma das adutoras funciona por gravidade e é composta por tubulação em concreto, com diâmetro de 1.500 mm e vazão de aproximadamente 1,0 m³/s. A outra adutora, composta por tubulação em aço carbono, também com diâmetro de 1.500 mm, tem a mesma extensão de 22 quilômetros e opera por gravidade no primeiro trecho e posteriormente por recalque, através de um *booster* situado cerca de 4.700 metros a jusante da captação na barragem. Atualmente a vazão de operação desta adutora está em torno de 2,2 m³/s, na condição de duas bombas operando simultaneamente no *booster*. O croqui do Sistema Adutor Joanes I – Bolandeira e a imagem da barragem Joanes I podem ser observados nas **Figura 1. 11** e **Figura 1. 12**.



Figura 1. 11 – Croqui do Sistema Adutor Joanes I – Parque Bolandeira



Figura 1. 12 - Barragem Joanes I

1.1.4.2. Adutora em Concreto

Trata-se de adutora em concreto, com diâmetro de 1.500 mm e extensão de aproximadamente 22 km, implantada em 1957, contando com mais de 50 anos. A adutora opera por gravidade com vazão de aproximadamente 1,0 m³/s (valor informado pela EMBASA). A captação na barragem se dá com níveis d'água de operação entre as cotas 16,00 m (cota da soleira do vertedor da barragem) e 12,50 m (nível mínimo de captação). A chegada da adutora no Parque da Bolandeira se dá numa caixa de recepção com nível d'água operacional aproximadamente na elevação 9,50 m.

Durante um período razoável esta adutora operou com o *booster*, todavia com o aumento da pressão elevou-se a incidência de vazamentos, cujos reparos requeriam tecnologia onerosa e tempo prolongado. Com a implantação da segunda adutora, em aço, o *booster* foi incorporado a esta, passando a antiga adutora do concreto a operar apenas por gravidade.

Considerando-se o nível operacional na Barragem Joanes I, elevação 16,00 m, e o nível na chegada no Parque da Bolandeira (Caixa de Recepção), elevação 9,50 m, caracteriza-se um gradiente de energia na adutora de aproximadamente 0,32 m/km. Considerando-se uma rugosidade absoluta média da tubulação de 3,0 mm (como se verá adiante a rugosidade medida na tubulação de aço, mais nova, resultou num valor médio de cerca de 1,5 mm), chega-se a uma vazão de escoamento de aproximadamente 1,07 m³/s, valor bem próximo do informado pela EMBASA. Esta vazão leva a velocidades de escoamento na linha da ordem de 0,6 m/s, valor muito baixo, condicionado pelo pequeno gradiente de energia existente.

Atualmente a adutora está bastante desgastada, pela idade, e tem apresentado frequentes problemas de vazamentos por fissuras e outros desgastes. Por ser uma adutora de concreto existe também grande

dificuldade de se realizar manutenções na linha e suas interferências com eventuais obras de infraestrutura urbana (constantes com o crescimento da cidade) tem sido um problema, pela impossibilidade de remanejamento.

Por todas estas circunstâncias, a EMBASA cogita a desativação desta adutora. Na sua ausência, a vazão por ela veiculada seria suprida pela adutora de aço carbono que teria sua capacidade de escoamento ampliada, conforme será visto a seguir.

1.1.4.3. Sistema Adutor com Tubulação em Aço Carbono

A adutora em aço possui extensão de aproximadamente 22 quilômetros, com diâmetro de 1.500 mm e espessura da parede 12,7 mm (1/2"). A Adutora opera por recalque, através de um *Booster* situado cerca de 4.700 metros à jusante da captação na barragem onde estão instalados três conjuntos elevatórios sendo um conjunto reserva (**Figura 1. 13**).



Figura 1. 13 - Booster do Sistema Adutor em Aço, com Captação na Barragem Joanes I

A captação na barragem Joanes I se dá com níveis d'água de operação entre as cotas 16,00 m (cota da soleira do vertedor da barragem) e 14,50 m (nível mínimo de captação), portanto dois metros acima do nível mínimo de captação da adutora em concreto.

A. Características do Sistema Adutor

Nível D'água de Captação Barragem Joanes I:

- N.A. mínimo: 14,50 m (condicionado pela cota de captação da adutora de aço);
- N.A. máximo maximorum: 18,11 m (cota da descarga máxima de projeto);
- N.A. mais frequente: 16,00 m (cota da soleira do vertedor).

A vazão de captação em Joanes I para as ETA's do parque Bolandeira supera a capacidade de regularização do reservatório, induzindo o reforço de Joanes I mediante restituição de vazão a partir do reservatório de Joanes II. Desta forma, a operação atual do reservatório de Joanes I tem sido conduzida pela EMBASA visando manter o N.A. próximo da soleira do vertedor, posicionado na cota 16,00 m.

Extremidade de Jusante do Recalque:

Entrada abaixo do nível d'água em caixa receptora na entrada da Estação da Bolandeira:

N.A. operacional na caixa $\approx 9,50$ m

Linha de Recalque:

- Tubulação em Aço Carbono:
- Extensão: ≈ 21.984 m;
- Perfil da Adutora: conforme desenhos em planta e perfil da adutora (projeto elaborado pela TECNOSAN) disponibilizados pela EMBASA.
- Características da Tubulação:
 - DI (diâmetro interno) = 1.500 mm;
 - ESP (espessura da parede de aço) = 1/2" (12,7 mm).

Dispositivos de Proteção Existentes:

Existem no sistema quatro dispositivos de proteção contra os efeitos dos transientes hidráulicos: um Tanque Unidirecional (One-Way Surge Tank = TAU) e três Chaminés de Equilíbrio (ver perfil **Figura 1.12**, adiante apresentado). A seguir são apresentadas algumas das características básicas destes dispositivos, conforme indicadas nos desenhos de projeto.

Tanque Unidirecional (TAU):

- Localização: Estaca 838; distância da E.E.: ≈ 5.243 m;
- Diâmetro interno: 5,65 m;
- Cota do topo: 26,50 m;
- Cota N.A. máximo: 25,32 m;
- Cota do fundo: 16,00 m;
- Tubulações de ligação: 2 condutos DN 700.
- Cota G.I. adutora na interligação: 7,72 m.

Chaminé de Equilíbrio nº 0:

- Localização: Estaca 548; distância da E.E.: ≈ 11.004 m;
- Diâmetro interno: 5,00 m;
- Cota do topo: 30,50 m;
- Cota G.I. tub. entrada: 17,20 m;
- Cota G.I. tub. saída: 15,50 m;
- Cota terreno: 19,60 m.

Chaminé de Equilíbrio nº 1:

- Localização: Estaca 505, distância da E.E.: ≈ 12.294 m;

- Diâmetro interno: 5,00 m;
- Cota do topo: 33,00 m;
- Cota G.I. tub. entrada: 15,70 m;
- Cota G.I. tub. saída: 13,0 m;
- Cota terreno :18,30 m;

Chaminé de Equilíbrio nº 2:

- Localização: Estaca 300, distância da EE.: ≈ 15.864 m;
- Diâmetro interno: 5,00 m;
- Cota do topo: 24,00 m;
- Cota G.I. tub. entrada: 7,49 m;
- Cota G.I. tub. saída: 5,00 m.

B. Medições de Vazão e Caracterização da Rugosidade da Parede da Tubulação

Em estudos realizados em 2013 a EMBASA realizou medições de pressão e vazão na adutora, com o objetivo de se inferir a rugosidade média da parede interna da tubulação.

Foram realizadas duas medições de pressão, na saída do *Booster*, com uma e duas bombas em operação no *Booster*. Na **Quadro 1. 9** a seguir apresentam-se os dados medidos:

Quadro 1. 9 - Parâmetros Medidos em 06/03/2013

Nº DE BOMBAS EM OPERAÇÃO	VAZÃO NA ADUTORA (m³/s)	PRESSÃO NA SAÍDA DO BOOSTER (M.C.A.)
1	1,57	15.5
2	2,13	20.0

Fonte: EMBASA, 2014.

Cota da Tubulação no *booster*: 6,0 m.

A partir das medições, os estudos já referidos concluíram que a rugosidade absoluta média da tubulação é de cerca de 1,5 mm (coeficiente de rugosidade de Hazen-Williams de aproximadamente 110,8).

Características do *Booster*:

Posicionado a cerca de 4.715 metros da captação, o *booster* possui três conjuntos de recalque, sendo um conjunto reserva, com as seguintes características:

- Fabricante: Flowserve (antiga Worthington);
- Modelo: 24 MC-14, rotor “A”, 585 rpm;
- Diâmetro do rotor: 27 7/16”;
- Motor Potência Nominal: 400 CV.

Diagnóstico do Funcionamento do Sistema

O funcionamento do sistema adutor foi analisado a partir de modelação matemática realizada através do programa EPANET (programa de domínio público, desenvolvido pelo Environmental Protection Agency dos Estados Unidos, para modelação de sistemas sob pressão), considerando-se uma e duas bombas em operação e admitindo-se rugosidade média absoluta da tubulação de 1,5 mm, conforme resultados de estudos realizados pela EMBASA, discutidos anteriormente (Nova Estação Elevatória Joanes I – Bolandeira, Dimensionamento Hidráulico, Vazão Engenharia, 2013).

Na tabela a seguir (**Quadro 1. 10**) apresenta-se um resumo dos resultados obtidos. Na **Figura 1. 14** apresenta-se o perfil piezométrico do sistema.

Quadro 1. 10 - Parâmetros do Escoamento no Sistema Joanes I - Bolandeira

Nº DE BOMBAS	N.A. NA BARRAGEM (m)	Q (m³/s)	V (m³/s)
1	14,50	1,57	0,89
	16,00	1,65	0,93
	18,11	1,77	1,00
2	14,50	2,14	1,21
	16,00	2,20	1,24
	18,11	2,28	1,29

Fonte: EMBASA, 2014

Os resultados permitem apresentar os seguintes comentários:

- As vazões obtidas através das simulações apresentam variação muito pequena em relação aos valores medidos pela EMBASA em março de 2013, o que reflete o bom ajuste do modelo, com confiabilidade para os resultados obtidos;
- As velocidades de fluxo na adutora são pequenas e indicam boas condições para ampliação da vazão de escoamento no sistema.
- Com a utilização do *booster* torna-se difícil a ampliação da capacidade de escoamento do sistema, pois com o fluxo de vazões maiores pela adutora, o gradiente de energia aumentará e haverá corte da tubulação pela linha de energia a montante do *booster*. Deste modo, conclui-se que a ampliação do sistema deverá implicar na desativação do *booster* e na implantação de uma nova estação elevatória junto à barragem.

C. Estudos da EMBASA para Ampliação do Sistema Adutor

Existem estudos recentes realizados pela EMBASA visando ampliar a capacidade do sistema de adução para 3,6 m³/s. A concepção proposta consiste na implantação de uma nova estação elevatória, posicionada ao lado do canal de aproximação do novo extravasor da Barragem Joanes I (em fase de projeto), que promoverá o escoamento através da adutora existente em aço carbono, com uma vazão ampliada de 3,6 m³/s. O *Booster* existente seria desativado.

A nova estação elevatória terá conjuntos de recalque de eixo vertical prolongado, implantados sobre uma plataforma a ser executada numa derivação do canal de aproximação do novo extravasor da barragem Joanes I, cujo projeto básico está sendo providenciado pela EMBASA.

A ampliação da capacidade da adutora de aço torna possível isolar ou mesmo desativar a adutora existente de concreto, já bastante desgastada pelos mais de 50 anos de uso.

A nova estação elevatória terá três conjuntos de recalque implantados em paralelo, sendo que dois destes conjuntos serão de operação normal e um conjunto de reserva. Os conjuntos de recalque serão equipados com conversores de frequência (variadores de velocidade de rotação) que conferirá ao sistema uma grande flexibilidade operacional permitindo uma variação ampla da vazão de escoamento do sistema.

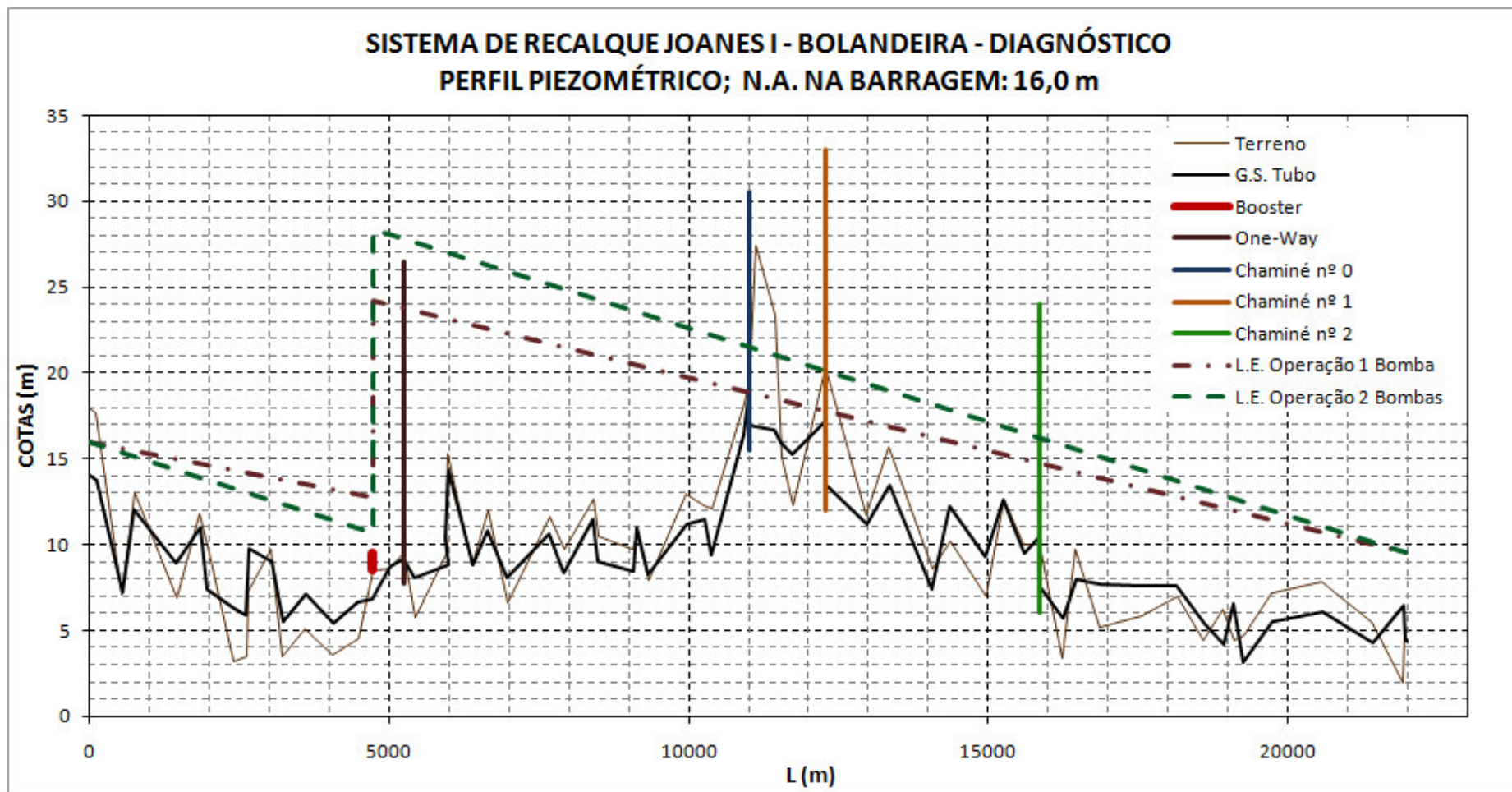


Figura 1. 14 - Perfil Piezométrico do Sistema Adutor Joanes I - Bolandeira

Fonte: EMBASA, 2014 (Nova Estação Elevatória Joanes I – Bolandeira, Dimensionamento Hidráulico, Vazão Engenharia, 2013)

Em função da ampliação da capacidade de escoamento da adutora, com consequente elevação das linhas piezométricas, será necessária a adaptação das Chaminés de Equilíbrio existentes, com reformulação do sistema de proteção da adutora contra os efeitos do golpe de aríete.

C.1. Dados Básicos do Sistema de Recalque

- Níveis na Sucção

→ N.A. mínimo: 11,50 m (0,50 m abaixo da cota da soleira do novo vertedor da barragem);

→ N.A. máximo: 18,11 m (nível máximo operacional na barragem).

- Linha de Recalque

Será aproveitada a tubulação de recalque existente, com 1.500 mm de diâmetro interno, espessura da parede de aço de 1/2" (12,7 mm) e extensão de 21.984 metros. A interligação do barrilete da nova elevatória com a adutora existente ocorrerá logo na saída da elevatória, ainda na área da Barragem Joanes I.

- Rugosidade Absoluta da Tubulação

Como resultado das medições de pressão e velocidade na linha, foi encontrado um valor de 1,5 mm para a rugosidade absoluta (fórmula de Colebrook).

- Número de Bombas

Serão utilizados três conjuntos de recalque, associados em paralelo, sendo dois conjuntos de operação normal e um conjunto reserva.

- Dispositivos de Proteção Existentes

Existem no sistema quatro dispositivos de proteção contra os efeitos dos transientes hidráulicos: um Tanque Unidirecional (*One-Way Surge Tank*) e três Chaminés de Equilíbrio. Essas estruturas terão que ser adaptadas para se adequar às novas condições de funcionamento.

- Níveis na Caixa de Chegada na ETA

A entrada da água no Parque da Bolandeira se processa através duas câmaras, uma para cada adutora. Na câmara de entrada da adutora em aço carbono existe um vertedor (extravasor) com soleira na elevação 9,50 m. Em condições operacionais normais o nível d'água nessa câmara encontra-se abaixo da cota da soleira do vertedor. Para dimensionamento adotou-se N.A. de 9,0 m.

C.2. Características das Bombas Seleccionadas

- Bomba centrífuga de eixo vertical prolongado, submersível, com dupla sucção e dupla voluta a ser acoplada a motor de seis polos (1.200 rpm).

- Ponto de Seleção:

→ Vazão total: 3,60 m³/s,

→ Vazão por Bomba: 1,80 m³/s (6,48 m³/h);

→ Altura Manométrica: 59,60 m.c.a.

- Bomba Seleccionada:

→ Fabricante: Flowserve;

→ Modelo: 24 QL – 27 rotor "A", 1.175 rpm;

→ Diâmetro do rotor: aproximadamente 25 polegadas.

→ Potência dos motores: 1.800 CV.

C.3. Condições Operacionais do Sistema Adutor Ampliado

- O sistema deverá operar normalmente com duas bombas em paralelo. Os resultados dos cálculos hidráulicos demonstram que o sistema não pode operar, de modo permanente, com apenas uma bomba;
- Com a utilização de conversores de frequência elétrica será possível proporcionar uma variação da vazão recalçada desde aproximadamente 1,3 m³/s até 3,7 m³/s, sempre com duas bombas em operação;
- Para vazões acima de cerca de 2,9 m³/s haveria extravasamentos nas chaminés, exigindo assim a reformulação do sistema de proteção contra os transientes hidráulicos;
- A possibilidade de variação de velocidade dos conjuntos desde 40% até 100% da velocidade de rotação nominal foi confirmada pela WEG (fabricante de motores) que alertou apenas para a necessidade de se informar claramente este requisito na ocasião da especificação do equipamento, para aquisição;
- As descargas das bombas deverão ser providas de válvulas de controle que funcionarão parcialmente abertas durante a partida dos conjuntos, de modo a criar uma perda de carga temporária no momento do acionamento de uma bomba. Após o acionamento do segundo conjunto a válvula de controle atuará automática e gradualmente até estar totalmente aberta. Durante as partidas das bombas os conversores de frequência atuarão em conjunto com as válvulas de controle;
- A potência máxima consumida por bomba ocorrerá na situação de duas bombas operando com velocidade nominal de rotação de 1.175 rpm e nível d'água máximo na barragem. Nesta condição a vazão por bomba será de aproximadamente 1,85 m³/s (vazão total de 3,7 m³/s), a altura manométrica de cerca de 58 m.c.a. e a potência máxima consumida por bomba de 1.665 CV (1.225 kW). O motor indicado deverá ter potência nominal de 1.800 CV;
- As características da tubulação de aço existente são perfeitamente adequadas para resistirem ao acréscimo de pressão que ocorrerá na linha, com a nova configuração do sistema;
- A utilização de conversores de frequência é indispensável para o funcionamento do sistema e, sobretudo, para o seu acionamento. Com a variação da velocidade de rotação dos grupos será possível proporcionar uma variação da vazão recalçada desde aproximadamente 1,3 m³/s até 3,7 m³/s, sempre com duas bombas em operação. Essa faixa de vazões proporciona uma maior flexibilidade operacional ao sistema.
- Com o aumento da vazão aduzida do Joanes I para as ETA's de Bolandeira será possível desativar as adutoras da barragem Ipitanga I, já bastante desgastadas pelo elevado tempo de uso.

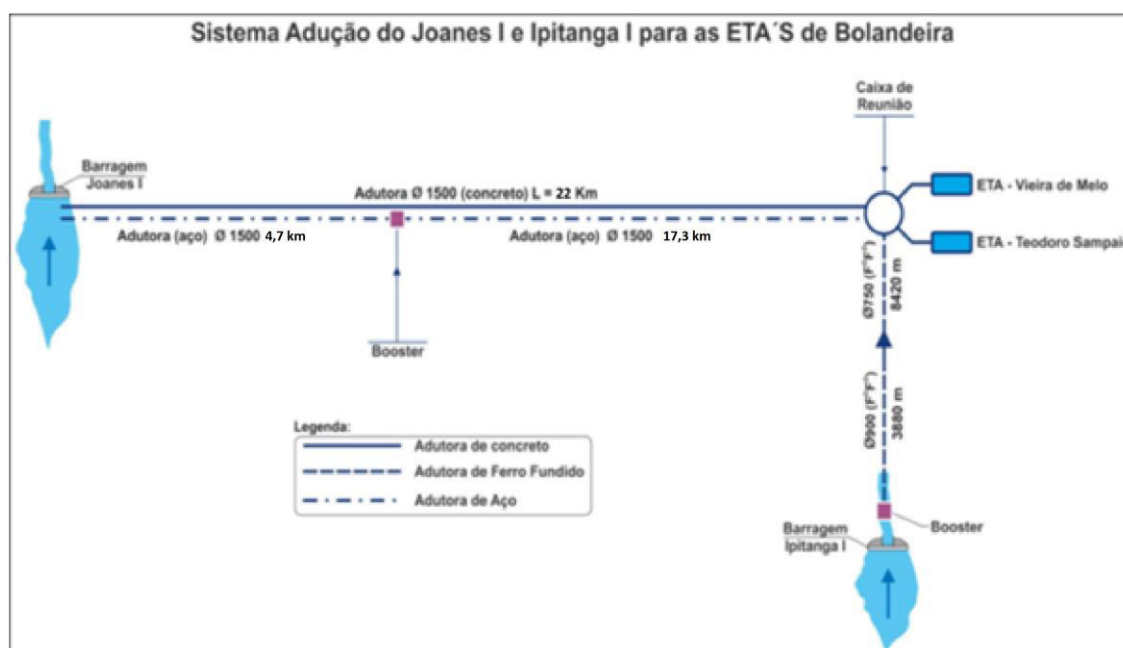


Figura 1. 15 - Esquema das adutoras do Joanes I e Ipitanga I para as ETA's de Bolandeira

1.1.5. Adução Ipitanga I – ETA's do Parque Bolandeira

A adução Ipitanga I – ETA's Bolandeira desenvolve-se a partir das duas descargas de fundo da represa Ipitanga I, cada uma de DN 450, que se conectam com o barrilete de sucção da estação elevatória situada imediatamente à jusante da barragem, caracterizando um sistema de recalque pressurizado tipo *booster*.

Existe interligação das descargas de fundo com a adutora por bombeamento (linha de recalque) logo após o *booster*, constituindo um “*by-pass*”, que possibilita que a adução a partir da barragem Ipitanga I possa também ocorrer no regime hidráulico de conduto forçado por gravidade.

A adutora possui 12.400 m de extensão, sendo composta de dois trechos em série: o primeiro, com DN 900 e extensão de 2.800 m, em Ferro Fundido Dúctil, com idade inferior a 30 anos; o segundo, com DN 750 e extensão de 9.600 m, em Ferro Fundido Cinzento (fora de linha de fabricação), com juntas de chumbo e idade superior a 70 anos. Esta adutora encaminha a água captada na represa de Ipitanga I para o Parque da Bolandeira, ali conectando-se com a caixa de chegada, de onde as águas são conduzidas para a ETA Vieira de Mello. A conexão com a ETA Theodoro Sampaio verifica-se antes desta caixa, por intermédio de derivação na própria adutora. Na caixa de chegada também afluem as duas adutoras provenientes da represa Joanes I.

A faixa de domínio da adutora vem sendo gradativamente envolvida pela expansão urbana da cidade, existindo trechos com algumas construções implantadas sobre os aterros das valas de assentamento da tubulação. A adutora existente possui capacidade para veicular a disponibilidade máxima do manancial, mas encontra-se em precário estado de conservação, apresentando vazamentos. A substituição dos tubos antigos por outros novos de maior diâmetro teria a vantagem de diminuir os vazamentos, comuns em tubulações antigas, entretanto poderá requerer, em alguns trechos, o reassentamento de habitações precárias construídas irregularmente ao longo da adutora.

O *booster* dispõe de três conjuntos motobombas (dois previstos para operação simultânea), com as seguintes características operacionais mais relevantes:

- Bomba Centrífuga do tipo 12 – LNH – 17 (Worthington / Dresser)
Quantidade: 02 (denominadas de Bombas 1 e 2)
Rotor: Tipo B de 14,625” (diâmetro 371,475 mm)
Rotação (rpm): 1.775
Vazão por Bomba (L/s): 570
Altura Manométrica Total (m.c.a) 37
- Bomba Centrífuga do tipo 10 – LNH – 18 (Worthington / Dresser)
Quantidade: 01 (denominada de Bomba 3)
Rotor: Tipo B diâmetro não identificado
Rotação (rpm): 1.775
Vazão por Bomba (L/s): 480
Altura Manométrica Total (m.c.a): 45
- JK Motores Elétricos (General Eletric)
Quantidade: 03
Potência por motor (CV): 400
Rotação (rpm): 1.775
Frequência (Hz): 60
Corrente (A): 540
Tensão (V): 380

Fator de Serviço: 1,15

Classe de Isolamento: F

Pesquisa nesse sistema adutor, realizada de 15 a 29 de junho de 2012, com N.A na represa na cota de 28,50 m e somente considerando uma bomba do tipo 12 – LNH – 17, apresentou como resultado uma vazão média de 571 L/s.

De acordo com a EMBASA o sistema opera aproximadamente com as seguintes vazões de escoamento:

- Sem funcionamento do *booster*, escoamento totalmente por gravidade: 380 L/s;
- Com uma bomba em operação no *booster*: 576 L/s;
- Com duas bombas em operação no *booster*: 778 L/s.

A bomba centrífuga 12 – LNH – 17 comporta os diâmetros limites de rotor de 14,5" (368,3 mm) a 17,5" (444,5 mm). Os conjuntos motobombas requerem frequentes intervenções de manutenção e apresentam baixo rendimento.

Na chegada da adutora em Bolandeira, logo à montante da bifurcação para as ETA's Theodoro Sampaio e Vieira de Mello, a cota piezométrica tem-se mantido constante, da ordem de 9,12 m (soma da cota topográfica da geratriz superior da tubulação de 4,12 m e pressão de 5,00 m), o que determina as seguintes alturas geométricas:

- Para o N.A máximo na represa (29,30 m): 20,18 m
- Para o N.A mínimo na represa (23,00 m): 13,88 m

Entre as referidas alturas geométricas o fluxo de água para Bolandeira pode ocorrer em conduto forçado por gravidade.

Considerando os parâmetros hidráulicos identificados na pesquisa operacional antes citada, existem as seguintes possibilidades de adução para Bolandeira, com duas bombas (12 – LNH – 17) em operação simultânea:

- Vazão de 700 L/s, sendo 350 L/s em cada bomba;
- Vazão de 800 L/s, sendo 400 L/s em cada bomba;
- Vazão de 900 L/s, sendo 450 L/s em cada bomba;

A bomba (10 – LNH – 18) pelas suas características construtivas e operacionais, não foi admitida apta para ser utilizada em paralelo com alguma das bombas (12 – LNH – 17) conforme pode ser constatado no comparativo apresentado em seguida, de variação máxima de vazões no intervalo do menor para o maior rotor (considerando as correspondentes "curvas de performance" do fabricante das bombas):

- Bomba 12 – LNH – 17: de 569 L/s para 681 L/s;
- Bomba 10 – LNH – 18: de 417 L/s para 528 L/s.

Entende-se que as bombas 12 – LNH – 17 devem ser colocadas e mantidas em condições satisfatórias de operação.

Na operação da adutora em conduto forçado por gravidade, a depender da cota do N.A na Represa Ipitanga I e do estado de rugosidade do trecho da adutora de DN 750, a adução pode ser efetivada no intervalo de 400 L/s a 500 L/s.

1.2. ADUTORAS DE ÁGUA TRATADA

1.2.1. Adutora de Água Tratada Principal

Chama-se de Adutora de Água Tratada Principal a adutora que interliga o *standpipe*, na ETA Principal, ao reservatório R7, no Bairro do Cabula. Essa adutora se desenvolve margeando a BR 324. Ao longo do seu percurso existem derivações para alimentação dos reservatórios R21 (Simões Filho), R23A (Lauro de Freitas), R18 (Valéria), R10 (Ilha Amarela), R17 (Pirajá), R14 (Águas Claras), R20 (Fazenda Grande III) e R25 (Gomeia). Além da alimentação dos reservatórios, a adutora realiza suprimento direto de algumas zonas de abastecimento: Passagem dos Teixeiras, ZA-84 (Simões Filho), ZA-79,81,82,83 (CIA Sul Palestina e trechos da rede Simões Filho), ZA-64, 65, 77 (Valéria), ZA-62 (Águas Claras), ZA-27 (Calabetão e Mata Escura) e ZA-20/ZA-21 (Itapagipe). A **Figura 1. 16** apresenta um croqui geral do sistema com características das tubulações (extensões e diâmetros), posicionamento e níveis característicos dos reservatórios e zonas de rede abastecidas diretamente pelo sistema.

1.2.1.1. Diagnóstico do Sistema Adutor

Metodologia e Critérios

Para avaliar as condições hidráulicas operacionais do sistema foram realizadas simulações computacionais do funcionamento do sistema utilizando-se o programa de cálculo automático EPANET, na sua versão traduzida para português pelo Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento da Universidade Federal da Paraíba. Trata-se de “software” de domínio público, largamente utilizado na área de saneamento, desenvolvido pela *Environmental Protection Agency* dos Estados Unidos, que permite a modelação em regime permanente de escoamentos sob pressão em sistemas ramificados.

A utilização do EPANET permite uma modelação consistente do sistema, com todas as suas ramificações e geometrias das tubulações, admitindo variação de diversas condições operacionais tais como níveis nos reservatórios, demandas injetadas diretamente na rede etc.

Nas simulações considerou-se as demandas do **Quadro 1. 11** e os seguintes critérios básicos:

- Cálculo das perdas de carga nos condutos através da equação de Darcy-Weisbach, considerando rugosidade absoluta média da tubulação igual a 1,0 mm. Este valor, considerado conservador, busca caracterizar o desgaste das tubulações que integram o sistema que já operam há mais de 20 anos.
- Nível d'água médio no *standpipe* da ETA, 138,50 m;
- Alimentação dos reservatórios nos seus níveis máximos, mesmo quando o reservatório é alimentado “por baixo”, como as Câmaras Baixas do R7 (Cabula), uma vez que visa retratar a situação menos favorável hidráulicamente, quando o reservatório se encontra quase cheio;
- Abastecimento direto da rede de Passagem dos Teixeiras com a demanda máxima diária de final de plano, já que esta comunidade é pequena e a vazão de derivação para a mesma não exerce influência sensível neste diagnóstico;
- Na modelagem do diagnóstico, considerou-se a existência de reservatórios fictícios nas entradas das redes abastecidas diretamente pela adutora com elevações características de cada ponto. Como critério básico considerou-se o nível d'água do reservatório fictício como sendo a cota topográfica característica do trecho alto da zona abastecida, acrescida de 5 metros. Foram adicionadas também perdas de cargas localizadas em algumas derivações dos reservatórios existentes e fictícios no intuito de balancear o sistema;

- Uma parcela da ZA-27 é abastecida diretamente pela Adutora ETA-R7 e outra pelo Reservatório R7. Nas simulações foi considerada uma vazão de 177 l/s para caracterizar demanda referente ao abastecimento direto pela Adutora ETA-R7 da ZA-27;
- Para as zonas abastecidas diretamente pela adutora foram utilizadas as vazões máximas horárias. As vazões industriais que compõe a demanda das zonas abastecidas diretamente pela adutora permanecem com a demanda máxima diária; e
- A adução para o Sistema Integrado do Recôncavo foi considerada de forma independente da Adutora Principal. Os estudos referentes a essa adução estão incorporados ao Relatório Tomo II – Volume 4 – Capítulo 2, do presente Plano de Abastecimento de Água da RMS.

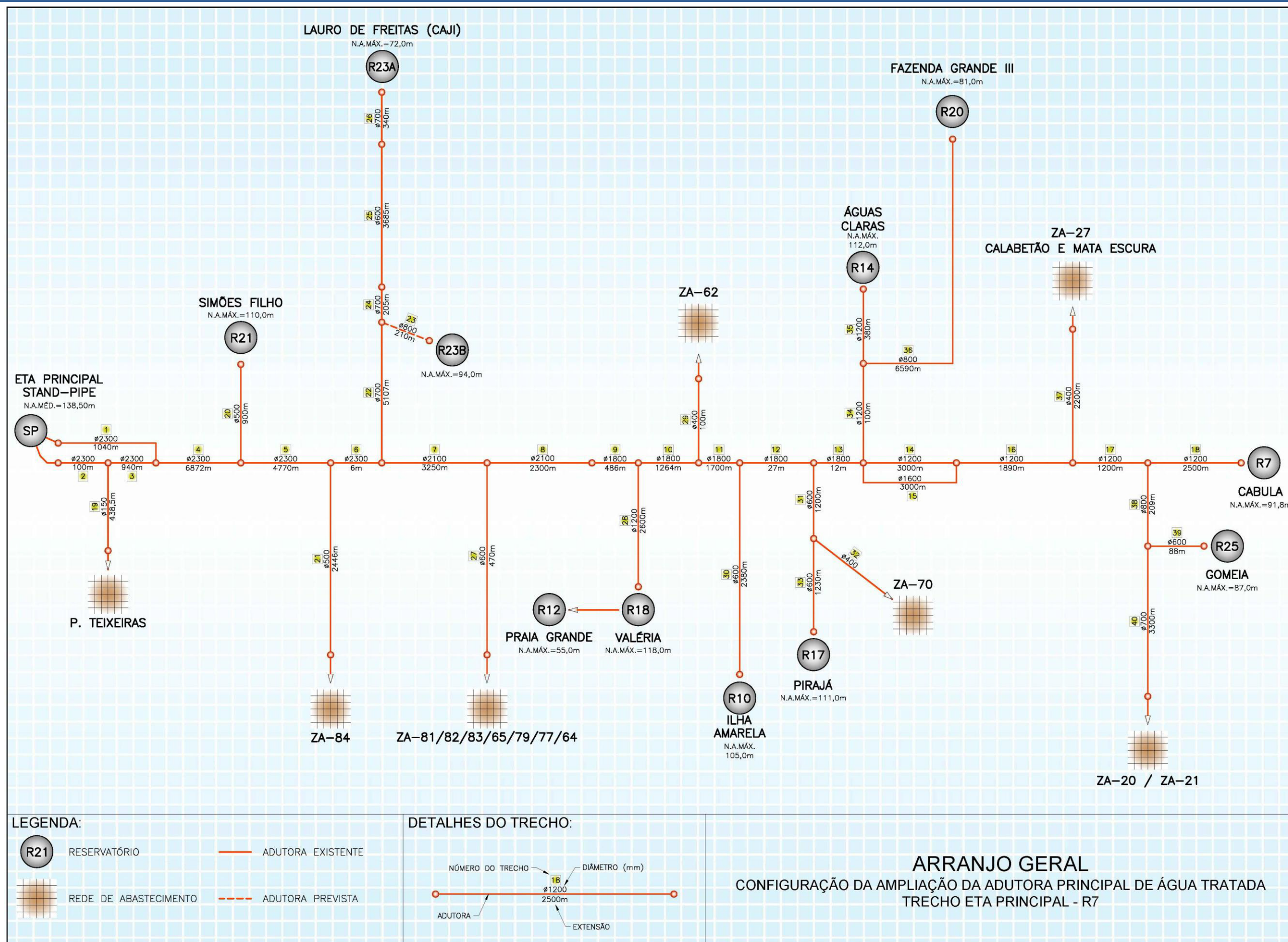


Figura 1. 16 - Croqui da Adutora de Água Tratada Principal

Quadro 1. 11 - Demandas de Setores e Zonas de Abastecimento Atendidas pela Adutora Principal (ETA - R7)

DEMANDAS DOS SETORES E ZONAS ETA-R7		
SETOR	ZONA	DEMANDAS (L/s)
		2015
R10	69 UMJ	447,80
TOTAL R10		447,80
R12	75 UMJ	106,20
TOTAL R12		106,20
R14	63 UMJ	356,19
	73 UMJ	276,76
R14T	72 UMJ	257,53
TOTAL R14		890,47
R17	60 UMJ	114,02
R17T	61 UMJ	91,12
	71 UMJ	105,90
TOTAL R17		311,03
R18	67 UMJ	152,68
	68 UMJ	122,62
	74 UMJ	108,58
	78 UMJ	64,05
TOTAL R18		447,93
R21	80 UMJ	23,31
	85 UMJ	81,43
TOTAL R21		104,74
R25	22 UML	441,75
TOTAL R25		441,75
R23A	44 UMB	439,32
	45 UMB	369,41
	48 UMB	31,20
TOTAL R23A		839,94
R20	43 UMB	354,66
	46 UMB	386,84
	47 UMB	61,34
	49 UMB	190,30
	50 UMB	21,70
	51 UMB	56,91
TOTAL R20		1.071,75
SUBADUTORA ETA-R7	62 UMJ	621,39
	70 UMJ	203,67
	81 UMJ	126,65
	84 UMJ	21,53
	79 UMJ	29,64
	82 UMJ	232,51
	83 UMJ	6,90
	27 UML	177,00
	20 UML	38,22
	21 UML	901,33
	64 UMJ	213,17
	65 UMJ	19,35
	77 UMJ	72,80
TOTAL SUBADUTORA ETA-R7		2.664,17
PASSAGEM DOS TEXEIRAS		13,50
DEMANDA TOTAL R7-R15		2.168,26
TOTAL SISTEMA ADUTOR PRINCIPAL		9.507,52

Resultados Obtidos

Inicialmente realizou-se a simulação do funcionamento do sistema considerando-se o suprimento das redes ZA-79 /ZA-82, ZA-83, ZA-70, ZA-81/ ZA-84, ZA-64/ ZA-65/ ZA-77, ZA-62, ZA-27 e ZA-20/ZA-21 com suas demandas máximas horárias previstas para o ano de 2015. Admitiu-se que no futuro essas zonas serão alimentadas por reservatórios de distribuição a serem construídos, com capacidades para atender as variações horárias de consumo das redes a eles conectadas. A partir da utilização de reservatórios fictícios para as zonas abastecidas diretamente pela adutora é possível avaliar a capacidade de adução de cada setor. Isto permite uma avaliação mais criteriosa, possibilitando comparar a capacidade operacional com as demandas do sistema.

Os relatórios completos das simulações do EPANET estão apresentados no **Anexo 1**. A síntese dos resultados é mostrada no **Quadro 1. 12** a **Quadro 1. 14**. No **Quadro 1. 12** apresenta-se uma comparação entre as vazões aduzidas pelo sistema e as demandas a serem supridas em 2015. No **Quadro 1. 13** e **Quadro 1. 14** estão caracterizadas as vazões e velocidades médias de escoamento nos diversos trechos da Adutora Principal e dos ramais. Convém ressaltar que as demandas constantes do **Quadro 1. 12** referem-se somente às zonas e setores atendidos pelo Sistema Adutor Principal. A **Figura 1. 17** mostra o perfil reduzido do sistema, caracterizando-se a linha de energia da adutora principal e a posição e níveis dos reservatórios abastecidos pelo sistema.

Quadro 1. 12 - Comparação Demandas a Serem Atendidas e Vazões Aduzidas pelo Sistema

RESERVATÓRIOS E ZONAS DE REDE ABASTECIDAS PELA SUBADUTORA	ANO 2015	
	DEMANDAS (L/s)	CAPACIDADE OPERACIONAL DO SISTEMA (L/s)
Passagem dos Teixeiras	13,50	13,50
R21 (Simões Filho)	104,74	104,74
ZA-84	21,53	21,53
R23 (Lauro de Freitas)	839,94	604,81
*ZA-81	126,65	126,65
ZA-82,79	262,14	262,14
ZA-64,77	285,97	55,68
ZA-83,65	26,25	26,25
R18/R12	554,13	391,75
ZA-62	621,39	566,8
R10 (Ilha Amarela)	447,80	361,13
R17 (Pirajá)	311,03	140,52
ZA-70	203,67	28,99
R20 (Fazenda Grande III)	1071,75	947,32
R14 (Águas Claras)	890,47	525,21
ZA-27 (Calabetão e Mata Escura)	177,00	136,23
R25 (Gomeia)	441,75	441,75
ZA-20 / ZA-21	939,55	643,14
DEMANDA TOTAL R7/ R7-R15	2.168,26	1.605,88
TOTAL	9.507,52	7.004,02

*Valores em vermelho indicam vazões aduzidas pelo sistema insuficientes para atender as demandas.

Quadro 1. 13 - Vazões e Velocidades de Escoamento por Trechos na Adutora Principal (ETA-R7)

TRECHO Nº	IDENTIFICAÇÃO DOS TRECHOS		DIÂMETRO (mm)	L (m)	ANO 2015	
					Q (L/s)	V (m/s)
1	standpipe	Final da Duplicação	2.300	1.040	3.495,90	0,84
2	standpipe	Deriv. Passagem dos Teixeiras	2.300	100	3.508,10	0,84
3	Derivação para Passagem dos Teixeiras	Final da Duplicação	2.300	940	3.494,60	0,84
4	Final da Duplicação	Derivação para R21	2.300	6.872	6.990,50	1,68
5	Derivação para R21	Derivação para ZA-84	2.300	4.770	6.870,10	1,65
6	Derivação para ZA-84	Derivação para R23A e R23B	2.300	6	6.864,23	1,65
7	Derivação para R23A e R23B	Derivação para ZA-81,82,79,77,64,65,83	2.100	3.250	6.259,42	1,81
8	Derivação para ZA-81,82,79,77,64,65,83	Redução 2100 x 1800	2.100	2.300	5.788,70	1,67
9	Redução 2100 x 1800	Derivação para R18/R12	1.800	486	5.788,70	2,27
10	Derivação para R18 / R12	Derivação para ZA-62	1.800	1.264	5.396,95	2,12
11	Derivação para ZA-62	Derivação para R10	1.800	1.700	4.830,15	1,90
12	Derivação para R10	Derivação para R17 / ZA-70	1.800	27	4.469,52	1,76
13	Derivação para R17 / ZA-70	Derivação para R14 / ZA-62 e R20	1.200	12	4.299,52	1,69
14	Derivação para R14 / ZA-62 e R20	Final da Duplicação	1.200	3.000	904,07	0,80
15			1.600	3.000	1.922,93	0,96
16	Final da Duplicação	Derivação para ZA-27	1.200	1.890	2.827,00	2,50
17	Derivação ZA-27	Derivação R25 e ZA-20/ZA-21	1.200	1.200	2.690,77	2,38
18	Derivação para R25 e ZA-20/ZA-21	R7	1.200	2.500	1.606,88	1,42

Quadro 1. 14 - Vazões e Velocidades de Escoamento nas Derivações da Adutora Principal (ETA - R7)

TRECHO Nº	IDENTIFICAÇÃO DAS DERIVAÇÕES		DIÂMETRO (mm)	L (m)	ANO 2015	
					Q (L/s)	V (m/s)
20	Derivação para R21	R21	500	900	104,74	0,53
22	Derivação para R23A e R23B	Derivação para R23B	700	5.107	604,81	1,57
23	Derivação para R23B	R23B	800	210	0,00	0,00
24	Derivação para R23B	Redução 700 x 600	700	205	604,81	1,57
25	Redução 700 x 600	Ampliação 600 x 700	600	3.685	604,81	2,14
26	Ampliação 600 x 700	R23A	700	340	604,81	1,57
27	Derivação para ZA-81,82,79,77,64,65 e 83	ZA-81,82,79,77,64,65 e 83	600	470	470,72	1,66
28	Derivação para R18 / R12	R18 / R12	1.200	2.600	391,75	0,35
30	Derivação para R10	R10	600	2.380	361,13	1,28
31	Derivação para R17 e ZA-70	Derivação para ZA-70	600	1.200	169,50	0,60
33	Derivação para ZA-70	R17	600	1.230	140,52	0,50
34	Derivação para R14 e R20	Bifurcação	1.200	100	1.472,53	1,30
35	Bifurcação	R14	1.200	380	525,21	0,46
36	Bifurcação	R20	800	6.600	947,32	1,88
38	Derivação para R25 e ZA-21 / ZA-22	Bifurcação	800	209	1.084,89	2,16
39	Bifurcação	R25	600	88	441,75	1,56

Perfil Piezométrico da Adutora ETA - R7

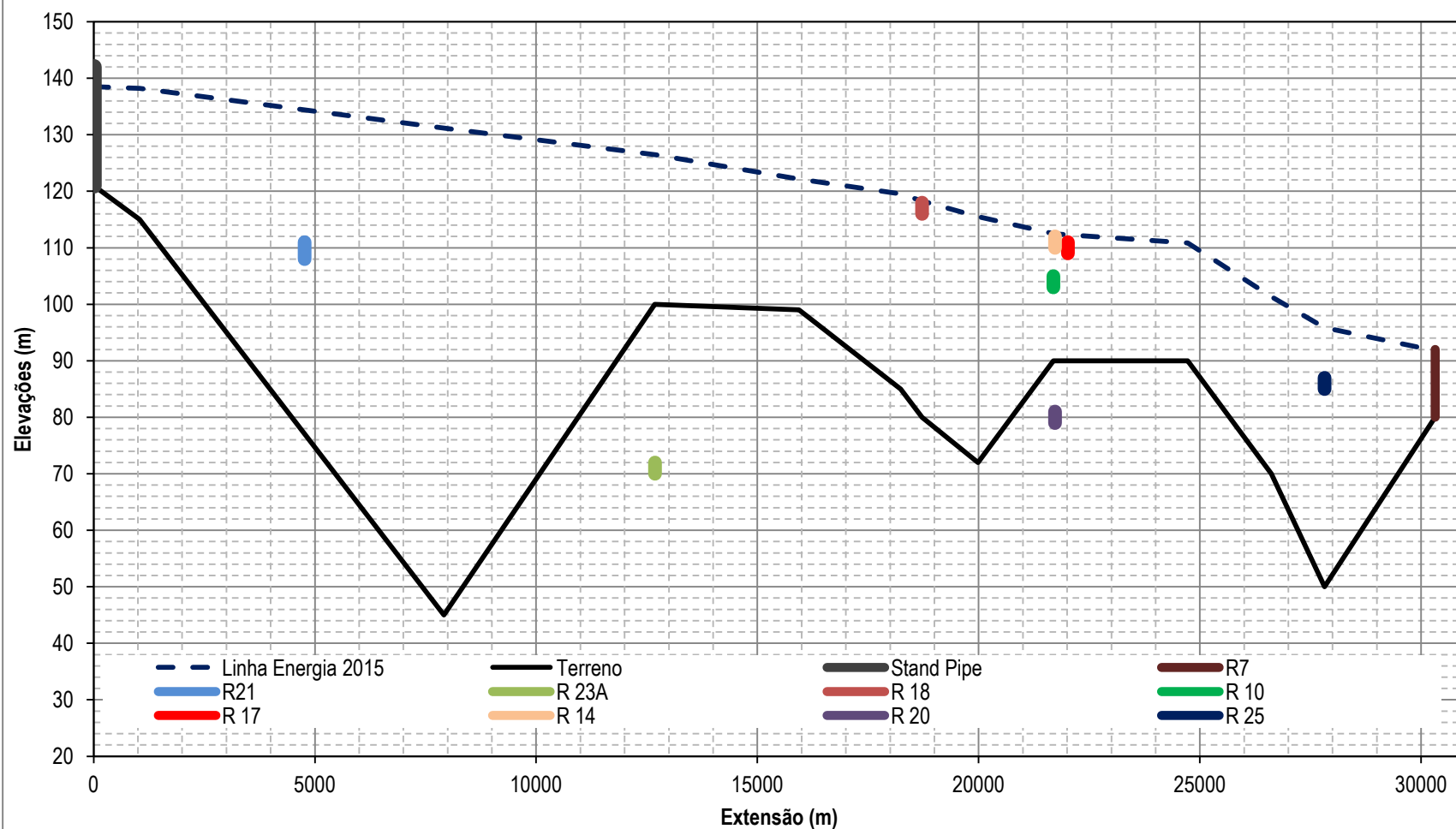


Figura 1. 17 - Perfil Piezométrico da Adutora de Água Tratada Principal (ETA – R7), com Indicação da Posição e Níveis dos Reservatórios Abastecidos

Comentários e Conclusões

Com base nos resultados apresentados no **Quadro 1. 11** a **Quadro 1. 13** e **Figura 1. 17** pode-se formular os seguintes comentários e conclusões:

- A capacidade de escoamento global do sistema, para o ano 2015, é de 7.004,02 L/s enquanto que a demanda máxima diária total a ser atendida é de 9.507,52 L/s. Conclui-se assim, de um modo geral, que o sistema não tem capacidade para o atendimento das demandas a serem supridas;
- Dos nove reservatórios supridos pelo sistema apenas dois tem atualmente sua demanda atendida, o R21 (Simões Filho) e o R25 (Gomeia);
- Nos ramais de alimentação dos reservatórios R21 e R25 e nas zonas ZA-79/ ZA-82, ZA-83/ ZA-65, ZA-84 foram previstos limitadores de vazão como placas de orifício e/ou válvulas de controle, para reduzir as vazões aduzidas para estes reservatórios, aumentando a disponibilidade de carga do sistema para atendimento de outros reservatórios onde existe deficiência no suprimento;
- Sete dentre os nove reservatórios alimentados pelo sistema não tem suas demandas atuais supridas pelo sistema, sendo que as maiores deficiências ocorrem nos reservatórios R23A (Lauro de Freitas), R17 (Pirajá), R14 (Águas Claras) e R7 (Cabula);
- Os comentários no item anterior evidenciam a necessidade de ampliação da capacidade de escoamento do sistema;
- Pelas velocidades médias diagnosticadas ao longo da adutora principal identifica-se que não existem trechos onde o escoamento se dê com velocidades elevadas;
- Os reservatórios R18, R14 e R17 possuem níveis d'água muito próximos das elevações energéticas (cotas piezométricas) nas derivações da adutora principal que abastecem estes reservatórios. Esta condição limita as perdas de carga ao longo da adutora principal para o atendimento dos mesmos e se constitui em importante condicionante a ser observado na ampliação do sistema; e
- Com base nos comentários anteriores, conclui-se que devem ser realizadas ampliações tanto na adutora principal como em alguns ramais para o atendimento das demandas atuais e futuras, a serem supridas pelo sistema.

1.2.2. Subadutora R7 – R15

1.2.2.1. Características do Sistema

A Subadutora R7 – R15 tem início no Centro de Reserva do Cabula (Reservatório R7) e se desenvolve passando pela Avenida Mário Leal Ferreira (Av. Bonocô), Vale do Ogunjá (Av. Gen. Graça Lessa) e Av. Vasco da Gama, até abastecer o Centro de Reserva da Federação (Reservatório R15). Ao longo desse trajeto existem derivações para a alimentação dos reservatórios R3 (Caixa d'Água), R19 (Campinas de Brotas) e R5 (Garcia). As zonas de Abastecimento ZA-08, ZA-09, ZA-10, ZA-12 e ZA-13 apesar de estarem sendo alimentadas pela subadutora R7 – R15, pertencem ao setor R4, cujo parque de reserva encontra-se desativado, com previsão de recuperação e recomposição pela EMBASA. Na **Figura 1. 18** apresenta-se um croqui básico com a topologia da adutora principal e suas derivações.

O suprimento direto de Zonas de Abastecimento acima referidas se configura uma situação contraindicada em face do porte da adutora, das pressões e das condições operacionais envolvidas. Deste modo, entende-se que os suprimentos diretos dessas zonas devem ser desativados no futuro, passando as mesmas a serem abastecidas por meio de reservatórios. Na fase de estudos de concepção e alternativas serão estudadas soluções nesse sentido.

1.2.2.2. Diagnóstico do Sistema

Metodologia e Critérios

Para avaliar as condições hidráulicas operacionais do sistema foram realizadas simulações computacionais do funcionamento do sistema utilizando-se o programa de cálculo automático EPANET, na sua versão traduzida para português pelo Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento da Universidade Federal da Paraíba. Trata-se de “software” de domínio público, largamente utilizado na área de saneamento, desenvolvido pela Environmental Protection Agency dos Estados Unidos, que permite a modelação em regime permanente de escoamentos sob pressão em sistemas ramificados.

A utilização do EPANET permite uma modelação consistente do sistema, com todas as suas ramificações, geometrias das tubulações, admitindo variação de diversas condições operacionais tais como níveis nos reservatórios, demandas injetadas diretamente na rede, etc.

Nas simulações considerou-se os seguintes critérios básicos:

- Cálculo das perdas de carga nos condutos através da equação de Darcy-Weisbach, considerando rugosidade absoluta média da tubulação igual a 1,0 mm. Este valor, que pode ser considerado conservador, busca caracterizar o desgaste das tubulações que integram o sistema e já operam há mais de 20 anos;
- Nível d'água médio no Reservatório R7 (Reservatório do Cabula);
- Nível d'água máximo nos reservatórios alimentados pelo sistema uma vez que a entrada das tubulações que abastecem os reservatórios, segundo a EMBASA, se dá aproximadamente nesta elevação;
- Para as zonas abastecidas diretamente pela Subadutora R7-R15 foram consideradas as demandas máximas horárias; e
- Uma vez que a Subadutora R7-R15 tem capacidade para atender as demandas requeridas para o ano de 2015 como será visto adiante, considerou-se pertinente avaliar as condições hidráulicas para as demandas do ano de 2040, mantendo a geometria atual da adutora. Qualquer proposição para sua configuração deverá ser avaliada no relatório de estudos de concepção e viabilidade.

As demandas dos setores e zonas atendidos pela subadutora R7-R15 estão apresentadas no **Quadro 1. 15**.

Quadro 1. 15 - Demandas dos Setores e Zonas Atendidos pela Subadutora R7-R15

DEMANDAS DOS SETORES E ZONAS DA SUBADUTORA R7-R15			
SETOR	ZONA	DEMANDAS (L/s)	DEMANDAS (L/s)
		2015	2040
R3	04 UMF	46,83	93,09
	11 UMF	43,66	45,67
	06 UMF	102,98	103,8
	07 UMF	275,79	265,12
TOTAL R3		469,26	507,68
R5	03 UMF	278,94	247,29
TOTAL R5		278,94	247,29
R15	01 UMF	212,04	300,32
	05 UMF	99,87	99,34
	02 UMF	419,31	431,61
TOTAL R15T		731,22	831,27
R19	14 UMF	464,98	465,77
TOTAL R19		464,98	465,77
ABASTECIMENTO DIRETO SUBADUTORA R7-R15	08 UMF	387,23	399,64
	09 UMF	205,18	197,41
	10 UMF	127,31	138,97
	12 UMF	109,95	108,59
	13 UMF	55,53	58,1
ABASTECIMENTO DIRETO SUBADUTORA R7-R15		885,20	902,71
TOTAL R7-R15		2.829,60	2.954,72

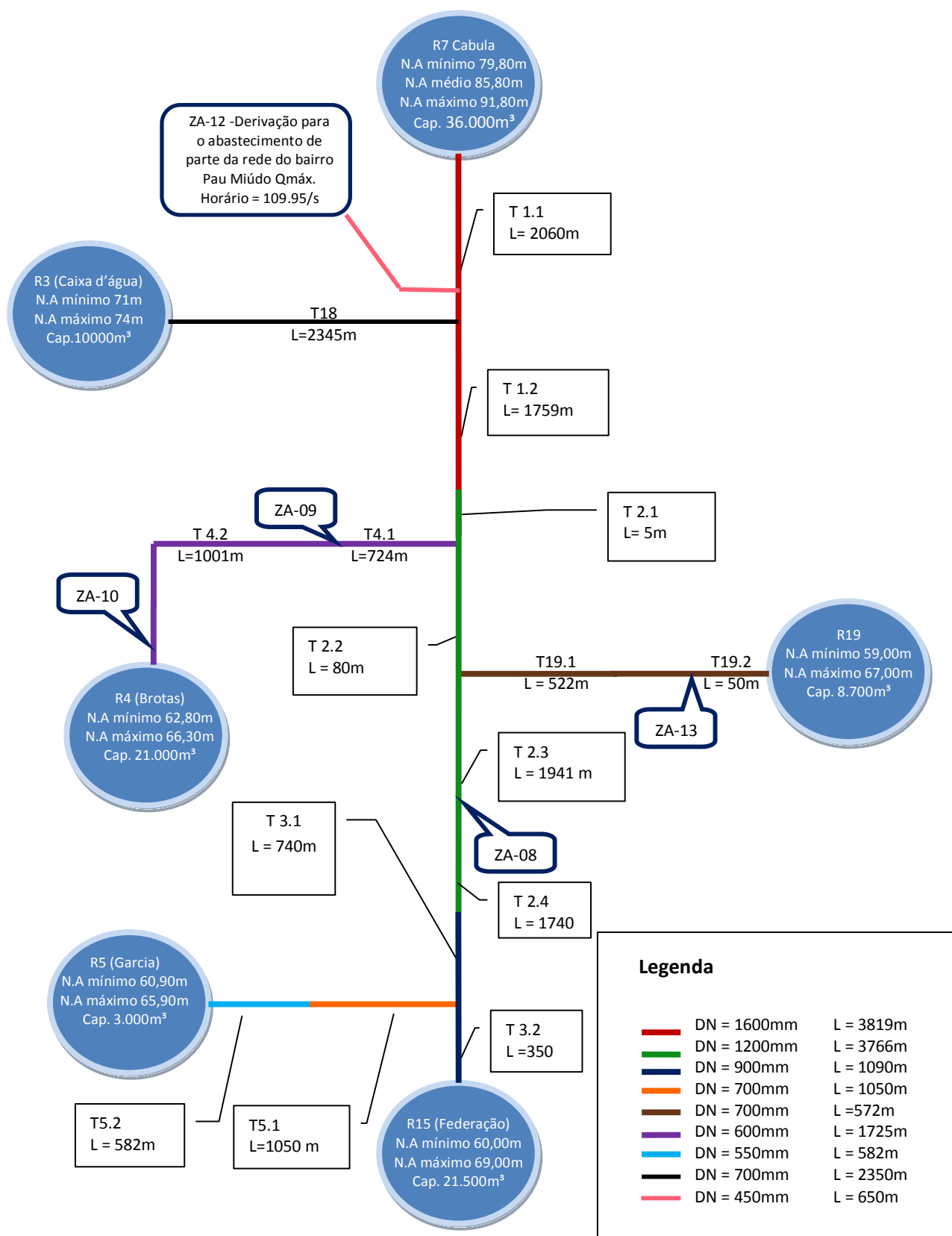


Figura 1. 18 - Croqui Geral da Subadutora R7 - R15

Resultados Obtidos

Realizou-se o diagnóstico do sistema configurando-se, através de modelo no EPANET, os fluxos para os reservatórios supridos pelo sistema e considerando-se para as Zonas de Abastecimento supridas diretamente pela subadutora suas demandas máximas horárias.

Os relatórios completos das simulações estão apresentados no **Anexo 2**. No **Quadro 1. 16** e **Quadro 1. 17** apresenta-se um resumo dos resultados obtidos. Na **Figura 1. 19** apresenta-se um perfil reduzido do sistema, onde se caracteriza a linha de energia da adutora principal e a posição e níveis dos reservatórios integrantes do sistema.

Quadro 1. 16 - Comparação entre vazões aduzidas pelo sistema e demandas máximas diárias nos reservatórios

DEMANDAS DOS SETORES E ZONAS DA SUBADUTORA R7-R15				
SETOR / ZONA	2015		2040	
	DEMANDAS (L/s)	CAPACIDADES OPERACIONAIS (L/s)	DEMANDAS (L/s)	CAPACIDADES OPERACIONAIS (L/s)
SETOR R3	469,26	539,67	507,68	539,1
SETOR R5	278,94	342,54	247,29	342,1
SETOR R15	731,22	908,63	831,27	903,14
SETOR R19	464,98	1.270,13	465,77	1265,91
ZA 08 UMF	387,23	387,23	399,64	399,64
ZA 09 UMF	205,18	205,18	197,41	197,41
ZA 10 UMF	127,31	127,31	138,97	138,97
ZA 12 UMF	109,95	109,95	108,59	108,59
ZA 13 UMF	55,53	55,53	58,1	58,1
TOTAL R7-R15	2.829,60	3.946,17	2.954,72	3.952,96

Quadro 1. 17 - Diagnóstico da Subadutora R7 - R15 – Resultados por Trechos

CARACTERÍSTICAS						RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES			
						ANO 2015		ANO 2040	
Nº	TRECHO	INÍCIO	FINAL	EXTENSÃO (m)	DIÂMETRO (mm)	Q (L/s)	V (m/s)	Q (L/s)	V (m/s)
Subadutora Principal									
1	T1.1	R7	Derivação para o R3/ZA-12*	2060	1600	3.946,17	1,96	3.952,96	1,97
2	T1.2	Derivação para o R3/ZA-12*	Redução 1600 x 1200	1759	1600	3.296,55	1,64	3.305,27	1,64
3	T2.1	Redução 1600 x 1200	Derivação R4 / ZA-09 / ZA-10	5	1200	3.296,55	2,91	3.305,27	2,92
4	T2.2	Derivação R4 / ZA-09 / ZA-10	Derivação R19 /ZA-13	80	1200	2.964,05	2,62	2.968,89	2,63
5	T2.3	Derivação R19 /ZA-13	Derivação ZA-08	1941	1200	1.638,39	1,45	1.644,88	1,45
6	T3.1	Derivação ZA-08	Redução 1200 x 900	1740	900	1.251,16	1,97	1.245,24	1,96
7	T3.2	Redução 1200 x 900	Derivação R5	740	900	1.251,16	1,97	1.245,24	1,96
8	T3.3	Derivação R5	R15	340	900	918,63	1,44	903,14	1,42
Derivações									
9	T22	Derivação para o R3/ZA-12*	ZA-12	650	450	109,95	0,69	108,59	0,68
10	T18	Derivação para o R3/ZA-12*	R3	2345	700	539,67	1,40	539,10	1,40
11	T8.1	Derivação R4 / ZA-09 / ZA-10	ZA-09	724	600	332,50	1,18	336,38	1,19
12	T8.2	ZA-09	ZA-10	1001	600	127,31	0,45	138,97	0,49
13	T19.1	Derivação R19 /ZA-13	ZA-13	552	700	1.325,66	3,44	1.324,01	3,44
14	T19.2	ZA-13	R19	50	700	1.270,13	3,30	1.265,91	3,29
15	T5.1	Derivação R5	Redução 700 X 550	1050	700	342,54	0,89	342,10	0,89
16	T5.2	Redução 700 X 550	R5	582	550	342,54	1,44	342,10	1,44

*Considerou-se a derivação para o R3 aproximadamente no mesmo nó que a derivação para a Zona ZA-12

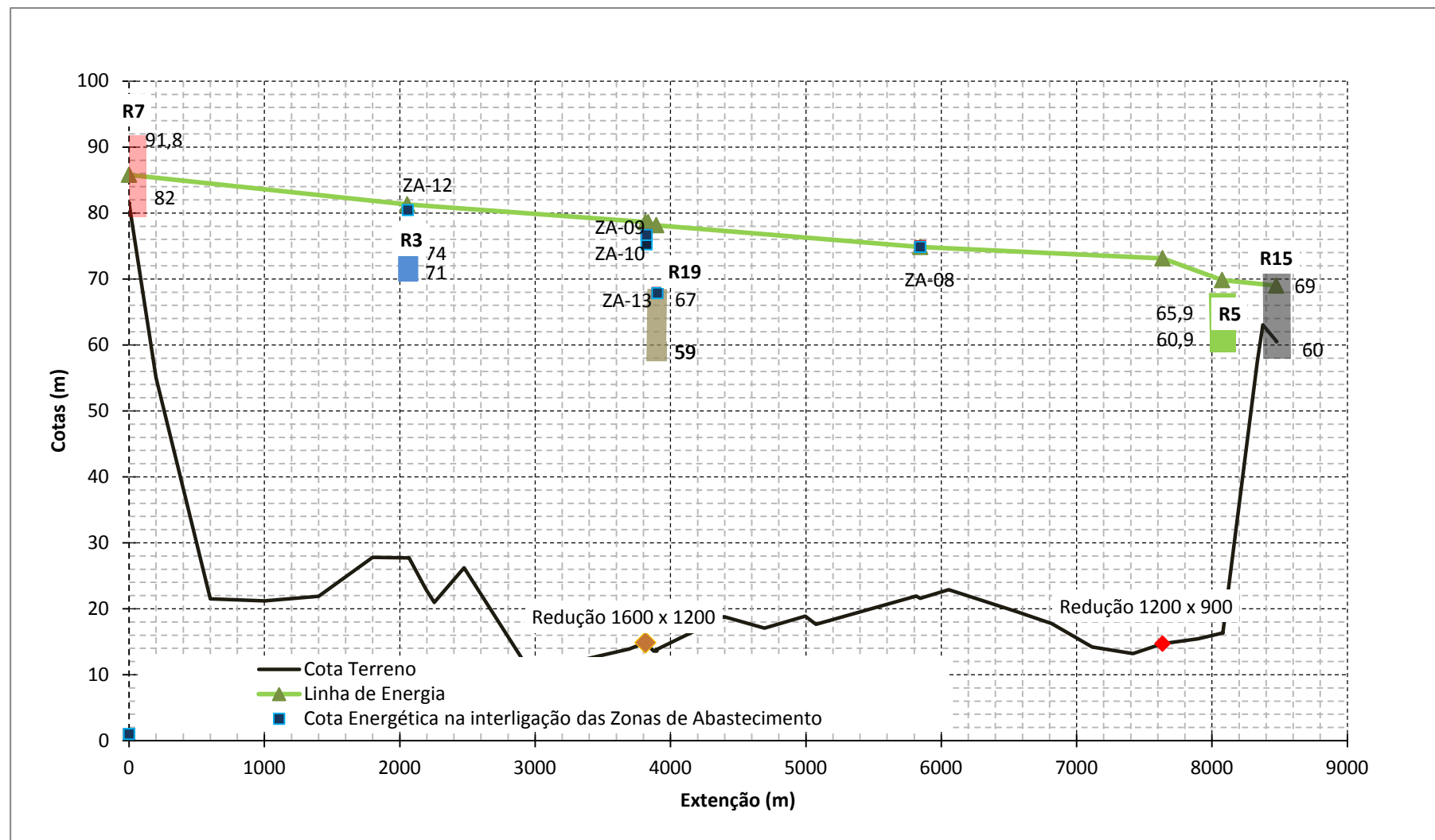


Figura 1. 19 - Perfil Piezométrico da Subadutora de Água Tratada Principal (R7 – R15), com Indicação da Posição e Níveis dos Reservatórios Abastecidos

Comentários e Conclusões:

Com base nos resultados apresentados no **Quadro 1. 16** e na **Figura 1. 19** pode-se formular os seguintes comentários e conclusões:

- a) A capacidade de escoamento global do sistema é de 3.946,17 L/s em 2015 e de 3.952,96 L/s em 2040 enquanto que a demanda máxima diária total a ser atendida pelo sistema é de 2.829,60 L/s, em 2015 e 2.954,72 L/s em 2040. Existe um saldo considerável entre a capacidade de adução do sistema e as demandas a serem atendidas. Com isso, conclui-se, de um modo geral, que o sistema tem capacidade de atendimento das demandas;
- b) A demanda máxima diária do reservatório R3 está sendo atendida com pequena folga em relação a demanda máxima diária a ser suprida pelo reservatório em 2040, enquanto que existe suprimento do reservatório R19 com vazão significativamente superior à demanda máxima diária a ser atendida por este reservatório;
- c) Pelas observações anteriores conclui-se que o sistema encontra-se ligeiramente desbalanceado, com pequena folga no suprimento do R3 e com abastecimento com vazões bem maiores que as necessárias no R19. Uma melhoria no balanceamento do sistema poderá ser obtida introduzindo-se válvulas de controle na derivação para o R19 (Condição a ser estudada na fase de concepção e alternativas); e
- d) Pelos resultados constantes no **Quadro 1. 17** conclui-se que apenas o trecho da derivação para o reservatório R19 apresenta velocidades elevadas, com capacidade operacional (simulação) significativamente maior que a demanda a ser atendida pelo correspondente setor. Com as possíveis restrições a serem indicadas no trecho (ver alínea c) estas vazões reduzirão e as velocidades de escoamento se manterão com valores adequados.

1.2.3. Sistema Adutor de Água Tratada do Recôncavo

Os municípios de Candeias, Madre de Deus e São Francisco do Conde são abastecidos a partir do Sistema Integrado de Abastecimento de Água (SIAA) do Recôncavo. A descrição e diagnóstico do sistema de abastecimento existente podem ser apresentados segundo duas escalas de análise.

A primeira é descrita na escala macro e compreende todo o SIAA do Recôncavo. A segunda, com maior detalhe, é restrita aos subsistemas que abastecem cada município.

O SIAA do Recôncavo é responsável pelo abastecimento de água tratada às cidades de Candeias, São Francisco do Conde, Madre de Deus, assim como a 29 comunidades de pequeno porte, dentre elas, Caboto, Passé, Rio da Cunha, Caroba, Boca da Mata, Mucunga, Roça Grande, Canta Galo, Vila Feliz, Caruaçu, Posto Sanca, Menino Jesus, Fazenda Madeira, Ponta da Laje, Pasto de Fora, Colônia Landulfo Alves, Fazenda Mamão e Quintas, pertencentes ao município de Candeias; Caípe, Monte Recôncavo, Paramirim, Dom João, Santo Estevão, Campinas, Muribeca, Engenho de Baixo, Ilha das Fontes, Ilha do Pati e Socorro, pertencentes ao município de São Francisco do Conde; Ilha de Maré pertencente ao município de Salvador e Ilha de Maria Guarda pertencente ao município de Madre de Deus. Atende, também, a água para consumo humano das indústrias do Centro Industrial de Aratu - CIA-Norte, Porto de Aratu e as indústrias situadas nas proximidades por onde se desenvolvem as adutoras do SIAA do Recôncavo. A **Figura 1. 20** apresenta o croqui esquemático do SIAA do Recôncavo.

O sistema inicia em uma derivação da Adutora Principal de água tratada, com diâmetro 2.300 mm, que abastece a cidade de Salvador, partindo do stand-pipe localizado na área da ETA principal. A derivação da adutora de 2.300 mm está situada a 35 m a jusante do stand-pipe. A adutora por gravidade com extensão de 13.627 m inicia com diâmetro de 1.200 mm e continua em série com diâmetro de 900, passando para diâmetro de 600 mm em ferro fundido em um longo trecho até a área destinada ao reservatório RZB-II de Candeias.

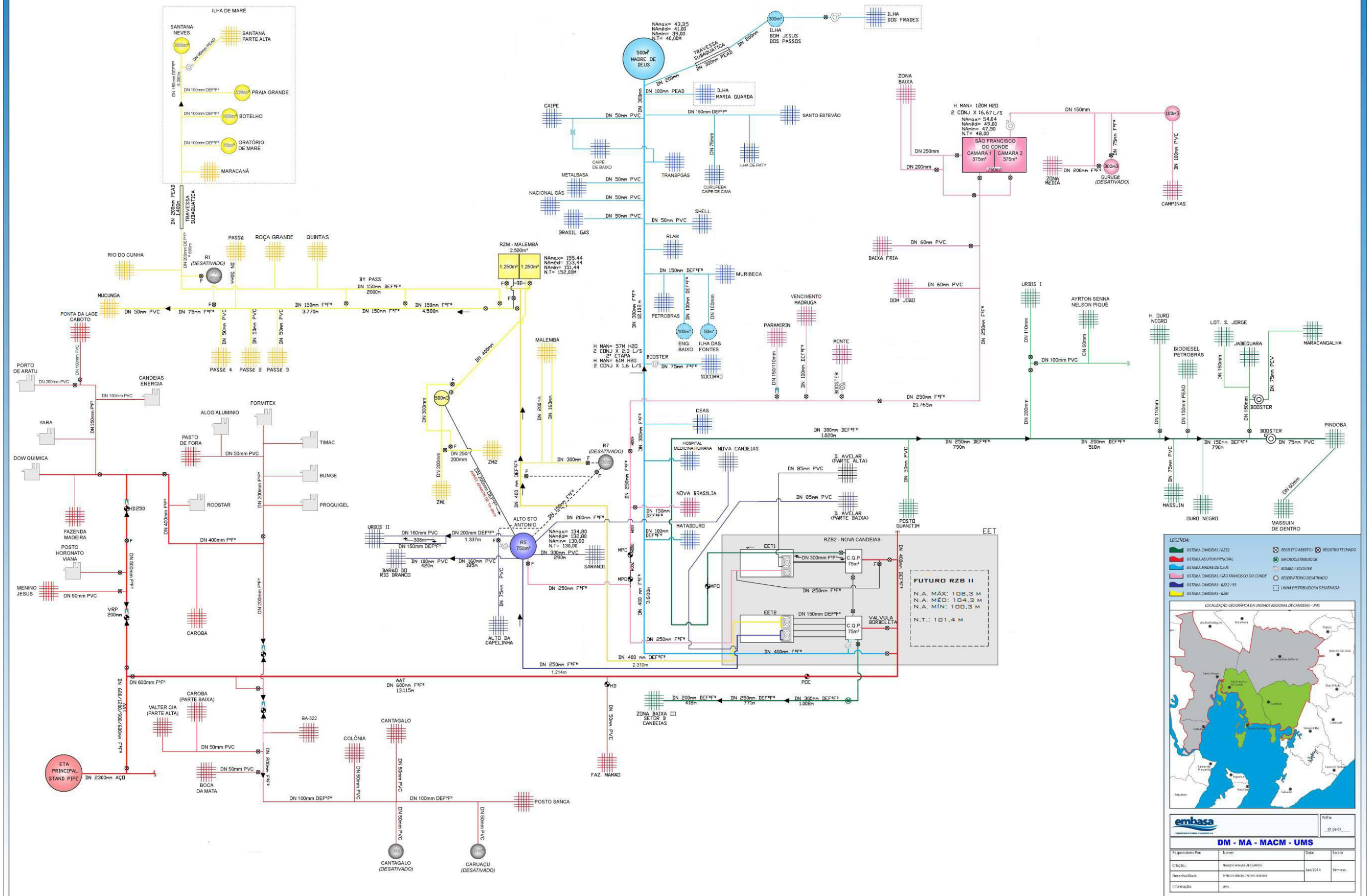
Cabe esclarecer que o reservatório denominado RZB-II ainda não foi construído e ao lado da área destinada a sua implantação foram construídos 02 compartimentos de sucção, cada um com 75 m³ de capacidade, que funcionam provisoriamente também como reservatório de distribuição e caixa de quebra pressão para o abastecimento do SIAA do Recôncavo. Neste relatório, qualquer referência que se faça ao RZB-II é na realidade uma referência a essas unidades existentes que desempenham funções de forma improvisada para suprir a ausência do RZB-II projetado.

A partir das duas câmaras de 75 m³ são abastecidos os subsistemas de Candeias, Madre de Deus, São Francisco do Conde e, conseqüentemente, as respectivas sedes municipais, além de diversas localidades pertencentes a esses municípios. Algumas localidades e indústrias são abastecidas diretamente a partir de derivações na adutora que interliga a Adutora Principal à área do RZB II, portanto, não fazem parte de nenhum destes subsistemas relacionados. Por isso, foi definida a denominação de subsistema Adutora para Candeias para esse abastecimento.

Conforme pode ser observado, trata-se de um sistema complexo onde se mistura adução com distribuição, onde estações elevatórias desempenham funções tanto no recalque entre subsistemas como no abastecimento de bairros e reservatórios, e poços de sucção que desempenham funções de reservatórios, caixa de quebra pressão e caixa de transição para subsistemas distintos. Devido ao alto grau de complexidade e à diversidade de funções de suas unidades componentes, optou-se em tratar o SIAA do Recôncavo de forma única, desde as suas adutoras até as redes de distribuição, no **Volume 04, Capítulo 2**, referente ao diagnóstico desse sistema relativo à reservatórios, redes de distribuição, avaliação de perdas físicas e eficiência energética, pois de outra forma o entendimento do sistema seria dificultado.

Entre as unidades de produção que abastecem o SIAA do Recôncavo, no presente relatório são tratadas a ETA Principal e as adutoras de água bruta que a alimentam.

PLANTA ESQUEMÁTICA DO SISTEMA MACRODISTRIBUIDOR DE ÁGUA TRATADA DAS CIDADES DE CANDEIAS / SÃO FRANCISCO DO CONDE / MADRE DE DEUS



1.3. ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE AGUA

1.3.1. ETA Principal

1.3.1.1. Capacidade da ETA

A ETA Principal, inaugurada em 1991, está localizada no km 35 da BR-324, próximo à localidade conhecida por Menino Jesus, no divisor de águas das bacias hidrográficas de Aratu e Joanes.

A estação, destinada inicialmente para tratar a água do rio Paraguaçu transportada pela adutora de Pedra do Cavalo, nas condições atuais também recebe contribuições da represa Joanes II e de Santa Helena.

A ETA Principal é do tipo convencional, constituída à época de sua construção pelas seguintes unidades: câmara de chegada com vertedor Creager, canal com extravasor, floculadores mecânicos, dois decantadores convencionais, quatorze filtros rápidos de dupla camada e reservatório de água filtrada, estação elevatória de água tratada e casa de química. A ETA foi projetada para ser implantada em três etapas, cada uma com capacidade nominal de 4,34 a 6,34m³/s, dependendo de melhorias a serem consideradas na fase de operação. As unidades inicialmente construídas correspondem à 1ª etapa do projeto.

Em razão da insuficiência das unidades originais para promover a decantação da água de Pedra do Cavalo, caracterizada por baixa turbidez e cor moderada a alta, em 2001 foi implantado um terceiro decantador, com as mesmas dimensões básicas dos originais, porém subdividido em quatro câmaras equipadas com módulos de PVC para alta taxa de decantação.

Em 2013 o sistema adutor Joanes II - ETA Principal foi ampliado. Para receber a nova adutora (DN 1900 mm) foi construída uma caixa de mistura de água bruta, a montante da estrutura de entrada da ETA Principal, que funciona como caixa de equalização na chegada das adutoras de Pedra do Cavalo e da barragem do Joanes II, de modo a tornar mais homogênea a mistura das águas, cujas características são bastante diferentes. Também foi construído um segundo canal de água coagulada até os floculadores e um terceiro módulo de floculação.

O **Quadro 1. 18** apresenta as vazões afluentes à ETA Principal no período Junho/2012 - Julho/2014. Considerando a evolução das vazões nesse período e informações obtidas com a equipe de operação da ETA Principal, estima-se que a capacidade atual de produção de água tratada na ETA Principal situa-se entre 7,6 m³/s e 8,0 m³/s, adotando-se 7,6 m³/s para efeito dos estudos do presente Plano.

Quadro 1. 18 - Vazões na entrada da ETA Principal no período Junho/2012 - Julho/2014

MESES	VAZÕES NA ENTRADA DA ETA PRINCIPAL		
	ANO 2012	ANO 2013	ANO 2014
Janeiro		7,730	7,732
Fevereiro		7,718	7,840
Março		7,740	7,844
Abril		7,432	7,957
Maio		7,299	7,913
Junho	7,290	7,146	7,790
Julho	7,466	7,341	7,379
Agosto	7,302	7,228	
Setembro	7,404	6,930	
Outubro	7,363	7,529	
Novembro	7,395	7,694	
Dezembro	7,668	7,817	
MÉDIAS ANUAIS	7,413	7,467	7,779

Fonte: EMBASA, 2014.



Figura 1. 21 - Vista Parcial da ETA Principal



Figura 1. 22 - Ampliação da ETA Principal

Em linhas gerais a ETA se compõe de câmara com vertedor Creager, canal com extravasor, floculadores mecânicos, decantadores convencionais e de alta taxa, filtros rápidos de dupla camada, reservatório de água filtrada, estação elevatória de água tratada, *standpipe* e casa de química.

A seguir serão descritas as características principais destas unidades, destacando-se as taxas de trabalho, condições de operação e deficiências verificadas.

1.3.1.2. Câmara de Chegada de Água Bruta

As adutoras de água bruta penetram na câmara de chegada pela parte inferior. Após percorrer um sistema de chicanas a água passa por um vertedor Creager que tem as funções de medição de vazão e de dispersão e mistura dos coagulantes e do cloro (pré-cloração), aproveitando a queda d'água e a agitação resultante na câmara de descarga. No lado posterior da câmara existem comportas que descarregam a água bruta para o canal de extravasão da ETA. Estas comportas são abertas quando a vazão que chega é maior que a que se necessita para tratar. O ajuste da vazão da ETA é feito, portanto, pelo controle de abertura destas comportas. Os coagulantes atualmente usados são o sulfato de alumínio (80%) e o sulfato férrico (20%).

O canal de água misturada que leva água da câmara de chegada para os floculadores tem paredes laterais que funcionam como vertedores que despejam a água no canal lateral de extravasão.

1.3.1.3. Floculadores

Para cada um dos decantadores implantados existem quatro unidades de floculação, sendo cada unidade constituída de quatro câmaras em série com dimensões de 9,75 m x 9,75 m e profundidade média de 3,62 m.

A NBR 12216 recomenda um tempo de detenção entre 30 e 40 minutos para floculadores mecanizados, significando que os floculadores existentes poderiam receber uma vazão de até 7,71 m³/s, admitindo o tempo de detenção de 30 minutos $[9,75 \times 9,75 \times 3,65 \times 40 / (30 \times 60) = 7,71 \text{ m}^3/\text{s}]$.

Os agitadores mecânicos de eixo vertical têm gradiente de velocidade decrescentes na seguinte sequência: 70 s⁻¹, 55 s⁻¹, 40 s⁻¹ e 25 s⁻¹.

Com a mistura das águas dos dois mananciais as condições de floculação melhoraram devido ao aumento da turbidez oriunda da água da represa do Joanes II. Na situação anterior a formação de flocos era deficiente em razão da baixa turbidez da água bruta proveniente de Pedra do Cavalo, não havendo praticamente formação de flocos.

Para redução da cor da água bruta, tem sido usada a pré-cloração, agindo o cloro como clarificador da água.

1.3.1.4. Decantadores

A ETA Principal dispõe de seis decantadores, sendo dois de escoamento horizontal e quatro de escoamento vertical.

Os dois primeiros são decantadores convencionais, cada um com 119,4 m de comprimento e 39,64 m de largura e 4,80 m de profundidade. Considerando como 2/3 a área efetiva de decantação, ou seja, $2/3 \times 119,40 \times 39,64 = 3.155,3 \text{ m}^2$, descontando a área coberta com as calhas de coleta de água decantada, e considerando 1,30 m³/s a vazão atual de cada decantador convencional, obtém-se uma taxa de escoamento superficial de 35,6 m³/m²/dia, valor inferior a 40 m³/m²/dia, limite máximo recomendado no item 5.10.4.1 da NBR 12216 – Projeto de Estação de Tratamento de Água para Abastecimento Público. Não se recomenda o aumento da vazão escoada nos decantadores horizontais, uma vez que a velocidade longitudinal de escoamento $[1,3 / (39,64 \times 4,80) = 0,68 \text{ cm/s}]$ está próxima do limite de arraste dos flocos (0,75 cm/s).

Para cada decantador convencional existem dois removedores de lodo que arrastam o lodo por meio de raspadores de fundo para o poço situado próximo ao centro do equipamento, de onde é descarregado por gravidade através da abertura de adufa de 200 mm de diâmetro.

A área coberta pelos removedores de lodo equivale aproximadamente aos dois terços iniciais do decantador, zona onde se concentra 80% do material sedimentado. A área final onde se localizam as calhas de coleta de água decantada não conta com equipamento da retirada do lodo, devendo a limpeza, embora pouco frequente, ser feita mediante esvaziamento do decantador.

As perdas de água devido às descargas para remoção do lodo estão em torno de 4,5 a 5% do volume tratado.

A coleta de água decantada é feita por dez calhas longitudinais com 44,80 m de comprimento, dispostas no trecho final de cada decantador convencional, representando 896m de extensão de vertedor praticamente no limite da faixa recomendável entre 2 e 3 L/s x m.

Os decantadores verticais de alta taxa (decantadores tubulares) foram projetados para uma vazão de 6,0 m³/s, sendo 1,5 m³/s para cada câmara, com área de decantação de 39,8 x 29,65 = 1.180 m², correspondendo a uma taxa de aplicação superficial de aproximadamente 110 m³/m²/dia. Atualmente, os decantadores tubulares operam satisfatoriamente, com vazão de 5 m³/s.

1.3.1.5. Filtros

O número total de filtros previstos foi de 28 unidades, tendo sido implantados na etapa inicial 14 unidades. Os filtros são de dupla camada filtrante, de areia e antracito, sendo formados por duas câmaras, representando uma área de 166,3 m² para cada filtro. O antracito vem sendo perdido gradativamente durante as lavagens dos filtros, restando uma fina camada desse material. Está previsto pela EMBASA a reposição do leito de antracito para recompor a camada filtrante original. Recomenda-se que esta reposição se faça no menor prazo possível, pois, além da alta taxa de filtração conferida pelo leito filtrante quando funcionando de forma completa, a falta da camada de antracito propiciará a diminuição do tempo de lavagem dos filtros, com aumento substancial das perdas no período de lavagem.

Os filtros são de fluxo descendente, funcionando a taxas declinantes variáveis, o que é assegurado pela entrada de água através de um canal comum para todas as unidades, sendo as comportas da entrada posicionadas em nível abaixo do N.A. mínimo dos filtros. Para evitar taxas filtrantes elevadas, que ocorrem logo após a lavagem dos filtros, existem caixas com vertedouros, uma para cada dois filtros contíguos, as quais recebem a água filtrada despejando-a no canal que a conduz para o reservatório de contato. Estes vertedouros, além de medir a vazão filtrada, servem para coleta de amostras para ensaios físico-químicos e impedem que o nível d'água nos filtros fique abaixo do nível superior da camada filtrante, evitando a entrada de ar nesta camada.

A lavagem dos filtros é feita de duas maneiras: a contracorrente e por lavagem sub-superficial.

Na lavagem a contracorrente é usada uma velocidade ascensional de 0,8 m/min, o que resulta em uma vazão de lavagem de 2,2 m³/s, a qual é fornecida por um reservatório elevado ("stand-pipe") com volume de 2,120 m³, suficiente para a lavagem de dois filtros, em tempo de lavagem de oito minutos.

A lavagem sub-superficial é feita por dez agitadores rotativos tipo Palmer com 3,85 m de diâmetro, gastando-se em média 100 L/s de água em cada lavagem.

O tempo de funcionamento de um filtro, entre lavagens, também conhecido como carreira de um filtro, é de 18 a 24 horas, em média. Este tempo é superior ao intervalo de 18 horas previsto no projeto.

Os 14 filtros rápidos existentes, com área unitária de 166,3 m², operam com taxa de filtração de 282 m³/m²/dia considerando a vazão atual de 7,6 m³/s da ETA Principal. Segundo a norma NBR 12216 a taxa máxima de filtração em filtros rápidos de fluxo descendente não deve exceder 360 m³/m²/dia.

1.3.1.6. Sistema de Preparação e Dosagem de Produtos Químicos

Os produtos químicos utilizados no tratamento são o sulfato de alumínio, o sulfato férrico, a cal hidratada, o cloro gasoso, o ácido fluorsilícico e o polieletrólito não iônico.

O sulfato de alumínio é adquirido na forma líquida com concentração de 50% e estocado em seis tanques verticais de fibra de vidro com capacidade de 55 m³ cada. Após a dosagem a solução é diluída antes da aplicação, à jusante do vertedor Creager situado na chegada da água bruta. A dosagem máxima de coagulantes praticada atualmente está em torno de 50 mg/L.

O cloro gasoso é usado para a pré-cloração e para a pós-cloração, com dosagem média de 7,0 mg/L. O consumo de cloro é bastante elevado, chegando a consumir atualmente quatro toneladas por dia. O cloro é estocado em carretas de 20 toneladas. A retirada do cloro dos tanques é feita na forma líquida, transformando-se em gás após passar por evaporadores e daí seguindo para os dosadores. A dissolução do cloro-gás com água é feita por ejetores colocados um pouco antes dos pontos de aplicação.

Como já foi visto, a pré-cloração é usada para clarificar a água através de reação de oxidação com as substâncias dissolvidas e os colóides formadores da cor. A água tratada algumas vezes ultrapassa o limite de cor de 15 mg Pt/l recomendado pela Portaria nº 2914/11 do Ministério da Saúde. Pelos resultados dos ensaios de água tratada verifica-se que os picos de cor de água tratada vem sempre associados a valores de turbidez da água bruta, maiores que os usuais.

Convém salientar que a dosagem de cloro não pode ser excessiva de modo a elevar o teor de trihalometanos, cujo limite foi fixado na Portaria nº 2914/11 do Ministério de Saúde em 100 µg/L. Atualmente o teor de THM na água tratada está bem abaixo de 100 µg/L.

A cal é aplicada exclusivamente para correção do pH. Para tanto é usada a cal hidratada a qual é recebida em *bags* (sacos) de 1000 kg, sendo transferida e dosada por rosca transportadora para um tanque onde sofre diluição antes de chegar aos pontos de aplicação.

Para a dosagem das soluções de sulfato, de cal e de ácido fluorsilícico são usadas bombas peristálticas. A dosagem média de cal está em torno de 7 mg/L. Atualmente não vem sendo usada a cal no tratamento.

A fluoretação da água é feita através da aplicação de ácido fluorsilícico, na dosagem média de 0,7 mg/L, que juntamente com o teor de flúor contido na água bruta, resulta em uma concentração final de flúor de 0,80 mg/L na água tratada.

As dosagens médias praticadas são as seguintes:

- | | |
|------------------------|-----------|
| - Cloro | 7 mg/L |
| - Sulfato | 50 mg/L |
| - Polieletrólito | 0,09 mg/L |
| - Ácido flúor silícico | 0,7 mg/L |

1.3.1.7. Extravasesores das águas de lavagem dos filtros e lodos dos decantadores

As águas extravasadas no processo de tratamento são descarregadas em um canal de concreto que contorna os decantadores e filtros, com capacidade de transportar a vazão final do projeto da ETA. Deste canal a água é encaminhada por tubulação de aço até um fundo de vale, terminando com uma estrutura de dissipação de energia e daí seguindo para a calha do rio Joanes.

As descargas de águas de lavagem de filtros e dos lodos dos decantadores atualmente são feitas com lançamento final na vertente da bacia do Joanes, nas proximidades da ETA.

Convém salientar que se encontra em fase de projeto o sistema de tratamento dos lodos produzidos na ETA. A quantidade de lodos atualmente é bastante reduzida em vista da pouca turbidez da água bruta. O

tratamento dos lodos terá como benefício o reaproveitamento das águas resultantes da separação da fase líquida da fase sólida, reduzindo, assim, as perdas de água no tratamento a menos de 1% da vazão de água bruta.

O sistema de tratamento dos lodos será composto das seguintes unidades:

- Tanque de equalização
- Adensadores de lodo
- Secadores mecânicos

O tanque de equalização terá a função de receber as descargas de lodo dos decantadores e lavagem dos filtros, armazenando-as e liberando uma vazão constante para os adensadores. O tanque de equalização terá a função de regularizador das vazões afluentes.

Os adensadores terão a função de remover o máximo de água possível, produzindo um lodo concentrado, mais adequado para a etapa seguinte, de secagem mecânica. Foram previstos três adensadores, que funcionarão alternadamente, cada um cumprindo duas etapas – a primeira, de recepção do lodo do tanque de equalização, a segunda, constituída por um período de descanso. Ao final deste período o lodo concentrado acumulado no fundo do adensador será bombeado para os secadores mecânicos.

A seguir são apresentadas considerações sobre os parâmetros e critérios adotados na ampliação realizada em 2001 com a descrição das intervenções nas unidades do tratamento para capacitá-las a tratar 8 m³/s.

Como condição ideal para tratar a vazão de 8,0 m³/s, deveria se utilizar o canal de água coagulada existente para servir aos 2 (dois) floculadores que operam, cada um em série com cada decantador convencional dos 2 (dois) existentes, e estendê-lo para também servir a um novo floculador que deveria operar em série com a unidade de decantação de taxa acelerada.

Na ocasião, devido à falta de recursos, foi construído apenas um decantador de taxa acelerada com capacidade de absorver uma vazão de até 6,5 m³/s e corrigir a ineficiência de sedimentação dos decantadores convencionais, por terem sido projetados para operar com taxa de escoamento superficial não compatível com as características físico-químicas (cor, turbidez, pH e alcalinidade) da água “in natura” do rio Paraguaçu.

Foi considerado na operação normal, apenas 1 (um) decantador convencional operando (considerando o outro fora de carga) com vazão de 1,5 m³/s e a unidade de taxa acelerada com 6,5 m³/s, por ser a condição mais desfavorável em relação a perda de carga.

Para o projeto de adaptação da ETA foram adotadas as seguintes intervenções:

- Foram mantidos os floculadores existentes, do tipo turbina, e aumentadas as áreas dos orifícios de passagens entre as câmaras para manutenção de velocidade $\leq 0,65$ m³/s e gradientes adequados;
- Cada floculador em operação é formado por 4 câmaras em série, que servem a cada um dos decantadores convencionais. De cada floculador apenas serão utilizadas 3 (três) câmaras (1ª, 2ª e 3ª) para floculação. As câmaras desativadas serão transformadas em canal de água floculada, onde se prevê a instalação de comportas de superfície e execução de aberturas nas paredes laterais para distribuição das vazões nos decantadores convencionais e escoamento das vazões excedentes de cada floculador para as unidades de decantação de taxa acelerada;
- Cada um dos 4 decantadores de taxa acelerada tem área de 1.194 m² (30 x 39,8 m) e foi projetado para operar com vazão de até 1,625 m³/s;
- Para a vazão de 6,5 m³/s, cada decantador operará com taxa de 117,60 m³/m².dia na área coberta pelos módulos tubulares, equivalente a um decantador convencional com taxa de 24,98 m³/m².dia;
- O fundo de cada decantador é constituído por troncos de prismas dotados de canais, com o objetivo de concentrar e facilitar a remoção do lodo decantado em toda a extensão do decantador para um

canal frontal e, daí, descarregado através de 3 (três) válvulas borboletas de $\varnothing = 700$ mm num canal de concreto armado que conduzirá para o sistema de drenagem da ETA;

- Para a coleta de água decantada dos decantadores de alta taxa foram construídas 12 (doze) calhas (0,80 x 1,0 x 121 m), que conduzirão a água para um canal de água decantada (3,30 x 3,40 x 44 m) interligado com o canal existente que serve aos 14 (catorze) filtros em operação;
- Serão mantidos os 14 (catorze) filtros existentes, que operarão com taxa de 296,88 m³/m².dia e de 319,72 m³/m².dia, com um filtro fora de operação.

1.3.1.8. Avaliação do processo de tratamento

O teor de alumínio verificado na água bruta que chega na ETA Principal tem sido controlado mediante o uso, como coagulante, da mistura do sulfato de alumínio e do sulfato férrico.

O aumento considerável de florações de algas / cianobactérias tem sido combatido com a aplicação de pré-cloração na chegada da água bruta na ETA. A pré-cloração também tem removido o teor de amônia apresentado pela água bruta em alguns períodos do ano.

Para reduzir o teor de alumínio presente na água bruta vem sendo usado como coagulante uma mistura de 20% em volume de sulfato férrico e 80% de sulfato de alumínio, aliado a um aumento da frequência das descargas e das lavagens dos decantadores.

A coagulação com sulfato férrico em meio ácido (pH igual a 5,5) vem sendo praticada com a finalidade de oxidar os ácidos húmicos e fúlvicos precursores da formação de THM.

1.3.2. ETA's do Parque da Bolandeira

São duas as ETA's do parque de tratamento da Bolandeira: a ETA Vieira de Mello, construída em 1963 com capacidade de 1.220 L/s e a Theodoro Sampaio, de construção mais recente (1972), tendo capacidade de 1.650 L/s. Ambas foram ampliadas em 1978 para comportar uma vazão de 2.500 L/s cada. Atualmente as ETA's tratam uma vazão um pouco abaixo de 4.000 L/s, pois com vazões maiores a qualidade da água tratada é reduzida.

O Parque da Bolandeira dispõe de um compartimento geral de recebimento da água bruta aduzida pelos sistemas adutores Joanes I – Bolandeira e Ipitanga I – Bolandeira, a partir do qual as ETAs Vieira de Mello e Theodoro Sampaio são atendidas.

Neste compartimento estão instalados dois CMBs que proporcionam o rebaixamento do nível de água estabelecendo gradiente hidráulico compatível com o escoamento da vazão operacional das ETA's. As descargas das bombas são direcionadas ao compartimento vizinho de mistura rápida, onde é feita a aplicação de coagulantes. Os dois CMBs são iguais, tendo cada um as seguintes características:

- Bomba centrífuga da marca KSB, modelo PNZ-600-580;
- Vazão nominal de 4.320 m³/h (1.200 L/s) e altura manométrica total nominal de 7,0 mca;
- Motores elétricos: marca Bardella Borrielo, rotação de 700 rpm e potência de 150 CV.

Quanto à concepção para a adução de água potável, cada ETA dispõe de uma Estação Elevatória (EE), que encaminha a água tratada para o reservatório de sucção da elevatória denominada de “Baixa Carga”, onde ocorre o recalque para o compartimento de sucção da denominada elevatória de “Alta Carga”.

A EE da ETA Vieira de Mello encontra-se desativada, considerando que os dois sistemas originalmente atendidos por esta EE - Setor de Pitangueiras/Brotas (R4) e Setor da Caixa D'Água (R3) - estão sendo abastecidos a partir da subadutora do Parque do Cabula (R7) ao Parque da Federação (R15). O Setor da Caixa D'Água (R3) tem estudo de alternativa de adução a partir da EE da ETA Theodoro Sampaio, com a utilização de uma sequência de adutoras, incluindo a metade final da antiga adutora (DN 700) proveniente da EE da ETA Vieira de Mello. Desse modo, a ETA Vieira de Mello somente encontra-se contribuindo para a

elevatória de “Alta Carga”, que bombeia água para o reservatório R7 através adutora de aço de 1500 mm de diâmetro.

A EE da ETA Theodoro Sampaio, além de contribuir para a elevatória de “Alta Carga” recalca água para o Setor da Duna (R1), ao mesmo tempo bombeando para antigas adutoras, que atualmente funcionam como linhas tronco (mesmas tubulações que compõem a alternativa de adução para o Setor da Caixa D’Água - R3, acima referida). O Setor da Duna também pode ser suprido pelo bombeamento da ETA Vieira de Mello.

A elevatória de “Alta Carga”, por intermédio da adutora com DN 1.500, proporciona uma significativa vazão para os reservatórios do Parque do Cabula (R7).

O Setor da Duna (R1), um dos mais significativos de Salvador em termos de densidade de ocupação, é atendido pelo Parque da Bolandeira através de uma adutora com DN 700 partindo da EE da ETA Theodoro Sampaio, com extensão da ordem de 1.500 m. O Setor da Duna está sendo objeto de projeto de atualização e reorganização, que prevê a ampliação da capacidade volumétrica de reservação, ampliação (reforço) da capacidade operacional de linhas tronco e de uma segunda adutora, com DN 1.000, seguindo em grande parte um traçado distinto da linha existente, em decorrência das dificuldades encontradas em razão da acentuada ocupação no setor.

A EMBASA também dispõe de estudo recente de uma nova EE no Parque da Bolandeira, para a adução destinada ao reservatório da Duna (R1), com adução simultânea para o reservatório do Cabula (R7), que levaria à desativação da elevatória de “Alta Carga”.

As duas ETA's têm características idênticas, com número e dimensões de floculadores, decantadores e filtros praticamente iguais, diferenciando-se na disposição e dimensões do canal de água misturada que dá acesso aos floculadores.

A ampliação de capacidade consistiu nas seguintes medidas:

- Aumento do número de câmaras de floculação, passando de quatro para seis, em cada floculador;
- Mudança nos gradientes de velocidade dos agitadores mecânicos de eixo vertical dos floculadores, escalonando-se estes gradientes de forma decrescente de montante para jusante nas seis células;
- Instalação de módulos tubulares nos quatro decantadores, transformando-os em decantadores de alta taxa;
- Implantação de novo sistema de distribuição de água floculada, de descarga de lodo e de coleta de água decantada, consistindo em três condutos longitudinais igualmente espaçados, para cada decantador. O recolhimento de água decantada é feito por diversas calhas transversais que descarregam nos canais longitudinais existentes na parte superior dos condutos antes descritos. A remoção do lodo é feita hidraulicamente mediante abertura de válvulas existentes nas tubulações que comunicam os septos de coleta de lodo com os canais de descarga de lodo situados entre os filtros e os decantadores;
- Adequação dos filtros para trabalharem com taxas maiores, da ordem de 366 m³/m².dia, sendo a camada filtrante constituída de leito de areia.



Figura 1. 23 - Vista parcial das ETA's Vieira de Mello (esquerda) e Theodoro Sampaio (direita)

As ETA's são constituídas por câmara de chegada, calha Parshall, canal de água coagulada, quatro floculadores seguidos de quatro decantadores, dez filtros convencionais rápidos, tanque de contato para armazenamento da água clarificada e tanque coletor das descargas dos decantadores e da lavagem dos filtros.

A seguir serão abordadas as características principais destas unidades, suas deficiências e as modificações feitas após as obras de ampliação.

1.3.2.1. Calha e Medidor Parshall

Nas duas estações as calhas Parshall são usadas para dispersão e mistura dos coagulantes, porém não tem condições de medir a vazão devido à grande turbulência existente na entrada de água bruta.

Nas duas ETA's a chegada de água bruta da adutora do Ipitanga é feita em caixa de reunião, a mesma que recebe a água proveniente das adutoras do Joanes I.

1.3.2.2. Floculadores

Cada floculador é dividido em seis câmaras com volume de 153 m³, resultando em um tempo de detenção de 29 minutos considerando a vazão nominal de 2.500 L/s para cada ETA. A cada decantador está associado um floculador.

1.3.2.3. Decantadores

A área coberta por módulos tubulares em cada decantador é de 490 m², o que confere uma taxa média de escoamento superficial de 95,3 m³/m².dia, parâmetro considerado aceitável pelas normas brasileiras. Para melhorar a sedimentação dos flocos recomenda-se limitar a velocidade de sedimentação em 3,5 cm/s e o uso de polieletrólito para aumentar a densidade do floco e melhorar sua sedimentação.

As descargas de fundo para remoção do lodo são feitas com frequência diária. Existe uma zona morta entre o fim dos decantadores e os filtros, a qual tem comunicação com o canal de descarga de lodo. Esta zona é usada como tanque de sedimentação do lodo dos decantadores e filtros. A água sobrenadante é reaproveitada retornando à caixa de reunião para tratamento. A parcela não recuperada das descargas dos decantadores e da lavagem dos filtros é encaminhada para a elevatória de esgotos do Saboeiro. Atualmente só é reaproveitada a água de lavagem dos filtros, devido ao alto teor de matéria orgânica da água bruta.

Algumas calhas coletoras de água decantada recebem mais água que outras devido ao desnivelamento dos vertedores triangulares laterais às calhas. Para evitar fluxos preferenciais que possam acarretar arraste de flocos é recomendável que se faça com maior frequência o ajuste de nível destes vertedores.

1.3.2.4. Filtros

Os filtros são constituídos por camada única de areia com espessura de 0,60m e tamanho efetivo entre 0,7 e 1,0 mm. Os fundos tipo Leopold anteriormente existentes foram substituídos por tubos perfurados de PVC, que vêm funcionando satisfatoriamente. Durante a lavagem à contracorrente, no entanto, observa-se deficiente distribuição do fluxo devido à forma alongada do filtro, sendo as camadas filtrantes mais afastadas da entrada de água submetidas a lavagem insuficiente.

A lavagem superficial é feita por sistema fixo de tubulações perfuradas. O reservatório de água de lavagem tem capacidade insuficiente para atender a um tempo de lavagem maior que 7 minutos.

Os filtros funcionam com vazão constante e perda de carga variável. O controle da vazão afluente a cada filtro é feito por comporta retangular inserida no canal de água decantada.

As ETA's do parque da Bolandeira são bastante vulneráveis a enchentes, já tendo ocorrido inundações da estação elevatória de baixa carga, quando a enchente coincide com a interrupção do bombeamento, com danos aos equipamentos de bombeio. Esse problema, aliado à pouca disponibilidade de espaço, torna contra indicada a ampliação das unidades existentes.

1.3.2.5. Sistema de Preparação e Dosagem de Produtos Químicos

Os produtos químicos utilizados no tratamento são o sulfato férrico a 41% como coagulante, o hidróxido de cálcio (cal) como auxiliar de coagulação e correção final do pH, o permanganato de potássio como agente oxidante, o cloro gasoso na pré-cloração e na desinfecção e o ácido fluorsilícico para fluoretação.

O sulfato férrico é um coagulante tendo como principal característica apresentar um alto teor de ferro, resultando em uma floculação e decantação extremamente mais eficiente que os coagulantes tradicionais. O sulfato férrico tem também a vantagem de formar flocos mais densos e mais facilmente decantáveis.

O sulfato é recebido na forma líquida e armazenado em oito tanques de fibra de vidro com 40 m³ de capacidade cada. Destes tanques, localizados ao lado da ETA Vieira de Mello, a solução concentrada a 41% é recalçada para tinas de diluição, de onde é encaminhada aos dosadores.

Para o preparo da suspensão de leite de cal a 5%, a cal é recebida em bags (sacos) de 1000 kg, sendo transferida e dosada por rosca transportadora para um tanque onde sofre diluição antes de chegar aos pontos de aplicação.

Para a dosagem das soluções de sulfato, de cal e de ácido fluorsilícico, são usadas bombas peristálticas.

O emprego do permanganato de potássio no pré-tratamento da água tem por finalidade impedir a formação de trihalometanos, não interferindo no pH da água bruta. A aplicação do permanganato de potássio não é feita de forma continua, sendo aplicado no período de floração das algas, geralmente no verão.

Por outro lado a pré-cloração está sendo feita pela necessidade do uso de um forte oxidante, em função da qualidade da água bruta. Em média são gastos quatro cilindros de cloro por dia, com capacidade de 900 kg.

As dosagens máximas e mínimas praticadas são as seguintes (**Quadro 1. 19**):

Quadro 1. 19 - Dosagens médias nas ETA's de Bolandeira

PRODUTO	DOSAGEM MÉDIA (mg/L)
Sulfato férrico	28,5
Cal	35,0
Cloro (pré-cloração)	13,2
Cloro (pós-cloração)	3,2
Permanganato de potássio	1,0
Flúor	0,7

Fonte: Embasa, 2014.

1.3.2.6. Avaliação do Processo de Tratamento

As águas dos rios Joanes e Ipitanga, aduzidas para as duas ETA's de Bolandeira vem apresentando altas concentrações de matéria orgânica, indicando contaminação do manancial por esgoto doméstico e/ou despejos industriais. Os altos teores de fósforo encontrados nas análises de água das represas do Joanes I e Ipitanga I indicam o estado trófico desses mananciais, justamente os reservatórios onde tem ocorrido as maiores florações de algas/cianobactérias.

A remoção das algas/cianobactérias tem sido feita mediante coagulação ácida com sulfato férrico (pH 5,5), antecedido por pré oxidação com permanganato de potássio aplicado na caixa de reunião das águas provenientes dos mananciais, localizada no Parque da Bolandeira.

As duas ETA's de Bolandeira tem apresentado altos teores de ferro e manganês nas águas afluentes, substâncias que vem sendo removidas com a pré-cloração e oxidação, de modo a manter a água tratada com teor de ferro menor que 0,3 mg/L, limite recomendado pela Portaria 2914/11 do MS. Como resultado negativo, a pré-cloração resultou na formação de trihalometanos (THM) em concentração na água distribuída tendendo a ultrapassar o padrão de potabilidade.

Para minimizar a formação de THM, vem sendo utilizado o permanganato de potássio em substituição ao cloro como pré oxidante. A coagulação com sulfato férrico em meio ácido (pH de 5,5) tem a finalidade de oxidar os precursores de formação do THM, reduzindo sua concentração total para valores abaixo dos limites máximos da Portaria 2914/11 do MS. A dosagem máxima de permanganato tem sido mantida abaixo de 1 mg/L para evitar a ocorrência de cor rosada na água tratada.

As águas da represa do Joanes I contem materiais graxos que formam natas de lodo que se acumulam na superfície da água dos decantadores. A remoção desses materiais graxos emulsificantes, vem sendo feita com a adição de carbonato de cálcio formado pelo CO₂ liberado na reação de coagulação com o hidróxido de cálcio adicionado após a coagulação para desestabilizar a emulsão. Os precipitados de carbonato de cálcio na forma de cristais possuem a capacidade de adsorver o material graxo sobrenadante arrastando-o para o fundo dos decantadores.

1.3.2.7. Possibilidade de Ampliação das ETA's de Bolandeira

Devido às limitações de área no Parque da Bolandeira, não é recomendável a ampliação das ETA's Vieira de Mello e Theodoro Sampaio. A vazão a tratar nas duas ETA's deve ser limitada a 4.000 L/s, pois nas ocasiões em que tratou-se vazões maiores houve uma sensível piora na qualidade da água tratada. A capacidade das ETA's deve ficar, portanto, aquém da capacidade prevista no projeto (5.000 L/s).

O crescimento das demandas das áreas atendidas pelas ETA's deverá ser complementado ou coberto com parte da vazão produzida na ETA Principal.

1.3.2.8. Reservatórios e Estações Elevatórias do Parque da Bolandeira

- Reservatório de Baixa Carga

É um reservatório localizado entre as duas estações de Bolandeira, com capacidade de armazenamento de aproximadamente 900 m³, que reserva as sobras de água dos reservatórios de contato das duas estações.

- Estação elevatória Baixa Carga

Bombeia para o reservatório de Alta Carga por meio de três conjuntos motobombas independentes, com as seguintes características:

- Fabricante: KSB; modelo PNZ-600-580;
- Vazão nominal de 4.320 m³/h por bomba (1.200 L/s) e altura manométrica total nominal de 7,0 m;
- Motor CMB 01: marca Bardella/Borrielo, rotação de 700 rpm e potência de 150 CV;
- Motores CMBs 02 e 03: são iguais, marca ENGESA, rotação de 710 rpm e potência de 150 CV.

A EMBASA tem previsão de eliminar a elevatória de “Baixa Carga” mediante relocação da “Alta Carga” de modo que o circuito hidráulico entre as ETAs, reservatório intermediário e Alta Carga seja posicionado em cota mais baixa, dispensando a intermediação de um bombeamento.

- Reservatório de Alta Carga

É um reservatório localizado ao lado da Baixa Carga com capacidade de armazenamento de aproximadamente 6.000 m³ e altura útil de 3 m.

- Estação elevatória Alta Carga

A estação elevatória de Alta Carga abastece o reservatório do Cabula (R7). Possui 04 conjuntos motobomba de 1400 CV de potência, com vazão média de 833 L/s. A depender da demanda e da altura do reservatório de contato pode operar com as quatro bombas.

A Alta Carga dispõe de quatro conjuntos motobombas, codificados pela numeração de 01 a 04, apresentando as seguintes características:

- Tipo das bombas: centrífugas;
- Funcionamento: 3 + 1 reserva;
- Fabricante das bombas: Worthington;
- Bombas 01 e 02: Modelo 16-LN-28-C; vazão nominal de 3.000 m³/h (834 L/s); AMT nominal de 88 mca;
- Motor elétrico 01: fabricante GE; rotação de 1.180 rpm; e potência nominal de 1.400 CV;
- Motor elétrico 02: Fabricante Toshiba; rotação de 1.180 rpm; e potência nominal de 1.250 CV;
- Bomba 03: modelo 16-LN-35; vazão nominal de 3.420 m³/h (950 L/s) e AMT não fornecida;
- Motor elétrico 03: fabricante Arno; rotação de 890 rpm; potência nominal de 1.500 CV;
- Bomba 04: modelo 16-LN-28-C; vazão nominal de 3.000 m³/h (834 L/s); AMT nominal de 95 mca;
- Motor elétrico 04: fabricante Villares; rotação de 1.183 rpm; potência nominal de 1.400 CV.

- Reservatório de água de lavagem de filtros da ETA Vieira de Mello

Este reservatório tem capacidade de armazenamento de 300 m³. A água é recalçada diretamente do reservatório de contato através de dois conjuntos motobombas de 125 CV e vazão de 370 L/s (regime de funcionamento: um em operação e o outro de reserva).

- Reservatório de contato da ETA Vieira de Mello

É o reservatório de água filtrada, com capacidade de armazenamento de 3.000 m³, onde é feita a pós-cloração, fornecendo água para o reservatório de Alta Carga e para o reservatório de lavagem de filtros.

- Estação Elevatória da ETA Vieira de Mello

Essa elevatória atendia os reservatórios baixos dos Setores de Abastecimento R3 e R4 por meio de duas adutoras por recalque, cada uma dotada de 02 CMBs (um reserva) com as seguintes principais características:

a) Adução para o R3 (02 CMBs)

- CMB nº 08, sendo bomba centrífuga marca Worthington, modelo 12-LN-26;
- Vazão nominal de 2.160 m³/h (60 L/s) e altura manométrica total nominal de 85 mca;
- Motor elétrico, marca BBC, rotação de 1.190 rpm e potência de 1.250 CV;
- CMB nº 07, bomba centrífuga, com fabricante, modelo e AMT não identificadas, sendo a vazão nominal de 2.160 m³/h (600 L/s);
- Motor elétrico, marca GE, rotação de 1.185 rpm e potência de 1.250 CV.

b) Adução para o R4 (02 CMBs)

- CMB nº 06, sendo bomba centrífuga marca Worthington, modelo 12-LN-26; vazão nominal de 1.944 m³/h (540 L/s) e altura manométrica total nominal de 82 mca;
- Motor elétrico, marca GE, rotação de 1.180 rpm e potência de 1.400 CV;
- CMB nº 05, bomba centrífuga marca BBC, modelo e AMT não identificadas, sendo a vazão nominal de 1.944 m³/h (540 L/s);
- Motor elétrico, marca BBC, rotação de 1.190 rpm e potência de 1.250 CV.

Atualmente as duas adutoras encontram-se desativadas devido à problemas estruturais que causavam frequentes rupturas nas tubulações e interrupções no abastecimento, tendo a EMBASA definido outras soluções para atendimento dos Setores R3 e R4.

- Reservatório de água de lavagem de filtros da ETA Theodoro Sampaio

Este reservatório tem capacidade de armazenamento de 400 m³. A água é recalçada diretamente do reservatório de contato por meio de dois conjuntos motobombas com 125 CV e vazão de 370 L/s, funcionando em regime alternado (um em operação e outro de reserva).

- Reservatório de contato da ETA Theodoro Sampaio

É o reservatório de água filtrada, com capacidade de armazenamento de 3.000 m³, onde é realizada a pós-cloração, fornecendo água para os reservatórios R1A (Duna), Baixa Carga e de lavagem dos filtros.

- Estação Elevatória da ETA Theodoro Sampaio

Esta estação elevatória fica dentro do prédio da ETA Theodoro Sampaio, sendo composta de um reservatório de água filtrada com capacidade de 3.000 m³. Abastece os reservatórios R1 (Duna) e R7 (Cabula). Possui cinco (5) conjuntos motobombas, sendo três (3) conjuntos de 900 CV e 640 L/s de vazão para o reservatório R1A (Duna), 01 CMB operando e 02 CMB de reserva, e outros dois (2) conjuntos de 800 CV de potência e 540 L/s de vazão para Cabula (R7), um operando e outro de reserva.

1.3.3. ETA Suburbana

A ETA Suburbana está localizada no município de Simões Filho, nas imediações da BR-324, próximo à divisa com Salvador. Tem capacidade nominal da ordem de 300 L/s, mas produz atualmente uma vazão média em torno de 200 L/s, de acordo com dados operacionais disponibilizados pela EMBASA referentes ao período de setembro/2013 a agosto/2014.

A ETA recebe água bruta da represa Ipitanga II e é composta de oito filtros de fluxo ascendente (filtro russo).

A água bruta chega na ETA através de uma adutora com diâmetro de 500 mm e 3,0 km de extensão, que funciona por recalque por meio de uma estação elevatória posicionada próximo à barragem Ipitanga II, dotada de dois CMBs iguais, os quais apresentam as seguintes características:

- Bombas centrífugas marca KSB, modelo RDL-200-400 A;
- Vazão Nominal de 720 m³/h (200 L/s) e Altura Manométrica Total nominal de 56 mca;
- Motores elétricos marca GE, rotação de 1.780 rpm e potência de 250 CV.

Observa-se que, para a obtenção de vazão de adução superior a 200 L/s, os dois únicos CMBs disponíveis devem ser utilizados simultaneamente, ou seja, sem reserva.

Devido à sua capacidade limitada, a área de influência da ETA Suburbana atende apenas localidades próximas do seu entorno, conforme ilustrado na **Figura 1. 24**, abrangendo as seguintes Zonas de Abastecimento do SIAA de Salvador:

- ZA 64: Conjunto Antônio Franco, Loteamento Tânia Duram, Conjunto Inema, Conjunto Maré, Conjunto Itaparica, Loteamento da Matriz e Valéria;
- ZA 77: Conjunto Jardim Valéria 1 e 2, Conjunto Lagoa da Paixão, Conjunto Recanto da Lagoa, Conjunto Coutos 1 e Loteamento Nossa Senhora de Fátima;
- ZA 65: Palestina, Alto do Bom Viver;
- ZA 83: Santo Antônio, Rio das Pedras.

As zonas abastecidas pela ETA Suburbana estão inseridas na área de abrangência do Setor R18, constituído de um reservatório apoiado de 8.700 m³ (atendimento da Zona Baixa) e um reservatório elevado de 500 m³ (atendimento da Zona Alta), este último atualmente desativado. Inicialmente, a concepção de atendimento do Setor R18 previa o abastecimento das Zonas Alta e Baixa com água tratada da ETA Principal, com alimentação da linha tronco da Zona Alta pelo reservatório elevado, que receberia água do reservatório apoiado por meio de elevatória existente no local. Entretanto, esta solução se mostrou inadequada e motivou a EMBASA a recorrer à solução atual, que consiste no atendimento da Zona Baixa pela ETA Principal e da Zona Alta pela ETA Suburbana, com o reaproveitamento da antiga linha de recalque, de DN 500, que liga a ETA Suburbana ao bairro Valéria, a qual foi interligada no trecho inicial da linha tronco que atende à rede distribuidora da Zona Alta do Setor R18.



Figura 1. 24 - Localização e Zonas de Abastecimento da ETA Suburbana

Fonte: Google Earth (2014), com acréscimo de informações pela Geohidro

No bombeamento para Valéria a Estação Elevatória da ETA Suburbana dispõe de 02 CMBs, com as seguintes características:

- Bombas centrífugas marca Worthington, modelo 10-LNH-18;
- Bomba nº 01: vazão nominal de 1.220 m³/h (339 L/s) e AMT nominal não identificada;
- Bomba nº 02: Vazão nominal de 1.620 m³/h (450 L/s) e AMT nominal de 49 mca;
- Motores elétricos marca WEG;
- CMB nº 01: Rotação de 1.785 rpm e potência de 350 CV;
- CMB nº 02: Rotação de 1.780 rpm e potência de 250 CV.

Quanto às bombas (uma em operação regular e a outra de reserva) verifica-se que o ponto de trabalho efetivo encontra-se bem à esquerda na correspondente “curva de performance”, sugerindo o funcionamento da bomba com rotor de diâmetro menor que o recomendado ou alteração da curva do sistema em razão do aumento da rugosidade da tubulação que é muito antiga.

Com a ampliação do sistema adutor alimentado pela ETA Principal, existe a possibilidade da ETA Suburbana ser desativada. Cabe à EMBASA decidir pela completa desativação da ETA Suburbana, ou por colocá-la numa condição de unidade reserva capaz de ser utilizada em situações emergenciais, de curta duração, ou ainda utilizá-la para abastecimento de áreas não atendidas, a exemplo da Fazenda Cassange cuja população exerce forte pressão por abastecimento de água.

Dentre as dificuldades para o tratamento da água na ETA Suburbana registra-se o estágio de eutrofização da represa Ipitanga II, responsável por florações de algas cujo tratamento requer o emprego de pré-cloração. A aplicação do cloro na pré-oxidação também tem reduzido os teores de ferro encontrados na água bruta.

1.3.4. Avaliação da Qualidade da Água Tratada

Para a avaliação da qualidade da água tratada considerou-se os resultados de análises dos principais parâmetros de potabilidade monitorados pela EMBASA durante o ano de 2013, relacionados no **Quadro 1. 20**.

Quadro 1. 20 - Parâmetros de avaliação da qualidade da água tratada e limites preconizados pela Portaria 2914/11

PARÂMETROS	LIMITES
pH	$6 \leq \text{pH} \leq 9,5$
Cloro residual livre (mg/L) - VMP	5
Ferro (mg/L) - VMP	0,3
Fluoreto (mg F/L) ⁽¹⁾	0,6 a 1,0
Coliformes totais UFC/100 mL	Ausência em 100% das amostras
Turbidez (UT)* - VMP	Em 95% das amostras VMP = 0,5; em 5% VMP = 5
Trihalometanos (µg/L) - VMP	100
Alumínio (mg/L) - VMP	0,2
Cor aparente (uH)** - VMP	15

Fonte: Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde; ⁽¹⁾ Portaria nº 635/GM/MS. Obs: * UT = Unidade de Turbidez; **uH = Unidade Hazen (mg Pt-Co/L)

Os resultados das análises da água tratada estão adiante apresentados, por estação de tratamento, nos seguintes quadros: **Quadro 1. 22** – ETA Principal; **Quadro 1. 23** – ETA Suburbana; **Quadro 1. 24** – ETA Theodoro Sampaio; **Quadro 1. 25** – ETA Vieira de Mello.

A análise dos resultados foi feita com base nas diretrizes da Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde, considerando a população abastecida e os valores máximos permitidos (VMP) e valores mínimos preconizados para os parâmetros. A seguir apresenta-se os principais comentários dessa análise.

- **Alumínio**

Esse parâmetro é monitorado com a frequência semestral e foi avaliado por meio de duas campanhas de análises realizadas em cada ETA no ano de 2013. A presença de alumínio foi acusada em 100% das amostras de água tratada na ETA Suburbana e em 50% das amostras nas demais ETA's.

Em todas as ETA's, a causa mais provável das ocorrências acima do VMP é o aporte de alumínio aos reservatórios que alimentam as ETA's através do descarte da água de lavagem dos filtros e do lodo dos decantadores das ETA's nas próprias bacias de drenagem dos reservatórios.

Na água, o alumínio é influenciado pelo pH, temperatura e a presença de fluoretos, sulfatos, matéria orgânica e outros ligantes. A solubilidade é baixa em pH entre 5,5 e 6,0.

O alumínio normalmente apresenta teores mais elevados em profundidade, onde o pH é menor e o ambiente é mais suscetível à ocorrência de anaerobiose. Se a estratificação, e consequente anaerobiose, não for muito forte, o teor de alumínio diminui no corpo de água como um todo, à medida que se distancia a estação das chuvas. O aumento da concentração de alumínio está associado com o período de chuvas e, portanto, com a alta turbidez.

Quanto à possíveis danos à saúde humana, a toxicidade aguda por alumínio metálico e seus compostos é baixa, variando de algumas centenas a 1.000 mg de alumínio por kg de peso corpóreo por dia, conforme registros na literatura de saúde ocupacional. Entretanto, a ocorrência sistemática verificada na água tratada pelos sistemas em análise sugere a necessidade de intervenções para melhoria dos processos atuais de manejo das águas de lavagem dos filtros e do lodo gerado nos decantadores.

- **Cloro residual livre**

A etapa de desinfecção da água assegura a destruição ou inativação de organismos patogênicos que podem colocar em risco a saúde humana, sendo comum o emprego de cloro e seus produtos como principais agentes de desinfecção. Apesar da possibilidade de formar alguns subprodutos indesejáveis, o cloro é o produto de desinfecção mais usado, principalmente devido ao poder residual e à facilidade de detecção. O Valor Máximo Permitido para consumo humano, regido pela Portaria Nº 2914/2011 do Ministério da Saúde, é de 5 mg/L. Entretanto, essa mesma portaria recomenda, quanto à conformidade ao padrão organoléptico de potabilidade, que o teor máximo de Cloro Residual Livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento seja de 2 mg/L. Como valor mínimo, a portaria recomenda a concentração de 0,2 mg/L.

Em quase sua totalidade, os resultados de Cloro Residual Livre analisados na saída das ETA's durante o ano de 2013 se mantiveram entre os valores máximo e mínimo estabelecidos pela Portaria Nº 2914/2011. Raras ocorrências de valores acima do VMP foram registradas. Não foram registradas ocorrências de resultados abaixo do mínimo recomendado.

A maioria dos resultados apresenta valor acima do padrão organoléptico (2 mg/L). Entretanto, convém destacar que os resultados em análise referem-se aos teores de cloro na saída das unidades de desinfecção, os quais tendem a diminuir ao longo da rede de distribuição da água. Possivelmente, concentrações acima de 2 mg/L na saída das ETA's são necessárias para garantir nos pontos extremos da rede o teor mínimo recomendado.

Os cuidados quanto à efeitos sobre a saúde humana devem-se ao fato de que cloro reage com substâncias orgânicas, principalmente em meio aquoso onde pode formar ácidos tóxicos, exercendo efeito direto em tecidos do trato respiratório e causando irritação nos olhos, com lacrimejamento, tosse, dor de cabeça, falta de ar e sensibilidade à luz.

- **Coliformes totais**

A determinação da concentração de organismos do grupo coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, desintéria bacilar e cólera.

A Portaria Nº 2914/2011 estabelece um número mínimo de duas amostras semanais para análise de Coliformes Totais na saída das ETA's, recomendando que este número seja estendido para quatro amostragens semanais. O padrão estabelecido é a ausência de Coliformes Totais em qualquer amostra analisada. Quando forem detectadas amostras com resultado positivo, ações corretivas devem ser adotadas e novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que revelem resultados satisfatórios.

Nas ETA's em análise a frequência de amostragem para a determinação deste parâmetro foi de duas vezes por semana nas ETA's Principal e Suburbana, e praticamente diária nas ETA's Theodoro Sampaio e Vieira de Mello. Apenas duas ocorrências de resultados positivos foram observados durante o ano de 2013, ambas na água tratada pela ETA Suburbana. De modo geral, os resultados são sugestivos de um controle bacteriológico adequado.

- **Cor aparente**

A cor é proveniente da presença de substâncias coradas presentes na água, podendo ser classificada em cor verdadeira e cor aparente. A cor verdadeira é devida somente às substâncias dissolvidas, sendo determinada após separação das substâncias em suspensão que causam a turbidez. A cor aparente é devida à cor e turbidez, sendo determinada sem separação do material em suspensão.

A água colorida é de aspecto desagradável (fator estético), sendo indesejável ao abastecimento público. A cor exerce influência na escolha do tipo do tratamento a que deve ser submetida a água e sua variação obriga a alterar a dosagem dos produtos químicos usados na etapa de clarificação. A cor natural provém principalmente da vegetação e de processos de degradação do ambiente.

A tabela de padrão organoléptico de potabilidade da Portaria Nº 2914/2011 fixa o Valor Máximo Permitido para a cor aparente em 15 Unidades Hazen (mg Pt-Co/L).

Na ETA Principal foram registradas apenas três ocorrências de resultados acima do VMP, todas no mês de maio/2013. Na ETA Suburbana houve o maior número de registros fora do padrão entre as ETA's analisadas, com ocorrências normalmente em dias consecutivos e distribuídas em diferentes épocas do ano, cabendo destacar que o tipo de tratamento empregado nesta ETA, filtração direta ascendente (Filtro Russo), não é apropriado para a redução da cor presente na água. Com respeito à água tratada nas ETA's do Parque da Bolandeira, apenas na ETA Vieira de Mello foram registradas eventuais ocorrências de resultados fora do padrão.

Na maior parte do tempo, as concentrações de cor aparente na água tratada se mantêm em conformidade com as recomendações da Portaria Nº 2914/2011. Os resultados divergentes do padrão possivelmente decorrem do grau de eutrofização dos reservatórios, que contribui para elevar a turbidez da água em períodos chuvosos, conferindo maior dificuldade ao tratamento da água.

- **Ferro**

Embora não se trate de um elemento tóxico, a presença de ferro na água traz diversos problemas para o abastecimento público por conferir cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários. Também é agente causador de depósitos em canalizações e de ferro-bactérias, causadoras de contaminação biológica da água na própria rede de distribuição. Em razão disso, a Portaria Nº 2914/2011 estabelece a concentração limite de 0,3 mg/L como padrão para a água potável.

No tratamento de águas para abastecimento, deve-se destacar a influência da presença de ferro na etapa de coagulação e floculação. As águas que contêm ferro caracterizam-se por apresentar cor elevada e turbidez baixa. Os flocos formados geralmente são pequenos, ditos “pontuais”, com velocidade de sedimentação muito baixa. Em muitas estações de tratamento de água este problema só é resolvido mediante a aplicação de cloro, a chamada pré-cloração. Através da oxidação do ferro pelo cloro, os flocos tornam-se maiores, proporcionando melhor precipitação, e a estação passa a apresentar um funcionamento aceitável. No entanto, a pré-cloração de águas deve ser evitada, pois, em caso da existência de certos compostos orgânicos chamados precursores, o cloro reage com eles formando trihalometanos, associados ao desenvolvimento do câncer.

Além disso, nas águas tratadas para abastecimento público, também deve ser considerado que o emprego de coagulantes à base de ferro provoca elevação em seu teor.

Em conformidade com as diretrizes da Portaria Nº 2914/2011, a avaliação do ferro nas ETA's em análise tem sido feita com frequência semestral, dispondo-se para o ano de 2013 duas determinações deste parâmetro para cada ETA. Uma única ocorrência de resultado fora do padrão foi registrada, para a água tratada na ETA Suburbana. Considerando que esta ETA é alimentada pela represa de Ipitanga II e que os resultados disponibilizados pela EMBASA para a água bruta deste manancial não indicam a presença de ferro em teores acima do limite de referência, cogita-se que o desvio do padrão observado decorra do emprego de coagulantes à base de ferro.

• Fluoreto

A fluoretação da água é uma exigência do Ministério da Saúde. Sabe-se que o flúor, em pequenas quantidades, é benéfico à saúde humana, principalmente em crianças, promovendo o endurecimento da matriz mineral dos dentes e esqueleto e tem se mostrado como o agente químico mais eficiente na prevenção da cárie dentária, daí sua adição nos sistemas de abastecimento público de água ser uma prática muito difundida e obrigatória.

A fluoretação tem por objetivo básico a redução de incidência de cárie dentária, através da adição de produtos químicos à base de flúor à água. Alguns dos produtos químicos usados para este fim são o fluossilicato de sódio (sal sólido) e o ácido fluossilícico (solução líquida).

Os valores recomendados para concentração de íon fluoreto devem observar a Portaria nº 635/GM/MS, de 30 de janeiro de 1976, não podendo ultrapassar o VMP expresso na tabela a seguir reproduzida, constante em anexo desta Portaria.

Quadro 1. 21 - Limites recomendados para a concentração do íon fluoreto em função da temperatura local

Média das temperaturas máximas diárias do ar (°C)	Limites recomendados para a concentração do íon fluoreto em mg/L		
	Mínimo	Máximo	Ótimo
10,0 – 12,1	0,9	1,7	1,2
12,2 – 14,6	0,8	1,5	1,1
14,7 – 17,7	0,8	1,3	1,0
17,8 – 21,4	0,7	1,2	0,9
21,5 – 26,3	0,7	1,0	0,8
26,4 – 32,5	0,6	0,8	0,6

Fonte: Portaria nº 635/GM/MS

De acordo com a tabela acima, para as condições climáticas regionais pode-se admitir como limites mínimo e máximo aceitáveis para variação da concentração do íon fluoreto, respectivamente, as concentrações de 0,6 e 1,0 mg/L.

Os resultados obtidos para a água tratada das ETA's em análise mostram raras ocorrências de resultados de fluoreto fora da faixa admitida, sugerindo que a aplicação e o controle do teor do íon fluoreto é feito de forma satisfatória.

- **pH**

A faixa de variação de pH é de 0 a 14, sendo 7 o valor considerado neutro, que ocorre quando a concentração de íons H^+ é igual a concentração de íons OH^- . O pH indica uma intensidade de acidez e alcalinidade.

No processo de tratamento da água, são várias as etapas cujo controle envolve as determinações de pH. A coagulação e a floculação que a água sofre inicialmente é um processo unitário dependente do pH; existe uma condição denominada “pH ótimo” de coagulação que corresponde à situação em que as partículas coloidais apresentam menor quantidade de carga eletrostática superficial. A desinfecção pelo cloro é um outro processo dependente do pH. Em meio ácido, a dissociação do ácido hipocloroso formando hipoclorito é menor, sendo o processo mais eficiente. A própria distribuição da água final é afetada pelo pH. Sabe-se que as águas ácidas são corrosivas, ao passo que as alcalinas são incrustantes. Por isso, o pH da água final deve ser controlado, para que os carbonatos presentes sejam equilibrados e não ocorra nenhum dos dois efeitos indesejados mencionados. O pH é padrão de potabilidade, devendo as águas para abastecimento público apresentar valores entre 6,0 a 9,5, de acordo com a Portaria Nº 2914/2011 do Ministério da Saúde.

De modo geral, os resultados de pH na água tratada, para todas as ETA's analisadas, mantiveram-se dentro da faixa recomendada pela Portaria Nº 2914/2011 durante o ano de 2013, registrando-se raras ocorrências de desvios em relação aos limites estabelecidos.

- **Trihalometanos (THM)**

Os THM constituem um grupo de compostos orgânicos derivados do metano (CH_4) em cuja molécula três de seus quatro átomos de hidrogênio foram substituídos por um igual número de átomos dos elementos halógenos (cloro, bromo e iodo).

No abastecimento de água, os THM tem origem na poluição dos mananciais, principalmente por compostos orgânicos. Dados de laboratórios demonstram que algas verdes e algas verdes-azuis (biomassa de algas e seus produtos extracelulares), comuns em reservatórios de abastecimento, também reagem com cloro, produzindo THM.

No processo de tratamento da água, a formação dos THM ocorre durante a desinfecção com cloro livre e obedece a um mecanismo complexo pelo qual as espécies químicas que o halógeno forma com a água reagem com os derivados do húmus que o meio aquoso normalmente contém. Quando a pré-cloração é utilizada, o potencial de formação de THM é intensificado.

Estudos epidemiológicos proporcionam evidência suficiente de que a presença de THM nas águas potáveis representa um risco para a saúde, uma vez que podem estar incrementando a mortalidade por câncer. Em razão disso, a Portaria Nº 2914/2011 do Ministério da Saúde estabeleceu como padrão para as águas potáveis o Valor Máximo Permitido de 0,1 mg/L para a concentração de THM. Essa portaria recomenda a frequência mínima trimestral para a análise de THM.

Nas águas tratadas objeto desta avaliação a EMBASA adota a frequência mensal, considerando que os mananciais utilizados apresentam expressivos conteúdo orgânico e níveis tróficos. Na ETA Principal e ETA Suburbana não foram registrados resultados acima do VMP no ano 2013. Na ETA Theodoro Sampaio foram registradas seis ocorrências de resultados acima do VMP entre 13 amostras analisadas, enquanto na ETA Vieira de Mello o padrão foi excedido em duas de doze amostras analisadas durante o ano de 2013.

Os resultados sugerem que os reservatórios do Joanes que alimentam as ETA's do Parque Bolandeira apresentam potencial para formação de substâncias precursoras de THM e o controle nas ETA's Theodoro Sampaio e Vieira de Mello deve ser intensificado.

- **Turbidez**

A turbidez é proveniente da presença de substâncias em suspensão que interferem na transparência da água. As matérias em suspensão são sílica, argila, matéria orgânica finamente dividida, plâncton e outros microorganismos. A turbidez define-se como a medida da interferência à passagem da luz, provocada pelas matérias em suspensão, ocasionando a reflexão e a absorção da luz. Depende da granulometria e da concentração das partículas. Partículas grandes, mesmo em concentrações elevadas, acusam pequena turbidez, enquanto que partículas menores acusam maior turbidez. Assim como a cor, a turbidez também está relacionada ao fator estético. Águas com altos valores de turbidez podem reduzir a eficiência do tratamento e alterar o sabor e odor da água.

De acordo com a tabela de padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção, constante da Portaria Nº 2914/2011, para Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta) o Valor Máximo Permitido para a turbidez é de 0,5 Unidades de Turbidez – UT, que deverá ser verificado em 95% das amostras analisadas na saída da ETA, com a frequência de 2 horas. A portaria admite que em 5% das amostras esse padrão poderá ser excedido, até o limite máximo de 5 UT.

Com base nos resultados de água tratada informados pela EMBASA, constata-se que em todas as ETA's o número de ocorrências de resultados acima do padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção (0,5 uT) excedeu o limite de 5% estabelecido pela Portaria Nº 2914/2011. Os resultados sugerem dificuldade de tratamento da água devido à piora de qualidade dos mananciais e necessidade de reavaliação dos processos unitários de tratamento tendo em vista a melhoria da sua eficiência.

Quadro 1. 22 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Principal em 2013

MÊS/ANO	AMOSTRA	PARÂMETROS								
		Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor Aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)	Turbidez (UT)
Jan/13	89/13	-	2,60	Ausência	1,00	-	0,70	6,09	-	0,38
	656/13	-	2,70	Ausência	3,00	-	0,70	6,43	-	0,44
	1812/13	-	2,50	Ausência	7,00	-	0,70	6,29	-	0,79
	2750/13	-	3,20	Ausência	< 1	-	0,80	6,19	-	0,33
	3719/13	-	2,60	Ausência	2,00	-	0,70	6,15	-	0,28
	5254/13	-	3,00	Ausência	< 1	-	0,70	6,10	-	0,56
	6060/13	-	2,80	Ausência	< 1	-	0,70	6,06	-	0,44
	6338/13	-	2,50	Ausência	4,00	-	0,70	6,19	71,00	0,64
Mínimo		-	2,50	Ausência	< 1	-	0,70	6,06	71,00	0,28
Médio		-	2,74	Ausência	2,46	-	0,71	6,19	71,00	0,48
Máximo		-	3,20	Ausência	7,00	-	0,80	6,43	71,00	0,79
Fev/13	6987/13	-	2,50	Ausência	6,00	-	0,60	6,28	-	0,46
	7722/13	-	2,60	Ausência	2,00	-	0,60	6,31	-	0,55
	8838/13	-	2,90	Ausência	4,00	-	0,90	6,02	-	0,30
	9460/13	-	2,30	Ausência	3,00	-	0,70	6,30	-	0,31
	9674/13	-	2,70	Ausência	1,00	-	0,70	6,36	-	0,73
	10044/13	-	3,30	Ausência	< 1	-	0,70	6,16	-	0,44
	11439/13	-	2,70	Ausência	2,00	-	0,80	6,34	-	0,54
	12320/13	-	3,20	Ausência	4,00	-	0,60	6,21	-	0,25
Mínimo		-	2,30	Ausência	< 1	-	0,60	6,02	37,90	0,25
Médio		-	2,76	Ausência	2,54	-	0,70	6,25	37,90	0,45
Máximo		-	3,30	Ausência	6,00	-	0,90	6,36	37,90	0,73
Mar/13	13157/13	-	2,60	Ausência	2,00	-	0,70	6,53	52,90	0,32
	14148/13	-	2,90	-	3,00	-	0,70	6,19	-	0,47
	14621/13	-	3,00	Ausência	5,00	-	0,60	6,25	-	0,77
	15378/13	-	3,00	Ausência	1,00	-	0,20	6,27	-	0,22
	16540/13	-	3,10	Ausência	< 1	-	0,90	6,18	-	0,26
	17021/13	-	3,50	Ausência	2,00	-	0,60	6,37	-	0,32
	17626/13	-	3,00	Ausência	1,00	-	0,60	6,15	-	0,23
	18105/13	-	3,60	Ausência	1,00	-	0,60	6,17	-	0,18
Mínimo		-	2,60	Ausência	< 1	-	0,20	6,15	52,90	0,18
Médio		-	3,06	Ausência	1,99	-	0,62	6,26	52,90	0,34
Máximo		-	3,60	Ausência	5,00	-	0,90	6,53	52,90	0,77
Abr/13	18589/13	-	3,00	Ausência	3,00	-	0,70	6,25	-	0,34
	19539/13	-	3,10	Ausência	2,00	-	0,70	6,21	-	0,56
	20386/13	-	2,90	Ausência	3,00	-	0,70	6,22	-	0,35
	20899/13	-	2,70	Ausência	< 1	-	0,60	6,32	-	0,61
	22664/13	-	2,60	Ausência	1,00	-	0,60	6,33	55,60	0,50
	22780/13	-	3,50	Ausência	2,00	-	0,80	6,04	-	0,53
	23346/13	-	3,70	Ausência	1,00	-	1,30	6,01	-	0,30
	24293/13	-	2,90	Ausência	5,00	-	0,80	6,12	-	0,56
Mínimo		-	1,20	Ausência	< 1	-	0,60	5,90	55,60	0,30
Médio		-	2,84	Ausência	3,32	-	0,76	6,16	55,60	0,47
Máximo		-	3,70	Ausência	12,00	-	1,30	6,33	55,60	0,61

Quadro 1. 22 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Principal em 2013 (continuação)

MÊS/ANO	AMOSTRA	PARÂMETROS								
		Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor Aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)	Turbidez (UT)
Mai/13	25554/13	-	3,80	Ausência	20,00	-	0,90	5,87	-	0,59
	26024/13	-	2,70	Ausência	15,00	-	0,60	6,06	-	0,40
	26699/13	-	3,80	Ausência	6,00	-	0,70	6,59	-	0,27
	27648/13	-	2,20	Ausência	26,00	-	0,60	6,33	-	0,85
	28161/13	-	2,80	Ausência	20,00	-	0,70	6,35	-	0,40
	29061/13	-	2,60	Ausência	7,00	-	0,70	6,55	-	0,40
	29934/13	-	2,50	Ausência	4,00	-	0,70	6,45	-	0,68
	31105/13	-	2,60	Ausência	3,00	-	0,60	6,32	34,80	0,62
	31268/13	-	2,00	Ausência	6,00	-	0,60	6,11	-	0,50
Mínimo		-	2,00	Ausência	3,00	-	0,60	5,87	34,80	0,27
Médio		-	2,78	Ausência	11,89	-	0,68	6,29	34,80	0,52
Máximo		-	3,80	Ausência	26,00	-	0,90	6,59	34,80	0,85
Jun/13	31410/13	120,00	2,40	Ausência	2,00	23,70	0,70	6,31	-	0,26
	32049/13	-	2,60	Ausência	5,00	-	0,80	6,36	-	0,47
	33064/13	-	2,60	Ausência	13,00	-	0,70	6,34	29,10	1,03
	33472/13	-	2,70	Ausência	6,00	-	0,60	6,16	-	0,90
	34144/13	-	2,90	Ausência	6,00	-	0,70	6,34	-	0,49
	34725/13	-	2,60	Ausência	7,00	-	0,80	6,43	-	0,65
	35800/13	-	4,10	Ausência	5,00	-	0,60	6,37	-	0,91
	35988/13	-	2,60	Ausência	2,00	-	0,70	6,35	-	0,50
	36315/13	-	2,80	Ausência	4,00	-	0,60	6,28	-	0,58
Mínimo		120,00	2,40	Ausência	2,00	23,70	0,60	6,16	29,10	0,26
Médio		120,00	2,81	Ausência	5,56	23,70	0,69	6,33	29,10	0,64
Máximo		120,00	4,10	Ausência	13,00	23,70	0,80	6,43	29,10	1,03
Jul/13	37040/13	-	3,00	Ausência	6,00	-	0,60	6,57	-	0,48
	37773/13	-	3,10	Ausência	4,00	-	0,70	6,45	-	0,47
	38024/13	-	3,00	Ausência	5,00	-	0,60	6,25	-	0,42
	39431/13	-	3,20	Ausência	5,00	-	0,80	6,29	-	0,60
	39714/13	-	3,00	Ausência	4,00	-	0,70	6,05	-	0,39
	40934/13	-	3,00	Ausência	1,00	-	0,60	6,29	-	0,55
	41424/13	-	2,80	Ausência	2,00	-	0,70	6,29	37,00	0,32
	42742/13	-	2,80	Ausência	6,00	-	0,70	6,30	-	0,69
Mínimo		-	2,80	Ausência	1,00	-	0,60	6,05	37,00	0,32
Médio		-	2,99	Ausência	4,13	-	0,68	6,31	37,00	0,49
Máximo		-	3,20	Ausência	6,00	-	0,80	6,57	37,00	0,69
Ago/13	43700/13	-	2,20	Ausência	2,00	-	0,80	6,29	-	0,29
	44287/13	-	2,80	Ausência	4,00	-	0,70	6,44	-	0,64
	44596/13	-	2,60	Ausência	3,00	-	0,80	6,30	-	0,34
	45374/13	-	2,60	Ausência	5,00	-	0,70	6,41	-	0,31
	45859/13	-	2,50	Ausência	4,00	-	0,60	6,48	-	0,45
	45983/13	-	3,00	Ausência	3,00	-	0,60	6,40	-	0,29
	47006/13	-	3,00	Ausência	3,00	-	0,70	6,09	46,60	0,64
	47372/13	-	2,70	Ausência	4,00	-	0,70	6,38	-	0,56
	48449/13	-	0,90	Ausência	6,00	-	0,40	6,50	-	0,95
	49026/13	-	2,40	Ausência	5,00	-	0,70	6,26	-	0,86
Mínimo		-	0,90	Ausência	2,00	-	0,40	6,09	46,60	0,29
Médio		-	2,47	Ausência	3,90	-	0,67	6,36	46,60	0,53
Máximo		-	3,00	Ausência	6,00	-	0,80	6,50	46,60	0,95

Quadro 1. 22 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Principal em 2013 (continuação)

MÊS/ANO	AMOSTRA	PARÂMETROS								
		Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor Aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)	Turbidez (UT)
Set/13	49340/13	-	2,70	Ausência	4,00	-	0,70	6,20	-	0,40
	50599/13	-	2,70	Ausência	2,00	-	0,70	6,31	-	0,42
	51248/13	-	2,60	Ausência	3,00	-	0,70	6,32	-	0,33
	52345/13	-	2,70	Ausência	3,00	-	0,70	6,27	-	0,47
	52432/13	-	2,50	Ausência	3,00	-	0,60	6,46	-	0,37
	52984/13	-	1,80	Ausência	3,00	-	0,60	6,60	22,60	0,31
	54033/13	-	2,60	Ausência	2,00	-	0,60	6,22	-	0,17
Mínimo		-	1,80	Ausência	2,00	-	0,60	6,20	22,60	0,17
Médio		-	2,51	Ausência	2,86	-	0,66	6,34	22,60	0,35
Máximo		-	2,70	Ausência	4,00	-	0,70	6,60	22,60	0,47
Out/13	55412/13	-	2,50	Ausência	3,00	-	0,60	6,39	-	0,49
	56240/13	-	2,90	Ausência	11,00	-	0,50	6,26	42,50	0,26
	56690/13	-	2,90	Ausência	3,00	-	0,60	6,28	-	0,42
	57003/13	-	3,00	Ausência	1,00	-	0,60	6,23	-	0,28
	58127/13	-	3,00	Ausência	1,00	-	0,70	6,27	-	0,21
	58411/13	-	2,50	Ausência	< 1	-	0,60	6,31	-	0,21
	60138/13	-	2,50	Ausência	3,00	-	0,60	6,30	-	0,30
	60357/13	-	2,80	Ausência	1,00	-	0,60	6,30	-	0,34
	60943/13	-	2,70	Ausência	2,00	-	0,60	6,21	-	0,36
	61315/13	-	3,40	Ausência	3,00	-	0,60	6,49	-	0,46
Mínimo		-	2,50	Ausência	< 1	-	0,50	6,21	42,50	0,21
Médio		-	2,82	Ausência	2,89	-	0,60	6,30	42,50	0,33
Máximo		-	3,40	Ausência	11,00	-	0,70	6,49	42,50	0,49
Nov/13	62078/13	-	2,70	Ausência	< 1	-	0,60	6,34	-	0,34
	62174/13	-	2,80	Ausência	1,00	-	0,60	6,47	-	0,24
	63382/13	-	2,10	Ausência	2,00	-	0,60	6,30	-	0,32
	63791/13	-	2,00	Ausência	1,00	-	0,60	6,22	-	0,38
	64542/13	-	2,80	Ausência	2,00	-	0,60	6,15	-	0,33
	64821/13	229,00	2,70	Ausência	< 1	50,10	0,70	6,63	-	0,55
	65830/13	-	3,00	Ausência	1,00	-	0,70	6,63	50,10	0,16
	67060/13	-	2,60	Ausência	2,00	-	0,70	6,69	-	0,27
Mínimo		229,00	2,00	Ausência	< 1	50,10	0,60	6,15	50,10	0,16
Médio		229,00	2,59	Ausência	1,35	50,10	0,64	6,43	50,10	0,32
Máximo		229,00	3,00	Ausência	2,00	50,10	0,70	6,69	50,10	0,55
Dez/13	67637/13	-	2,60	Ausência	3,00	-	0,80	6,69	-	0,39
	68187/13	-	2,10	Ausência	2,00	-	0,80	6,57	56,70	0,29
	68538/13	-	3,10	Ausência	4,00	-	0,60	6,62	-	0,36
	68993/13	-	2,40	Ausência	3,00	-	0,60	6,60	-	0,49
	70040/13	-	2,70	Ausência	3,00	-	0,60	6,24	-	0,34
	70691/13	-	2,80	Ausência	2,00	-	-	6,03	-	0,35
	71703/13	-	3,10	Ausência	4,00	-	0,70	6,19	-	0,35
Mínimo		-	2,10	Ausência	2,00	-	0,60	6,03	56,70	0,29
Médio		-	2,69	Ausência	3,00	-	0,68	6,42	56,70	0,37
Máximo		-	3,10	Ausência	4,00	-	0,80	6,69	56,70	0,49

Nota: Indicados em vermelho os valores fora dos padrões recomendados.

Fonte: EMBASA, 2014.

Quadro 1. 23 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Suburbana em 2013

MÊS/ANO	AMOSTRA	PARÂMETROS								
		Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor Aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)	Turbidez (UT)
Jan/13	67/13	-	2,90	Ausência	19,00	-	0,70	6,74	-	0,60
	993/13	-	2,50	Ausência	12,00	-	0,80	6,52	-	0,60
	1986/13	-	3,00	Ausência	4,00	-	0,70	6,88	-	0,57
	2724/13	-	3,00	Ausência	3,00	-	0,80	6,70	-	0,50
	4473/13	-	2,00	Ausência	3,00	-	0,70	6,77	-	0,52
	4732/13	-	3,50	Ausência	5,00	-	0,80	6,77	-	0,34
	6061/13	-	2,40	Ausência	2,00	-	0,70	6,46	-	0,53
	6339/13	-	2,70	Ausência	26,00	-	0,80	6,59	44,70	2,15
Mínimo		-	2,00	Ausência	2,00	-	0,70	6,46	44,70	0,34
Médio		-	2,75	Ausência	9,25	-	0,75	6,68	44,70	0,73
Máximo		-	3,50	Ausência	26,00	-	0,80	6,88	44,70	2,15
Fev/13	6985/13	-	2,80	Ausência	8,00	-	0,60	6,77	-	0,51
	7723/13	-	1,80	Ausência	12,00	-	0,60	6,95	-	0,82
	8839/13	-	2,50	Ausência	11,00	-	0,80	6,76	-	0,59
	9461/13	-	3,00	Ausência	11,00	-	0,70	6,72	-	0,64
	9675/13	-	2,60	Ausência	23,00	-	0,70	6,86	-	0,83
	10043/13	-	3,90	Ausência	7,00	-	0,70	6,75	-	0,50
	11440/13	-	2,90	Ausência	8,00	-	0,80	6,78	-	0,69
	11884/13	-	4,70	Ausência	15,00	-	0,80	6,77	26,40	1,77
Mínimo		-	1,80	Ausência	7,00	-	0,60	6,72	26,40	0,50
Médio		-	3,03	Ausência	11,88	-	0,71	6,80	26,40	0,79
Máximo		-	4,70	Ausência	23,00	-	0,80	6,95	26,40	1,77
Mar/13	13158/13	-	2,30	Ausência	6,00	-	0,70	6,82	24,30	0,41
	13562/13	-	2,60	Ausência	9,00	-	0,70	6,81	-	0,97
	14149/13	-	2,50	-	13,00	-	0,70	6,68	-	0,39
	14619/13	-	2,80	Ausência	7,00	-	0,70	6,69	-	0,74
	15379/13	-	2,50	Ausência	9,00	-	0,60	6,74	-	0,52
	16541/13	-	2,70	Ausência	4,00	-	0,70	6,75	-	0,68
	17022/13	-	2,30	Ausência	8,00	-	0,70	6,83	-	0,62
	17627/13	-	1,80	Ausência	8,00	-	0,60	6,74	-	0,53
	18107/13	-	3,50	Ausência	5,00	-	0,60	6,65	-	0,62
	18480/13	-	2,50	Ausência	8,00	-	0,70	6,74	-	0,51
Mínimo		-	1,80	Ausência	4,00	-	0,60	6,65	24,30	0,39
Médio		-	2,55	Ausência	7,70	-	0,67	6,75	24,30	0,60
Máximo		-	3,50	Ausência	13,00	-	0,70	6,83	24,30	0,97
Abr/13	18590/13	-	2,60	Presença	10,00	-	0,70	6,92	-	1,05
	19544/13	-	2,30	Ausência	8,00	-	0,70	6,82	-	0,84
	20387/13	-	2,50	Ausência	13,00	-	0,80	6,81	-	0,73
	20898/13	-	2,70	Ausência	3,00	-	0,70	6,79	-	0,79
	22663/13	-	2,10	Ausência	7,00	-	0,60	6,81	25,00	0,78
	22781/13	-	3,00	Ausência	7,00	-	0,70	6,93	-	0,62
	23348/13	-	3,00	Ausência	11,00	-	0,70	6,47	-	0,88
	24294/13	-	2,90	Ausência	14,00	-	0,70	6,45	-	0,81
	24912/13	-	2,90	Ausência	5,00	-	0,60	6,67	-	0,77
Mínimo		-	2,10	Ausência	3,00	-	0,60	6,45	25,00	0,62
Médio		-	2,67	-	8,67	-	0,69	6,74	25,00	0,81
Máximo		-	3,00	Presença	14,00	-	0,80	6,93	25,00	1,05

Quadro 1. 23 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Suburbana em 2013 (continuação)

MÊS/ANO	AMOSTRA	PARÂMETROS								
		Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor Aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)	Turbidez (UT)
Mai/13	25555/13	-	2,90	Ausência	10,00	-	0,80	6,62	-	0,74
	26025/13	-	4,80	Ausência	5,00	-	0,70	6,59	-	0,49
	26700/13	-	2,10	Ausência	9,00	-	0,80	7,07	-	0,91
	27646/13	-	3,00	Ausência	8,00	-	0,70	6,69	39,00	0,67
	28162/13	-	2,90	Ausência	7,00	-	0,70	6,72	-	0,67
	29933/13	-	2,80	Ausência	15,00	-	0,60	6,84	-	1,15
	30715/13	-	2,70	Ausência	11,00	-	0,90	6,88	-	1,24
	31269/13	-	2,00	Ausência	5,00	-	0,70	6,81	-	0,53
Mínimo		-	2,00	Ausência	5,00	-	0,60	6,59	39,00	0,49
Médio		-	2,90	Ausência	8,75	-	0,74	6,78	39,00	0,80
Máximo		-	4,80	Ausência	15,00	-	0,90	7,07	39,00	1,24
Jun/13	31411/13	464,00	2,20	Ausência	12,00	142,00	0,60	6,50	-	0,52
	32050/13	-	2,60	Ausência	24,00	-	0,60	6,62	-	0,76
	33063/13	-	3,20	Ausência	14,00	-	0,90	6,59	10,00	0,65
	33577/13	-	2,50	Ausência	15,00	-	0,70	6,57	-	1,37
	34145/13	-	3,00	Ausência	10,00	-	0,70	6,70	-	0,60
	34726/13	-	2,70	Ausência	7,00	-	0,80	6,82	-	0,73
	35801/13	-	3,20	Ausência	7,00	-	0,60	6,68	-	0,78
	36316/13	-	2,90	Ausência	5,00	-	0,60	6,41	-	0,62
Mínimo		464,00	2,20	Ausência	5,00	142,00	0,60	6,41	10,00	0,52
Médio		464,00	2,79	Ausência	11,75	142,00	0,69	6,61	10,00	0,75
Máximo		464,00	3,20	Ausência	24,00	142,00	0,90	6,82	10,00	1,37
Jul/13	37041/13	-	2,80	Ausência	5,00	-	0,60	6,42	-	0,58
	38025/13	-	3,00	Ausência	10,00	-	0,60	6,31	-	0,68
	39432/13	-	2,70	Ausência	11,00	-	0,80	6,08	-	1,09
	39715/13	-	3,60	Ausência	8,00	-	0,80	6,42	-	0,45
	40932/13	-	7,00	Ausência	13,00	-	0,60	6,11	-	0,75
	41425/13	-	4,00	Ausência	2,00	-	0,70	6,16	23,40	0,43
	42743/13	-	2,90	Ausência	10,00	-	0,70	6,46	-	0,95
	Mínimo	-	2,70	Ausência	2,00	-	0,60	6,08	23,40	0,43
Médio		-	3,71	Ausência	8,43	-	0,69	6,28	23,40	0,70
Máximo		-	7,00	Ausência	13,00	-	0,80	6,46	23,40	1,09
Ago/13	43701/13	-	3,00	Ausência	5,00	-	0,80	6,35	14,00	0,46
	44288/13	-	3,50	Ausência	5,00	-	0,80	6,47	-	0,59
	44597/13	-	3,70	Ausência	4,00	-	0,80	6,48	-	0,52
	45375/13	-	2,30	Ausência	13,00	-	0,70	6,39	-	0,94
	45860/13	-	3,80	Ausência	16,00	-	0,80	6,30	-	1,33
	47007/13	-	4,00	Ausência	9,00	-	0,80	6,37	-	0,80
	47373/13	-	3,10	Ausência	9,00	-	0,80	6,61	-	0,66
	49027/13	-	1,80	Ausência	28,00	-	0,70	6,33	-	2,88
	49239/13	-	1,20	Ausência	29,00	-	0,70	6,76	-	2,15
	Mínimo	-	1,20	Ausência	4,00	-	0,70	6,30	14,00	0,46
Médio		-	2,93	Ausência	13,11	-	0,77	6,45	14,00	1,15
Máximo		-	4,00	Ausência	29,00	-	0,80	6,76	14,00	2,88

Quadro 1. 23 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Suburbana em 2013 (continuação)

MÊS/ANO	AMOSTRA	PARÂMETROS								
		Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor Aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)	Turbidez (UT)
Set/13	49341/13	-	5,30	Ausência	7,00	-	0,80	6,18	-	0,61
	50600/13	-	2,40	Ausência	14,00	-	0,80	6,31	-	0,51
	51249/13	-	2,70	Ausência	11,00	-	0,70	6,44	-	0,67
	52346/13	-	2,50	Ausência	10,00	-	0,70	6,29	-	0,91
	52433/13	-	2,70	Ausência	8,00	-	0,60	6,45	-	0,41
	52985/13	-	3,20	Ausência	6,00	-	0,60	6,32	23,90	0,73
	54034/13	-	2,70	Ausência	29,00	-	0,60	6,10	-	0,85
Mínimo		-	2,40	Ausência	6,00	-	0,60	6,10	23,90	0,41
Médio		-	3,07	Ausência	12,14	-	0,69	6,30	23,90	0,67
Máximo		-	5,30	Ausência	29,00	-	0,80	6,45	23,90	0,91
Out/13	55413/13	-	2,50	Ausência	28,00	-	0,70	6,16	-	1,15
	56241/13	-	3,00	Ausência	20,00	-	0,70	6,17	18,90	0,80
	56597/13	-	5,00	Ausência	-	-	-	-	-	-
	56691/13	-	3,10	Ausência	6,00	-	0,70	6,38	-	0,64
	57004/13	-	3,40	Ausência	3,00	-	0,50	6,25	-	0,34
	58128/13	-	2,30	Ausência	12,00	-	0,70	6,16	-	1,01
	58412/13	-	7,10	Ausência	9,00	-	0,60	5,99	-	0,44
	60139/13	-	2,10	Ausência	6,00	-	0,70	6,25	-	0,37
	60358/13	-	2,60	Ausência	4,00	-	0,60	6,28	-	0,36
	60944/13	-	2,30	Ausência	7,00	-	0,60	6,21	-	0,28
	61316/13	-	3,00	Ausência	5,00	-	0,60	6,59	-	0,52
Mínimo		-	2,10	Ausência	3,00	-	0,50	5,99	18,90	0,28
Médio		-	3,31	Ausência	10,00	-	0,64	6,24	18,90	0,59
Máximo		-	7,10	Ausência	28,00	-	0,70	6,59	18,90	1,15
Nov/13	62079/13	-	3,20	Ausência	2,00	-	0,60	6,43	-	0,29
	62172/13	-	2,30	Ausência	3,00	-	0,60	6,37	-	0,31
	63383/13	-	2,30	Ausência	9,00	-	0,60	6,30	-	0,90
	63790/13	-	2,00	Ausência	2,00	-	0,60	6,22	-	0,37
	64543/13	-	2,60	Ausência	5,00	-	0,60	6,07	-	0,35
	64822/13	391,00	3,20	Ausência	17,00	332,00	0,70	6,42	-	0,77
	65831/13	-	2,60	Ausência	30,00	-	0,70	6,46	12,30	1,60
	67067/13	-	2,40	Ausência	33,00	-	0,80	6,55	-	2,90
Mínimo		391,00	2,00	Ausência	2,00	332,00	0,60	6,07	12,30	0,29
Médio		391,00	2,58	Ausência	12,63	332,00	0,65	6,35	12,30	0,94
Máximo		391,00	3,20	Ausência	33,00	332,00	0,80	6,55	12,30	2,90
Dez/13	67638/13	-	0,60	Ausência	18,00	-	0,70	6,56	-	1,08
	68188/13	-	2,40	Presença	20,00	-	0,80	6,33	< 10	0,64
	68539/13	-	4,10	Ausência	19,00	-	0,80	6,26	-	0,67
	68994/13	-	3,20	Ausência	8,00	-	0,70	6,33	-	0,67
	70046/13	-	4,30	Ausência	19,00	-	0,60	6,42	-	1,71
	70692/13	-	5,30	Ausência	18,00	-	0,60	6,14	-	1,81
	71704/13	-	4,30	Ausência	15,00	-	0,60	6,17	-	1,16
Mínimo		-	0,60	Ausência	8,00	-	0,60	6,14	< 10	0,64
Médio		-	3,46	-	16,71	-	0,69	6,32	< 10	1,11
Máximo		-	5,30	Presença	20,00	-	0,80	6,56	< 10	1,81

Nota: Indicados em vermelho os valores fora dos padrões recomendados.

Fonte: EMBASA, 2014.

Quadro 1. 24 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Theodoro Sampaio em 2013

MÊS/ANO	AMOSTRA	PARÂMETROS								
		Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor Aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)	Turbidez (UT)
Jan/13	200/13	-	2,80	Ausência	8,00	-	0,70	6,65	-	0,35
	175/13	-	1,70	Ausência	10,00	-	0,80	7,22	-	0,45
	263/13	-	2,90	Ausência	9,00	-	0,70	7,00	-	0,46
	738/13	-	3,00	Ausência	8,00	-	0,70	6,85	159,00	0,74
	773/13	-	2,10	Ausência	11,00	-	0,70	7,37	-	0,70
	775/13	-	2,10	Ausência	4,00	-	0,80	7,14	-	0,49
	1097/13	-	2,60	Ausência	6,00	-	0,70	6,21	-	0,45
	1269/13	-	2,60	Ausência	8,00	-	0,80	7,15	-	0,44
	1814/13	-	2,90	Ausência	4,00	-	0,80	6,84	-	0,39
	2182/13	-	2,40	Ausência	5,00	-	0,60	6,52	-	0,46
	2456/13	-	2,70	Ausência	1,00	-	0,70	6,66	-	0,39
	2602/13	-	2,70	Ausência	3,00	-	0,70	7,07	-	0,41
	2604/13	-	2,50	Ausência	5,00	-	0,70	7,03	-	0,38
	2823/13	-	2,90	Ausência	3,00	-	0,70	6,96	-	0,35
	3309/13	-	3,20	Ausência	4,00	-	0,80	7,04	-	0,26
	3561/13	-	4,00	Ausência	< 1	-	0,70	6,93	-	0,20
	4269/13	-	2,60	Ausência	2,00	-	0,70	6,84	-	0,33
	4660/13	-	3,20	Ausência	1,00	-	0,70	6,46	-	0,27
	4353/13	-	2,90	Ausência	2,00	-	0,80	7,41	-	0,35
	4362/13	-	2,40	Ausência	1,00	-	0,90	6,96	-	0,43
	4550/13	-	2,20	Ausência	8,00	-	0,80	7,15	-	0,30
	4799/13	-	1,80	Ausência	6,00	-	0,80	7,12	-	0,32
	5268/13	-	3,00	Ausência	3,00	-	0,70	7,11	-	0,17
	5534/13	-	3,00	Ausência	< 1	-	0,60	6,44	-	0,28
	5840/13	-	2,60	Ausência	3,00	-	0,80	7,21	-	0,49
	5894/13	-	2,40	Ausência	3,00	-	0,70	6,75	-	0,28
	5907/13	-	2,30	Ausência	6,00	-	0,70	6,33	-	0,29
	6069/13	-	2,40	Ausência	2,00	-	0,70	6,89	-	0,54
	6337/13	-	1,80	Ausência	1,00	-	0,80	6,77	-	0,36
	6485/13	-	2,60	Ausência	2,00	-	0,70	6,69	-	0,35
	6611/13	-	2,60	Ausência	2,00	-	0,60	6,54	-	0,27
	Mínimo	-	1,70	Ausência	< 1	-	0,60	6,21	159,00	0,17
	Médio	-	2,61	Ausência	4,28	-	0,73	6,88	159,00	0,39
	Máximo	-	4,00	Ausência	11,00	-	0,90	7,41	159,00	0,74
Fev/13	6845/13	-	2,90	Ausência	8,00	-	0,70	6,88	-	0,53
	7198/13	-	2,40	Ausência	3,00	-	0,80	6,79	-	0,48
	7227/13	-	2,00	Ausência	2,00	-	0,70	6,35	-	0,30
	7119/13	-	2,70	Ausência	2,00	-	0,60	6,35	39,40	0,31
	7488/13	-	3,40	Ausência	5,00	-	0,80	6,94	-	0,39
	7797/13	-	2,60	Ausência	3,00	-	0,70	6,54	-	0,28
	8174/13	-	2,70	Ausência	2,00	-	0,70	7,20	-	0,29
	8351/13	-	3,20	Ausência	1,00	-	0,70	6,30	-	0,25
	8465/13	-	2,10	Ausência	3,00	-	0,70	6,08	-	0,32
	8523/13	-	3,00	Ausência	2,00	-	0,60	6,84	-	0,45
	8586/13	-	2,10	Ausência	2,00	-	0,80	7,00	-	0,35
	8677/13	-	3,40	Ausência	1,00	-	0,60	6,86	-	0,40
	8748/13	-	6,00	Ausência	3,00	-	0,70	6,86	-	0,37
	8862/13	-	1,50	Ausência	3,00	-	0,70	7,25	-	0,34

Quadro 1. 24 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Theodoro Sampaio em 2013 (continuação)

MÊS/ANO	AMOSTRA	PARÂMETROS								
		Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor Aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)	Turbidez (UT)
Fev/13	9439/13	-	2,20	Ausência	4,00	-	0,70	7,44	-	0,28
	9851/13	-	3,80	Ausência	1,00	-	0,70	6,60	-	0,30
	9868/13	-	2,10	Ausência	4,00	-	0,70	7,29	-	0,24
	9952/13	-	2,50	Ausência	1,00	-	0,70	7,17	-	0,34
	10171/13	-	3,00	Ausência	1,00	-	0,60	6,35	-	0,23
	10281/13	-	2,00	Ausência	1,00	-	0,70	4,61	-	0,34
	10578/13	-	3,00	Ausência	4,00	-	0,70	7,00	-	0,56
	11053/13	-	2,10	Ausência	5,00	-	0,70	7,31	-	0,34
	11330/13	-	3,00	Ausência	7,00	-	0,70	6,96	-	0,43
	11335/13	-	2,90	Ausência	4,00	-	0,70	6,93	-	0,39
	11443/13	-	2,60	Ausência	2,00	-	0,70	6,83	-	0,22
	11839/13	-	2,20	Ausência	3,00	-	0,90	7,38	-	0,43
	12128/13	-	2,40	Ausência	6,00	-	0,80	7,19	-	0,22
	12453/13	-	2,10	Ausência	6,00	-	0,80	7,16	-	0,33
Mínimo		-	1,50	Ausência	1,00	-	0,60	4,61	39,40	0,22
Médio		-	2,71	Ausência	3,18	-	0,71	6,80	39,40	0,35
Máximo		-	6,00	Ausência	8,00	-	0,90	7,44	39,40	0,56
Mar/13	12947/13	-	2,80	Ausência	6,00	-	0,80	6,98	-	0,37
	13341/13	-	1,20	Ausência	9,00	-	0,70	6,97	-	0,30
	13352/13	-	2,70	Ausência	3,00	-	0,70	6,89	-	0,33
	13222/13	-	2,50	Ausência	5,00	-	0,80	6,95	-	0,32
	13821/13	-	4,40	Ausência	4,00	-	0,60	6,28	-	0,50
	13933/13	-	2,00	Ausência	5,00	-	0,90	6,91	-	0,57
	14205/13	-	2,70	-	4,00	-	0,80	6,88	77,40	0,27
	14477/13	-	2,80	Ausência	8,00	-	0,80	7,02	-	0,32
	14595/13	-	3,00	Ausência	4,00	-	0,80	6,88	-	0,63
	14606/13	-	2,90	Ausência	4,00	-	0,80	6,95	-	0,39
	14735/13	-	2,20	Ausência	4,00	-	0,80	7,27	-	0,29
	15012/13	-	2,40	Ausência	8,00	-	0,80	7,16	-	0,44
	15066/13	-	2,00	Ausência	12,00	-	0,80	6,77	-	0,93
	15338/13	-	2,20	Ausência	7,00	-	0,80	7,16	-	0,71
	15620/13	-	2,00	Ausência	7,00	-	0,70	7,15	-	0,51
	16129/13	-	2,10	Ausência	10,00	-	0,80	7,01	-	0,62
	16155/13	-	2,20	Ausência	10,00	-	0,70	6,70	-	0,49
	16671/13	-	2,60	Ausência	10,00	-	0,80	7,30	-	0,56
	16829/13	-	3,00	Ausência	7,00	-	0,80	7,17	-	0,41
	17069/13	-	3,00	Ausência	4,00	-	0,90	6,45	-	0,34
	17427/13	-	2,90	Ausência	6,00	-	0,70	6,46	-	0,78
	17500/13	-	2,40	Ausência	8,00	-	0,70	6,80	-	0,56
	17514/13	-	2,10	Ausência	8,00	-	0,50	6,81	-	0,42
	17557/13	-	2,70	Ausência	9,00	-	0,60	6,84	-	0,37
	18354/13	-	2,20	Ausência	5,00	-	0,60	6,38	-	0,53
	18381/13	-	3,00	Ausência	9,00	-	0,90	6,87	-	0,35
	18872/13	-	2,80	Ausência	11,00	-	0,60	6,08	-	0,34
	18930/13	-	2,80	Ausência	13,00	-	0,80	7,47	-	0,66
	18986/13	-	3,00	Ausência	12,00	-	0,80	6,86	-	0,49
	18997/13	-	2,20	Ausência	8,00	-	0,70	6,46	-	0,36
Mínimo		-	1,20	Ausência	3,00	-	0,50	6,08	77,40	0,27

Quadro 1. 24 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Theodoro Sampaio em 2013 (continuação)

MÊS/ANO	AMOSTRA	PARÂMETROS								
		Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor Aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)	Turbidez (UT)
Médio		-	2,56	Ausência	7,33	-	0,75	6,86	77,40	0,47
Máximo		-	4,40	Ausência	13,00	-	0,90	7,47	77,40	0,93
Abr/13	18769/13	-	1,80	Ausência	13,00	-	0,70	6,82	-	0,37
	19203/13	-	2,50	Ausência	8,00	-	0,60	6,92	107,00	0,39
	19727/13	-	2,60	Ausência	8,00	-	0,70	6,50	-	0,36
	19916/13	-	2,00	Ausência	10,00	-	0,80	6,78	-	0,58
	20314/13	-	3,00	Ausência	3,00	-	0,70	6,20	-	0,37
	20679/13	-	2,90	Ausência	8,00	-	0,80	6,98	-	0,36
	20698/13	-	3,50	Ausência	4,00	-	0,60	6,12	-	0,33
	20544/13	-	4,60	Ausência	4,00	-	0,60	5,05	-	0,24
	21004/13	-	2,60	Ausência	5,00	-	0,70	6,54	-	0,40
	21190/13	-	1,70	Ausência	9,00	-	0,80	6,44	-	0,51
	21531/13	-	2,90	Ausência	8,00	-	0,90	6,80	-	0,53
	21802/13	-	3,00	Ausência	5,00	-	0,70	6,77	-	0,73
	21885/13	-	2,90	Ausência	12,00	-	0,70	6,93	-	0,63
	21904/13	-	3,00	Ausência	8,00	-	0,70	6,92	-	0,46
	22068/13	-	2,80	Ausência	10,00	-	0,70	7,16	-	0,30
	22412/13	-	2,20	Ausência	5,00	-	0,70	6,68	-	0,28
	22525/13	-	2,20	Ausência	6,00	-	0,70	6,75	-	0,57
	22784/13	-	2,30	Ausência	12,00	-	0,70	7,24	-	0,33
	23075/13	-	2,60	Ausência	4,00	-	0,70	7,14	-	0,59
	23505/13	-	3,00	Ausência	6,00	-	0,70	6,77	-	0,38
	23530/13	-	2,30	Ausência	3,00	-	0,70	6,70	-	0,59
	23386/13	-	2,90	Ausência	2,00	-	0,60	7,00	-	0,29
	23970/13	-	3,50	Ausência	5,00	-	0,70	7,23	-	0,37
	24364/13	-	2,70	Ausência	3,00	-	0,80	7,42	-	0,58
	24538/13	-	3,30	Ausência	< 1	-	0,40	6,50	-	0,33
	24799/13	-	2,20	Ausência	4,00	-	0,70	7,33	-	0,67
	25015/13	-	2,30	Ausência	2,00	-	0,60	6,54	-	0,18
	25030/13	-	2,00	Ausência	2,00	-	0,60	6,91	-	0,23
24963/13	-	1,30	Ausência	4,00	-	0,50	5,01	-	0,63	
25328/13	-	2,40	Ausência	4,00	-	0,60	6,39	-	0,38	
Mínimo		-	1,30	Ausência	< 1	-	0,40	5,01	107,00	0,18
Médio		-	2,63	Ausência	5,93	-	0,68	6,68	107,00	0,43
Máximo		-	4,60	Ausência	13,00	-	0,90	7,42	107,00	0,73
Mai/13	25642/13	-	1,50	Ausência	2,00	-	0,70	6,74	-	0,37
	25666/13	-	3,90	Ausência	2,00	-	0,60	6,83	-	0,50
	25923/13	-	4,50	Ausência	1,00	-	0,50	6,75	-	0,31
	25974/13	-	2,40	Ausência	2,00	-	0,50	6,61	-	0,46
	25986/13	-	1,80	Ausência	3,00	-	0,50	6,97	-	0,69
	26222/13	-	2,60	Ausência	2,00	-	0,70	6,83	-	0,33
	26458/13	-	2,00	Ausência	3,00	-	0,80	6,78	-	0,63
	26601/13	-	2,00	Ausência	6,00	-	0,50	6,45	-	0,65
	27105/13	-	2,80	Ausência	4,00	-	0,80	7,09	-	0,44
	27553/13	-	2,50	Ausência	4,00	-	0,60	6,47	-	0,64
	27791/13	-	2,00	Ausência	5,00	-	0,50	6,43	-	0,68
	27806/13	-	3,20	Ausência	3,00	-	1,00	6,68	-	0,36
	27716/13	-	2,50	Ausência	1,00	-	0,70	6,95	-	0,39

Quadro 1. 24 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Theodoro Sampaio em 2013 (continuação)

MÊS/ANO	AMOSTRA	PARÂMETROS								
		Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor Aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)	Turbidez (UT)
Mai/13	28200/13	-	2,50	Ausência	3,00	-	0,90	6,85	139,00	0,34
	28502/13	-	2,20	Ausência	3,00	-	0,50	6,44	-	0,45
	28696/13	-	2,00	Ausência	12,00	-	0,50	6,79	-	0,44
	28957/13	-	2,30	Ausência	7,00	-	0,90	6,75	-	0,70
	29112/13	-	2,40	Ausência	3,00	-	0,60	6,68	-	0,53
	29129/13	-	3,40	Ausência	3,00	-	0,60	6,60	-	0,31
	29056/13	-	2,40	Ausência	5,00	-	0,80	6,71	-	0,39
	29403/13	69,80	2,60	Ausência	5,00	63,10	0,60	6,69	-	0,34
	29667/13	-	2,70	Ausência	2,00	-	0,50	6,68	-	0,38
	30130/13	-	2,10	Ausência	3,00	-	0,70	6,76	-	0,50
	30346/13	-	2,90	Ausência	3,00	-	0,60	6,79	-	0,55
	30847/13	-	2,60	Ausência	4,00	-	0,70	7,00	-	0,33
	30865/13	-	2,50	Ausência	3,00	-	0,60	6,63	-	0,38
	30796/13	-	2,80	Ausência	2,00	-	0,60	6,69	-	0,39
	31102/13	-	2,10	Ausência	4,00	-	0,80	6,84	-	0,51
	31250/13	-	3,00	Ausência	2,00	-	0,60	6,51	-	0,46
	31551/13	-	2,40	Ausência	4,00	-	0,50	6,20	-	0,45
	31553/13	-	2,90	Ausência	4,00	-	0,50	6,42	-	0,37
Mínimo		69,80	1,50	Ausência	1,00	63,10	0,50	6,20	139,00	0,31
Médio		69,80	2,56	Ausência	3,55	63,10	0,64	6,70	139,00	0,46
Máximo		69,80	4,50	Ausência	12,00	63,10	1,00	7,09	139,00	0,70
Jun/13	31525/13	-	2,80	Ausência	3,00	-	0,80	6,90	-	0,46
	31536/13	-	2,70	Ausência	6,00	-	0,80	6,85	-	0,51
	31466/13	-	3,00	Ausência	2,00	-	0,90	6,67	-	0,31
	32067/13	-	3,00	Ausência	3,00	-	0,60	6,82	-	0,63
	32196/13	-	3,00	Ausência	8,00	-	0,90	7,14	93,70	0,76
	32354/13	-	2,30	Ausência	8,00	-	0,50	6,27	-	0,64
	32801/13	-	2,60	Ausência	3,00	-	0,70	7,03	-	0,32
	32858/13	-	0,50	Ausência	9,00	-	0,80	6,76	-	0,39
	32869/13	-	3,00	Ausência	3,00	-	0,70	6,62	-	0,46
	32967/13	-	2,80	Ausência	1,00	-	0,60	6,20	-	0,63
	33393/13	-	2,30	Ausência	5,00	-	0,80	6,95	-	0,59
	33440/13	-	2,70	Ausência	6,00	-	0,80	7,14	-	0,65
	33653/13	-	2,30	Ausência	3,00	-	0,70	6,81	-	0,83
	33937/13	-	3,10	Ausência	3,00	-	0,60	6,62	-	0,34
	33940/13	-	2,40	Ausência	6,00	-	0,80	7,40	-	0,45
	33958/13	-	2,40	Ausência	6,00	-	0,80	6,82	-	0,62
	34371/13	-	3,00	Ausência	3,00	-	0,60	7,16	-	0,49
	34796/13	-	2,40	Ausência	3,00	-	0,60	6,92	-	0,34
	35150/13	-	2,80	Ausência	2,00	-	0,60	6,60	-	0,38
	35285/13	-	2,20	Ausência	3,00	-	0,80	6,87	-	0,37
	35939/13	-	2,20	Ausência	4,00	-	0,80	7,06	-	0,37
	35569/13	-	2,10	Ausência	5,00	-	0,80	6,96	-	0,43
	35580/13	-	2,00	Ausência	7,00	-	0,80	7,04	-	0,60
	35669/13	-	2,20	Ausência	3,00	-	0,70	6,76	-	0,50
	35834/13	-	2,90	Ausência	5,00	-	0,80	6,96	-	0,54
	36048/13	-	2,60	Ausência	2,00	-	0,60	5,70	-	0,46
	36336/13	-	2,50	Ausência	5,00	-	0,70	6,74	-	0,48

Quadro 1. 24 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Theodoro Sampaio em 2013 (continuação)

MÊS/ANO	AMOSTRA	PARÂMETROS								
		Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor Aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)	Turbidez (UT)
Jun/13	37115/13	-	2,50	Ausência	4,00	-	0,80	6,66	-	0,47
	37116/13	-	2,00	Ausência	2,00	-	1,00	6,71	-	0,29
	37133/13	-	3,20	Ausência	4,00	-	0,70	6,27	-	0,32
Mínimo		-	0,50	Ausência	1,00	-	0,50	5,70	93,70	0,29
Médio		-	2,52	Ausência	4,23	-	0,74	6,78	93,70	0,49
Máximo		-	3,20	Ausência	9,00	-	1,00	7,40	93,70	0,83
Jul/13	37090/13	-	3,00	Ausência	5,00	-	0,90	7,13	-	0,49
	37104/13	-	3,00	Ausência	3,00	-	0,70	7,07	-	0,43
	36918/13	-	2,60	Ausência	4,00	-	0,70	6,84	-	0,33
	37528/13	-	2,80	Ausência	4,00	-	0,60	6,70	-	0,39
	37771/13	-	2,50	Ausência	12,00	-	0,70	6,83	92,20	0,70
	37913/13	-	2,20	Ausência	5,00	-	0,60	7,49	-	0,56
	37924/13	-	2,90	Ausência	10,00	-	0,70	7,12	-	0,59
	38115/13	-	3,00	Ausência	3,00	-	0,90	7,07	-	0,26
	38581/13	-	2,70	Ausência	12,00	-	0,60	6,77	-	0,74
	38753/13	-	2,50	Ausência	4,00	-	0,80	7,19	-	0,79
	39101/13	-	2,40	Ausência	4,00	-	0,70	7,31	-	0,32
	39012/13	-	2,50	Ausência	3,00	-	0,60	7,23	-	0,37
	39493/13	-	2,30	Ausência	6,00	-	0,70	7,38	-	0,41
	39504/13	-	2,80	Ausência	5,00	-	0,70	7,42	-	0,45
	39341/13	-	2,10	Ausência	3,00	-	1,10	7,11	-	0,59
	39597/13	-	2,60	Ausência	4,00	-	0,80	7,39	-	0,44
	40140/13	-	2,20	Ausência	5,00	-	0,80	7,51	-	0,34
	40266/13	-	1,50	Ausência	5,00	-	0,70	8,18	-	0,49
	40633/13	-	2,90	Ausência	4,00	-	0,90	7,15	-	0,48
	40996/13	-	2,20	Ausência	8,00	-	0,60	7,11	-	0,67
	41010/13	-	3,00	Ausência	4,00	-	0,70	7,40	-	0,71
	40972/13	-	3,00	Ausência	3,00	-	0,70	7,34	-	0,38
	41845/13	-	2,20	Ausência	5,00	-	2,10	7,03	-	0,45
	42198/13	-	2,20	Ausência	6,00	-	0,60	7,20	-	0,45
	42532/13	-	2,00	Ausência	9,00	-	0,60	6,42	-	0,58
	42783/13	-	2,10	Ausência	4,00	-	0,70	7,36	-	0,50
	42796/13	-	0,90	Ausência	4,00	-	1,00	7,29	-	0,30
	42863/13	-	2,10	Ausência	2,00	-	0,60	6,37	-	0,55
	43042/13	-	2,20	Ausência	8,00	-	0,90	7,21	-	0,65
	43247/13	-	2,60	Ausência	4,00	-	0,70	8,63	-	0,40
Mínimo		-	0,90	Ausência	2,00	-	0,60	6,37	92,20	0,26
Médio		-	2,43	Ausência	5,27	-	0,78	7,21	92,20	0,49
Máximo		-	3,00	Ausência	12,00	-	2,10	8,63	92,20	0,79
Ago/13	43459/13	-	2,50	Ausência	3,00	-	0,80	7,61	-	0,54
	43820/13	-	2,10	Ausência	3,00	-	0,60	7,75	-	0,33
	44151/13	-	2,60	Ausência	5,00	-	0,70	9,24	-	0,70
	44177/13	-	2,70	Ausência	5,00	-	0,70	8,90	-	0,48
	44194/13	-	2,90	Ausência	4,00	-	0,70	6,84	-	0,43
	44421/13	-	2,10	Ausência	3,00	-	0,70	7,53	-	0,83
	44613/13	-	2,10	Ausência	4,00	-	0,80	7,58	127,00	0,47
	44907/13	-	2,50	Ausência	3,00	-	1,20	7,38	-	0,51
	45180/13	-	2,90	Ausência	5,00	-	0,60	7,32	-	0,39

Quadro 1. 24 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Theodoro Sampaio em 2013 (continuação)

MÊS/ANO	AMOSTRA	PARÂMETROS								
		Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor Aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)	Turbidez (UT)
Ago/13	45280/13	-	2,70	Ausência	6,00	-	0,80	7,50	-	0,36
	45291/13	-	1,90	Ausência	5,00	-	0,80	7,39	-	0,37
	45657/13	-	2,00	Ausência	5,00	-	0,70	7,50	-	0,42
	45749/13	-	2,40	Ausência	1,00	-	0,60	7,25	-	0,34
	46033/13	-	2,90	Ausência	5,00	-	0,70	7,25	-	0,45
	46592/13	-	2,60	Ausência	8,00	-	0,60	7,21	-	0,50
	46456/13	-	2,80	Ausência	6,00	-	0,70	7,42	-	0,58
	46599/13	-	2,10	Ausência	5,00	-	0,80	7,88	-	0,31
	46617/13	-	2,20	Ausência	5,00	-	0,70	7,20	-	0,67
	46656/13	-	2,30	Ausência	8,00	-	0,60	7,26	-	0,46
	46924/13	-	2,10	Ausência	4,00	-	0,80	7,52	-	0,24
	47311/13	-	2,80	Ausência	3,00	-	0,70	7,47	-	0,22
	47319/13	-	2,90	Ausência	7,00	-	0,70	7,53	-	0,52
	47717/13	-	2,70	Ausência	4,00	-	0,60	8,30	-	0,28
	48324/13	-	2,10	Ausência	4,00	-	0,60	6,73	-	0,37
	48337/13	-	2,40	Ausência	6,00	-	0,60	7,16	-	0,36
	48216/13	-	2,30	Ausência	5,00	-	0,70	7,72	-	0,59
	48565/13	-	2,60	Ausência	3,00	-	0,70	7,67	-	0,44
	49162/13	-	2,30	Ausência	6,00	-	0,80	6,96	-	0,38
	49521/13	-	3,00	Ausência	5,00	-	0,60	7,00	-	0,55
	49307/13	-	3,00	Ausência	6,00	-	0,60	6,65	-	0,38
	Mínimo	-	1,90	Ausência	1,00	-	0,60	6,65	127,00	0,22
	Médio	-	2,48	Ausência	4,73	-	0,71	7,49	127,00	0,45
	Máximo	-	3,00	Ausência	8,00	-	1,20	9,24	127,00	0,83
Set/13	49315/13	-	3,00	Ausência	7,00	-	0,70	7,01	-	0,72
	49479/13	-	2,70	Ausência	3,00	-	0,70	7,02	-	0,26
	49910/13	-	2,00	Ausência	7,00	-	0,60	6,96	-	0,51
	50374/13	-	2,30	Ausência	6,00	-	0,50	7,08	-	0,50
	50664/13	-	2,80	Ausência	1,00	-	0,40	6,00	-	0,16
	50882/13	-	2,90	Ausência	7,00	-	0,70	7,07	-	0,42
	51028/13	-	3,00	Ausência	4,00	-	0,80	7,51	-	0,33
	51039/13	-	2,30	Ausência	5,00	-	0,70	7,35	-	0,36
	51057/13	-	3,00	Ausência	3,00	-	0,70	7,85	-	0,54
	51398/13	-	2,80	Ausência	4,00	-	0,70	7,50	-	0,61
	51660/13	-	2,10	Ausência	10,00	-	0,70	7,40	97,30	0,70
	51980/13	-	3,00	Ausência	4,00	-	0,80	7,97	-	0,46
	52238/13	-	2,10	Ausência	4,00	-	0,80	7,05	-	0,54
	52402/13	-	2,30	Ausência	5,00	-	0,70	7,21	-	0,37
	52414/13	-	2,40	Ausência	3,00	-	0,70	7,76	-	0,55
	52639/13	-	2,40	Ausência	5,00	-	0,70	8,75	-	0,26
	52987/13	-	1,50	Ausência	4,00	-	0,60	7,18	-	0,31
	53330/13	-	2,80	Ausência	4,00	-	0,50	6,60	-	0,31
	53694/13	-	2,70	Ausência	4,00	-	0,70	7,51	-	0,36
	53857/13	-	4,40	Ausência	3,00	-	0,60	7,14	-	0,50
	53955/13	-	2,60	Ausência	5,00	-	0,50	7,32	-	0,39
	53970/13	-	2,40	Ausência	3,00	-	0,60	7,47	-	0,27
	54073/13	-	2,30	Ausência	4,00	-	0,70	7,44	-	0,24
	54295/13	-	2,20	Ausência	3,00	-	0,40	7,09	-	0,54

Quadro 1. 24 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Theodoro Sampaio em 2013 (continuação)

MÊS/ANO	AMOSTRA	PARÂMETROS								
		Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor Aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)	Turbidez (UT)
Set/13	54788/13	-	2,60	Ausência	3,00	-	0,70	7,58	-	0,47
	54975/13	-	2,50	Ausência	3,00	-	0,80	7,30	-	0,34
	55155/13	-	2,10	Ausência	6,00	-	0,70	7,27	-	0,50
	55340/13	-	2,00	Ausência	7,00	-	0,60	6,96	-	0,60
	55351/13	-	2,90	Ausência	5,00	-	0,50	6,95	-	0,36
	55409/13	-	2,60	Ausência	4,00	-	0,70	7,34	-	0,46
Mínimo		-	1,50	Ausência	1,00	-	0,40	6,00	97,30	0,16
Médio		-	2,56	Ausência	4,53	-	0,65	7,29	97,30	0,43
Máximo		-	4,40	Ausência	10,00	-	0,80	8,75	97,30	0,72
Out/13	55771/13	-	2,50	Ausência	4,00	-	0,70	7,03	-	0,46
	55963/13	-	2,90	Ausência	3,00	-	0,70	7,66	-	0,44
	56291/13	-	2,40	Ausência	1,00	-	0,70	7,05	-	0,37
	56534/13	-	2,90	Ausência	1,00	-	0,60	6,82	-	0,26
	56780/13	-	2,80	Ausência	< 1	-	0,70	7,65	-	0,23
	56791/13	-	2,40	Ausência	2,00	-	0,80	7,33	-	0,23
	56720/13	-	3,00	Ausência	2,00	-	0,70	6,74	-	0,31
	57113/13	-	3,00	Ausência	1,00	-	0,60	6,52	-	0,14
	57449/13	-	2,80	Ausência	1,00	-	0,50	6,85	-	0,18
	57687/13	-	-	-	3,00	-	0,60	7,28	-	0,49
	58106/13	-	2,40	Ausência	4,00	-	0,90	7,18	-	0,30
	58108/13	-	3,20	Ausência	4,00	-	0,70	7,99	-	0,37
	58116/13	-	2,50	Ausência	3,00	-	0,80	7,28	-	0,25
	58299/13	-	2,70	Ausência	2,00	-	0,70	7,13	-	0,21
	58456/13	-	1,00	Ausência	5,00	-	0,60	7,01	-	0,37
	58950/13	-	2,20	Ausência	2,00	-	0,90	7,10	67,90	0,28
	59036/13	-	2,20	Ausência	7,00	-	0,60	6,36	-	0,36
	59337/13	-	3,00	Ausência	2,00	-	0,70	6,69	-	0,44
	59533/13	-	3,80	Ausência	4,00	-	0,70	7,04	-	0,28
	59548/13	-	2,80	Ausência	2,00	-	0,60	6,83	-	0,23
	59594/13	-	2,60	Ausência	3,00	-	0,70	6,91	-	0,49
	60042/13	-	2,40	Ausência	2,00	-	0,70	7,13	-	0,25
	60263/13	-	2,90	Ausência	2,00	-	0,70	7,03	-	0,31
	60534/13	-	3,00	Ausência	2,00	-	0,70	6,44	-	0,20
	60779/13	-	2,60	Ausência	3,00	-	0,80	7,44	-	0,41
	60792/13	-	3,30	Ausência	4,00	-	0,70	6,91	-	0,46
	60805/13	-	3,00	Ausência	3,00	-	0,70	6,98	-	0,34
	60824/13	-	2,90	Ausência	6,00	-	0,60	7,36	-	0,45
	61039/13	-	2,70	Ausência	3,00	-	0,80	7,07	-	0,38
	61339/13	-	2,30	Ausência	3,00	-	0,60	6,74	-	0,36
	61473/13	-	2,10	Ausência	4,00	-	0,80	7,30	-	0,66
Mínimo		-	1,00	Ausência	< 1	-	0,50	6,36	67,90	0,14
Médio		-	2,68	Ausência	2,87	-	0,70	7,06	67,90	0,34
Máximo		-	3,80	Ausência	7,00	-	0,90	7,99	67,90	0,66
Nov/13	61784/13	-	2,20	Ausência	4,00	-	0,70	7,22	-	0,52
	61868/13	-	2,30	Ausência	4,00	-	0,80	7,34	-	0,53
	61870/13	-	2,90	Ausência	2,00	-	0,60	6,47	-	0,76
	62019/13	-	2,20	Ausência	3,00	-	0,80	7,12	-	0,34
	62343/13	-	2,70	Ausência	3,00	-	0,70	7,22	-	0,35

Quadro 1. 24 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Theodoro Sampaio em 2013 (continuação)

MÊS/ANO	AMOSTRA	PARÂMETROS								
		Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor Aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)	Turbidez (UT)
Nov/13	62456/13	207,00	3,10	Ausência	3,00	76,30	0,70	6,90	-	0,27
	62742/13	-	2,80	Ausência	3,00	-	0,70	7,13	-	0,29
	62957/13	-	2,70	Ausência	2,00	-	0,80	7,22	-	0,21
	63063/13	-	2,60	Ausência	4,00	-	0,80	6,96	-	0,39
	63074/13	-	2,30	Ausência	3,00	-	0,60	7,00	-	0,30
	63163/13	-	2,70	Ausência	3,00	-	0,60	6,79	-	0,45
	63513/13	-	2,40	Ausência	1,00	-	0,70	6,90	-	0,47
	63735/13	-	2,60	Ausência	2,00	-	0,70	6,50	-	0,43
	63940/13	-	2,40	Ausência	6,00	-	0,60	6,89	-	0,76
	64404/13	-	2,90	Ausência	1,00	-	0,70	6,82	-	0,45
	64424/13	-	2,80	Ausência	2,00	-	0,60	6,72	-	0,50
	64458/13	-	2,70	Ausência	4,00	-	0,60	6,97	-	0,40
	64484/13	-	2,10	Ausência	4,00	-	0,80	7,35	-	0,28
	64688/13	-	2,10	Ausência	4,00	-	0,80	6,94	-	0,29
	64936/13	-	2,40	Ausência	5,00	-	0,70	7,00	76,60	0,41
	65543/13	-	2,20	Ausência	4,00	-	0,80	6,98	-	0,48
	65545/13	-	2,10	Ausência	6,00	-	0,80	7,17	-	0,83
	66047/13	-	3,00	Ausência	5,00	-	0,80	6,99	-	0,49
	66061/13	-	2,40	Ausência	4,00	-	0,70	7,16	-	1,52
	65646/13	-	3,00	Ausência	2,00	-	0,70	6,94	-	0,46
	66150/13	-	3,00	Ausência	3,00	-	0,80	6,85	-	0,58
	66385/13	-	2,90	Ausência	6,00	-	0,90	7,06	-	0,86
	66642/13	-	2,50	Ausência	4,00	-	0,90	7,41	-	0,49
	66838/13	-	2,50	Ausência	6,00	-	1,00	7,45	-	0,69
	67475/13	-	2,60	Ausência	6,00	-	1,00	7,42	-	1,08
Mínimo		207,00	2,10	Ausência	1,00	76,30	0,60	6,47	76,60	0,21
Médio		207,00	2,57	Ausência	3,63	76,30	0,75	7,03	76,60	0,53
Máximo		207,00	3,10	Ausência	6,00	76,30	1,00	7,45	76,60	1,52
Dez/13	67488/13	-	2,20	Ausência	4,00	-	0,80	7,58	-	0,72
	67451/13	-	3,00	Ausência	6,00	-	1,00	7,23	-	0,55
	67687/13	-	3,00	Ausência	6,00	-	0,90	6,86	-	0,73
	68003/13	-	2,60	Ausência	5,00	-	1,10	7,29	-	0,66
	68144/13	-	2,50	Ausência	9,00	-	0,90	7,10	109,00	0,92
	68403/13	-	4,00	Ausência	10,00	-	0,70	6,78	-	0,73
	68677/13	-	2,90	Ausência	7,00	-	0,90	7,25	-	0,58
	68688/13	-	2,70	Ausência	4,00	-	0,80	7,14	-	0,41
	68844/13	-	2,30	Ausência	4,00	-	0,80	7,65	-	0,29
	68992/13	-	2,30	Ausência	4,00	-	0,80	7,43	-	0,34
	69439/13	-	3,50	Ausência	3,00	-	0,70	6,84	-	0,31
	69697/13	-	3,50	Ausência	4,00	-	0,70	7,18	-	0,39
	69912/13	-	2,80	Ausência	2,00	-	0,80	7,45	-	0,32
	70339/13	-	2,10	Ausência	7,00	-	0,70	7,37	-	0,44
	70355/13	-	1,20	Ausência	6,00	-	0,90	6,96	-	0,61
	70538/13	-	2,60	Ausência	5,00	-	0,70	7,05	-	0,27
	70589/13	-	2,60	Ausência	9,00	-	0,70	7,21	-	0,47
	70848/13	-	2,10	Ausência	3,00	-	0,50	6,87	-	0,32
	71236/13	-	2,30	Ausência	8,00	-	0,70	7,38	-	0,49
	71522/13	-	2,40	Ausência	5,00	-	0,80	7,50	-	0,38

Quadro 1. 24 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Theodoro Sampaio em 2013 (continuação)

MÊS/ANO	AMOSTRA	PARÂMETROS								
		Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor Aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)	Turbidez (UT)
Dez/13	71835/13	-	2,20	Ausência	6,00	-	0,70	7,65	-	0,59
	71851/13	-	2,40	Ausência	5,00	-	0,60	6,66	-	0,34
	71784/13	-	2,60	Ausência	6,00	-	0,80	6,74	-	0,35
	71796/13	-	1,60	Ausência	6,00	-	0,80	7,32	-	0,75
	71810/13	-	4,90	Ausência	5,00	-	0,90	7,14	-	0,40
	71701/13	-	3,00	Ausência	4,00	-	0,70	6,93	-	0,34
	72086/13	-	2,30	Ausência	5,00	-	0,60	6,81	114,00	0,62
	72194/13	-	1,30	Ausência	5,00	-	0,60	6,60	-	0,37
	72207/13	-	4,00	Ausência	7,00	-	0,70	7,21	-	0,35
	72232/13	-	3,00	Ausência	6,00	-	0,70	6,85	-	0,35
	72273/13	-	2,40	Ausência	5,00	-	0,80	7,15	-	0,31
Mínimo		-	1,20	Ausência	2,00	-	0,50	6,60	109,00	0,27
Médio		-	2,65	Ausência	5,52	-	0,77	7,13	111,50	0,47
Máximo		-	4,90	Ausência	10,00	-	1,10	7,65	114,00	0,92

Nota: Indicados em vermelho os valores fora dos padrões recomendados.

Fonte: EMBASA, 2014.

Quadro 1. 25 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Vieira de Mello em 2013

MÊS/ANO	AMOSTRA	PARÂMETROS								
		Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor Aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)	Turbidez (UT)
Jan/13	201/13	-	2,10	Ausência	13,00	-	0,70	6,91	-	0,50
	174/13	-	2,70	Ausência	8,00	-	0,80	6,78	-	0,36
	262/13	-	3,00	Ausência	13,00	-	0,70	6,91	-	0,33
	737/13	-	2,00	Ausência	17,00	-	0,80	7,04	131,00	0,94
	772/13	-	3,80	Ausência	14,00	-	0,70	6,91	-	0,90
	774/13	-	2,80	Ausência	5,00	-	0,80	6,86	-	0,42
	1098/13	-	2,40	Ausência	15,00	-	0,70	6,57	-	0,50
	1270/13	-	2,80	Ausência	17,00	-	0,70	7,12	-	0,58
	1813/13	-	2,60	Ausência	7,00	-	0,80	6,84	-	0,51
	2181/13	-	2,80	Ausência	10,00	-	0,60	6,67	-	0,22
	2455/13	-	2,90	Ausência	4,00	-	0,80	6,87	-	0,37
	2603/13	-	2,60	Ausência	5,00	-	0,70	6,69	-	0,39
	2605/13	-	2,90	Ausência	10,00	-	0,80	6,74	-	0,41
	2824/13	-	2,60	Ausência	6,00	-	0,80	6,88	-	0,46
	3308/13	-	1,90	Ausência	7,00	-	0,70	6,47	-	0,29
	3562/13	-	3,00	Ausência	3,00	-	0,80	7,02	-	0,29
	3773/13	-	2,90	Ausência	6,00	-	0,70	6,87	-	0,45
	4659/13	-	1,30	Ausência	1,00	-	0,80	6,51	-	0,25
	4354/13	-	2,80	Ausência	4,00	-	0,80	7,00	-	0,24
	4363/13	-	2,60	Ausência	4,00	-	0,80	7,15	-	0,46
	4551/13	-	4,10	Ausência	3,00	-	0,70	6,95	-	0,44
	4798/13	-	2,40	Ausência	4,00	-	0,70	6,73	-	0,44
	5269/13	-	2,50	Ausência	3,00	-	0,70	6,69	-	0,27
	5535/13	-	2,60	Ausência	3,00	-	0,70	6,89	-	0,41
	5841/13	-	2,60	Ausência	4,00	-	0,70	7,00	-	0,32
	5895/13	-	2,80	Ausência	5,00	-	0,60	6,15	-	0,46
	5908/13	-	2,90	Ausência	8,00	-	0,60	6,89	-	0,33
	6070/13	-	2,20	Ausência	15,00	-	0,70	7,03	-	0,69
	6336/13	-	2,00	Ausência	5,00	-	0,80	6,77	-	0,36
	6486/13	-	3,00	Ausência	8,00	-	0,70	6,68	-	0,40
	6612/13	-	2,40	Ausência	6,00	-	0,60	6,67	-	0,24
Mínimo		-	1,30	Ausência	1,00	-	0,60	6,15	131,00	0,22
Médio		-	2,65	Ausência	7,52	-	0,73	6,81	131,00	0,43
Máximo		-	4,10	Ausência	17,00	-	0,80	7,15	131,00	0,94
Fev/13	6846/13	-	3,00	Ausência	11,00	-	0,60	6,47	-	0,36
	7199/13	-	2,50	Ausência	6,00	-	0,60	6,55	-	0,39
	7228/13	-	3,00	Ausência	8,00	-	0,60	6,26	-	0,28
	7120/13	-	2,30	Ausência	7,00	-	0,70	6,61	49,90	0,28
	7489/13	-	3,40	Ausência	7,00	-	0,70	6,83	-	0,35
	7798/13	-	3,10	Ausência	4,00	-	0,70	6,75	-	0,28
	8175/13	-	3,40	Ausência	6,00	-	0,70	6,62	-	0,33
	8352/13	-	2,30	Ausência	3,00	-	0,70	6,55	-	0,25
	8466/13	-	2,40	Ausência	6,00	-	0,70	6,93	-	0,24
	8524/13	-	2,90	Ausência	7,00	-	0,70	6,74	-	0,47
	8587/13	-	2,90	Ausência	6,00	-	0,70	7,03	-	0,40
	8678/13	-	3,70	Ausência	7,00	-	0,70	6,28	-	0,28
	8749/13	-	1,60	Ausência	6,00	-	0,80	7,04	-	0,28
	8863/13	-	1,90	Ausência	7,00	-	0,70	7,14	-	0,40

Quadro 1. 25 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Vieira de Mello em 2013 (continuação)

MÊS/ANO	AMOSTRA	PARÂMETROS								
		Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor Aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)	Turbidez (UT)
Fev/13	9438/13	-	2,70	Ausência	5,00	-	0,80	7,24	-	0,34
	9852/13	-	2,50	Ausência	9,00	-	0,70	6,85	-	0,33
	9869/13	-	2,60	Ausência	5,00	-	0,70	7,22	-	0,30
	9953/13	-	3,00	Ausência	4,00	-	0,70	7,50	-	0,31
	10170/13	-	2,90	Ausência	3,00	-	0,60	6,78	-	0,20
	10280/13	-	2,70	Ausência	7,00	-	0,70	6,66	-	0,41
	10579/13	-	2,90	Ausência	3,00	-	0,70	7,14	-	0,39
	11052/13	-	2,00	Ausência	4,00	-	0,70	6,82	-	0,41
	11329/13	-	2,40	Ausência	10,00	-	0,70	6,82	-	0,50
	11334/13	-	2,50	Ausência	3,00	-	0,80	6,95	-	0,46
	11444/13	-	2,30	Ausência	5,00	-	0,70	6,83	-	0,31
	11840/13	-	2,40	Ausência	6,00	-	0,80	7,15	-	0,54
	12129/13	-	2,10	Ausência	6,00	-	0,80	7,03	-	0,25
	12454/13	-	2,20	Ausência	4,00	-	0,80	7,34	-	0,61
Mínimo		-	1,60	Ausência	3,00	-	0,60	6,26	49,90	0,20
Médio		-	2,63	Ausência	5,89	-	0,71	6,86	49,90	0,36
Máximo		-	3,70	Ausência	11,00	-	0,80	7,50	49,90	0,61
Mar/13	12946/13	-	3,00	Ausência	13,00	-	0,60	6,62	-	0,41
	13340/13	-	1,30	Ausência	13,00	-	0,70	6,40	-	0,73
	13351/13	-	3,10	Ausência	5,00	-	0,60	6,81	-	0,48
	13221/13	-	3,10	Ausência	11,00	-	0,70	6,71	-	0,30
	13822/13	-	1,70	Ausência	8,00	-	0,70	6,62	-	0,39
	13932/13	-	2,20	Ausência	9,00	-	0,70	6,55	-	0,49
	14204/13	-	3,10	-	9,00	-	0,70	6,68	42,50	0,23
	14476/13	-	2,10	Ausência	9,00	-	0,70	6,83	-	0,26
	14596/13	-	2,70	Ausência	10,00	-	0,60	6,20	-	0,43
	14607/13	-	3,00	Ausência	5,00	-	0,60	6,67	-	0,32
	14734/13	-	2,20	Ausência	11,00	-	0,70	7,06	-	0,47
	15011/13	-	3,00	Ausência	10,00	-	0,70	6,81	-	0,70
	15065/13	-	2,80	Ausência	8,00	-	0,40	6,72	-	0,62
	15337/13	-	3,00	Ausência	10,00	-	0,70	6,75	-	0,49
	15619/13	-	3,00	Ausência	9,00	-	0,60	6,63	-	0,53
	16128/13	-	2,40	Ausência	12,00	-	0,80	6,94	-	0,43
	16000/13	-	3,00	Ausência	5,00	-	0,60	5,80	-	0,50
	16828/13	-	2,10	Ausência	6,00	-	0,80	7,09	-	0,39
	17068/13	-	1,30	Ausência	14,00	-	0,70	6,72	-	0,64
	17428/13	-	2,80	Ausência	12,00	-	0,70	6,45	-	0,61
	17501/13	-	2,00	Ausência	12,00	-	0,70	6,43	-	0,54
	17513/13	-	3,00	Ausência	23,00	-	0,70	6,36	-	0,62
	17556/13	-	2,10	Ausência	13,00	-	0,70	6,78	-	0,89
	18353/13	-	2,40	Ausência	8,00	-	0,70	6,58	-	0,72
	18380/13	-	2,80	Ausência	17,00	-	0,70	6,50	-	0,42
	18871/13	-	2,20	Ausência	20,00	-	0,70	6,51	-	0,46
	18929/13	-	2,20	Ausência	9,00	-	0,70	6,77	-	0,39
	18985/13	-	1,50	Ausência	12,00	-	0,70	6,79	-	0,52
Mínimo		-	1,30	Ausência	5,00	-	0,40	5,80	42,50	0,23
Médio		-	2,47	Ausência	10,82	-	0,68	6,64	42,50	0,50
Máximo		-	3,10	Ausência	23,00	-	0,80	7,09	42,50	0,89

Quadro 1. 25 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Vieira de Mello em 2013 (continuação)

MÊS/ANO	AMOSTRA	PARÂMETROS								
		Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)	Turbidez (UT)
Abr/13	19204/13	-	2,70	Ausência	13,00	-	0,60	6,66	95,70	0,48
	19728/13	-	2,60	Ausência	17,00	-	0,70	6,30	-	0,72
	20313/13	-	2,40	Ausência	9,00	-	0,70	6,48	-	0,52
	20680/13	-	3,00	Ausência	13,00	-	0,60	6,23	-	0,43
	20699/13	-	1,40	Ausência	15,00	-	0,70	6,45	-	0,58
	20545/13	-	1,20	Ausência	10,00	-	0,70	6,11	-	0,38
	21005/13	-	3,00	Ausência	5,00	-	0,70	7,08	-	0,35
	21191/13	-	2,00	Ausência	8,00	-	0,80	7,03	-	0,76
	21532/13	-	2,60	Ausência	16,00	-	0,80	6,55	-	0,72
	21803/13	-	3,30	Ausência	8,00	-	0,60	6,82	-	0,45
	21884/13	-	2,00	Ausência	13,00	-	0,70	6,85	-	0,70
	21903/13	-	2,60	Ausência	11,00	-	0,70	6,77	-	0,62
	22069/13	-	2,40	Ausência	7,00	-	0,70	7,03	-	0,38
	22413/13	-	2,10	Ausência	12,00	-	0,70	6,51	-	0,46
	22526/13	-	2,10	Ausência	6,00	-	0,70	6,63	-	0,53
	22785/13	-	2,20	Ausência	14,00	-	0,70	6,66	-	0,39
	23076/13	-	2,20	Ausência	8,00	-	0,70	6,85	-	0,57
	23504/13	-	2,90	Ausência	4,00	-	0,80	6,85	-	0,46
	23529/13	-	2,70	Ausência	3,00	-	0,70	6,53	-	0,53
	23387/13	-	2,70	Ausência	4,00	-	0,70	6,94	-	0,43
	23971/13	-	3,50	Ausência	11,00	-	0,70	7,21	-	0,52
	24363/13	-	2,30	Ausência	7,00	-	0,70	7,30	-	0,58
	24537/13	-	3,50	Ausência	3,00	-	0,60	7,95	-	0,34
	24801/13	-	2,40	Ausência	3,00	-	0,60	8,39	-	0,38
	25014/13	-	2,50	Ausência	5,00	-	0,60	7,75	-	0,51
	25029/13	-	2,00	Ausência	2,00	-	0,60	6,84	-	0,62
	24962/13	-	1,70	Ausência	7,00	-	0,60	6,60	-	0,54
	25327/13	-	2,40	Ausência	7,00	-	0,60	6,60	-	0,86
	Mínimo	-	1,20	Ausência	2,00	-	0,60	6,11	95,70	0,34
	Médio	-	2,44	Ausência	8,61	-	0,68	6,86	95,70	0,53
	Máximo	-	3,50	Ausência	17,00	-	0,80	8,39	95,70	0,86
Mai/13	25643/13	-	2,00	Ausência	7,00	-	0,60	6,20	-	0,53
	25667/13	-	3,30	Ausência	4,00	-	0,70	7,02	-	0,49
	25925/13	-	2,20	Ausência	5,00	-	0,50	7,02	-	0,38
	25975/13	-	1,90	Ausência	9,00	-	0,50	6,67	-	0,46
	25987/13	-	2,70	Ausência	4,00	-	0,60	6,81	-	0,65
	26224/13	-	2,70	Ausência	8,00	-	0,60	6,50	-	0,34
	26459/13	-	2,20	Ausência	8,00	-	0,60	6,95	-	0,48
	26602/13	-	2,20	Ausência	15,00	-	0,60	6,54	-	0,65
	27106/13	-	3,00	Ausência	7,00	-	0,60	6,79	-	0,27
	27554/13	-	2,30	Ausência	12,00	-	0,60	6,50	-	0,83
	27790/13	-	2,50	Ausência	16,00	-	0,70	6,48	-	0,71
	27805/13	-	3,70	Ausência	9,00	-	0,80	6,10	-	0,58
	27718/13	-	2,00	Ausência	4,00	-	0,70	7,10	-	0,49
	28199/13	-	2,40	Ausência	5,00	-	0,70	6,80	77,10	0,38
	28503/13	-	2,00	Ausência	6,00	-	0,70	6,64	-	0,29
	28695/13	-	2,60	Ausência	13,00	-	0,50	6,13	-	0,43
	28958/13	-	2,50	Ausência	15,00	-	0,60	6,43	-	0,78

Quadro 1. 25 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Vieira de Mello em 2013 (continuação)

MÊS/ANO	AMOSTRA	PARÂMETROS								
		Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor Aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)	Turbidez (UT)
Mai/13	29113/13	-	2,20	Ausência	10,00	-	0,70	6,81	-	0,53
	29130/13	-	2,00	Ausência	17,00	-	0,60	6,59	-	0,56
	29058/13	-	2,30	Ausência	17,00	-	0,60	6,36	-	0,60
	29404/13	77,10	2,90	Ausência	11,00	234,00	0,70	6,72	-	0,33
	29668/13	-	2,60	Ausência	5,00	-	0,60	7,19	-	0,32
	30131/13	-	2,00	Ausência	11,00	-	0,60	6,63	-	0,40
	30347/13	-	2,70	Ausência	12,00	-	0,60	6,10	-	0,65
	30848/13	-	2,50	Ausência	11,00	-	0,60	6,43	-	0,39
	30866/13	-	2,60	Ausência	18,00	-	0,60	6,69	-	0,78
	30798/13	-	2,30	Ausência	14,00	-	0,70	6,85	-	0,62
	31103/13	-	3,00	Ausência	18,00	-	0,70	6,52	-	0,78
	31251/13	-	2,60	Ausência	15,00	-	0,60	6,78	-	0,69
	31550/13	-	2,60	Ausência	7,00	-	0,70	6,65	-	0,40
	31552/13	-	2,30	Ausência	8,00	-	0,70	6,62	-	0,53
Mínimo		77,10	1,90	Ausência	4,00	234,00	0,50	6,10	77,10	0,27
Médio		77,10	2,48	Ausência	10,35	234,00	0,63	6,63	77,10	0,53
Máximo		77,10	3,70	Ausência	18,00	234,00	0,80	7,19	77,10	0,83
Jun/13	31526/13	-	2,40	Ausência	24,00	-	0,70	6,59	-	1,07
	31537/13	-	2,40	Ausência	22,00	-	0,60	6,55	-	1,05
	31467/13	-	2,50	Ausência	24,00	-	0,60	6,51	-	0,61
	32068/13	-	2,40	Ausência	17,00	-	0,70	6,59	-	0,67
	32197/13	-	3,00	Ausência	22,00	-	0,60	7,17	25,80	0,67
	32355/13	-	2,40	Ausência	12,00	-	0,60	6,72	-	0,49
	32803/13	-	2,40	Ausência	11,00	-	0,80	6,86	-	0,51
	32859/13	-	3,00	Ausência	5,00	-	0,70	6,41	-	0,48
	32870/13	-	2,50	Ausência	13,00	-	0,70	6,66	-	0,96
	32969/13	-	3,00	Ausência	16,00	-	0,70	6,32	-	1,16
	33394/13	-	2,40	Ausência	7,00	-	0,80	7,46	-	0,74
	33441/13	-	3,00	Ausência	17,00	-	0,80	7,00	-	1,08
	33654/13	-	3,00	Ausência	12,00	-	0,60	6,60	-	1,13
	33938/13	-	3,00	Ausência	7,00	-	0,70	7,00	-	0,45
	33941/13	-	2,20	Ausência	7,00	-	0,80	7,13	-	0,38
	33959/13	-	3,00	Ausência	13,00	-	0,70	7,34	-	0,79
	34372/13	-	3,00	Ausência	10,00	-	0,70	6,66	-	0,52
	34797/13	-	2,70	Ausência	9,00	-	0,50	6,94	-	0,41
	35152/13	-	2,50	Ausência	10,00	-	0,60	7,18	-	0,50
	35286/13	-	2,50	Ausência	6,00	-	0,70	6,68	-	0,57
	35940/13	-	2,20	Ausência	8,00	-	0,80	7,11	-	0,45
	35570/13	-	2,30	Ausência	5,00	-	0,80	7,09	-	0,57
	35581/13	-	2,20	Ausência	8,00	-	0,70	7,22	-	0,64
	35670/13	-	2,30	Ausência	4,00	-	0,70	7,20	-	0,52
	35833/13	-	2,30	Ausência	6,00	-	0,60	7,29	-	0,54
	36050/13	-	2,40	Ausência	8,00	-	0,70	6,87	-	0,52
	36337/13	-	2,20	Ausência	12,00	-	0,60	6,56	-	0,75
	37114/13	-	2,30	Ausência	7,00	-	0,70	7,43	-	0,49
	37117/13	-	2,40	Ausência	5,00	-	0,80	7,14	-	0,40
	37134/13	-	2,70	Ausência	5,00	-	0,70	6,74	-	0,42
Mínimo		-	2,20	Ausência	4,00	-	0,50	6,32	25,80	0,38

Quadro 1. 25 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Vieira de Mello em 2013 (continuação)

MÊS/ANO		AMOSTRA	PARÂMETROS							
			Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor Aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)
Médio		-	2,55	Ausência	11,07	-	0,69	6,90	25,80	0,65
Máximo		-	3,00	Ausência	24,00	-	0,80	7,46	25,80	1,16
Jul/13	37089/13	-	2,50	Ausência	9,00	-	0,80	7,19	-	0,58
	37103/13	-	3,00	Ausência	9,00	-	0,60	6,54	-	0,67
	36920/13	-	2,00	Ausência	9,00	-	0,70	7,33	-	0,55
	37529/13	-	2,40	Ausência	15,00	-	0,70	7,38	-	0,54
	37772/13	-	2,70	Ausência	20,00	-	0,70	7,36	98,00	0,94
	37914/13	-	1,30	Ausência	15,00	-	0,80	7,35	-	0,97
	37925/13	-	2,70	Ausência	10,00	-	0,70	7,25	-	0,61
	38116/13	-	2,00	Ausência	15,00	-	0,60	6,99	-	0,76
	38582/13	-	2,90	Ausência	20,00	-	0,60	7,48	-	0,97
	38755/13	-	2,40	Ausência	8,00	-	0,70	7,52	-	0,55
	39102/13	-	2,50	Ausência	14,00	-	0,70	7,45	-	0,76
	39013/13	-	2,40	Ausência	13,00	-	0,80	7,95	-	0,65
	39494/13	-	2,10	Ausência	8,00	-	0,70	7,31	-	0,46
	39505/13	-	3,00	Ausência	6,00	-	0,60	6,82	-	0,36
	39343/13	-	2,50	Ausência	10,00	-	0,80	7,44	-	0,47
	39596/13	-	2,10	Ausência	8,00	-	0,80	8,36	-	0,49
	40141/13	-	2,40	Ausência	8,00	-	0,80	7,60	-	0,41
	40267/13	-	2,00	Ausência	10,00	-	0,70	7,21	-	0,74
	40634/13	-	2,20	Ausência	8,00	-	0,70	7,43	-	0,45
	40995/13	-	2,50	Ausência	18,00	-	0,60	6,94	-	0,95
	41009/13	-	2,70	Ausência	10,00	-	0,70	7,19	-	0,82
	40971/13	-	3,00	Ausência	6,00	-	0,60	6,94	-	0,61
	41517/13	-	3,10	Ausência	14,00	-	0,50	6,72	-	0,66
	41844/13	-	2,70	Ausência	5,00	-	0,70	7,15	-	0,45
	42199/13	-	2,80	Ausência	9,00	-	0,70	7,29	-	0,39
	42533/13	-	3,30	Ausência	13,00	-	0,80	7,30	-	0,53
	42784/13	-	2,40	Ausência	7,00	-	0,80	6,97	-	0,52
	42797/13	-	2,20	Ausência	10,00	-	0,60	6,91	-	0,43
	42864/13	-	2,50	Ausência	< 1	-	0,80	7,26	-	0,47
	43043/13	-	2,90	Ausência	12,00	-	0,70	7,13	-	0,78
	43246/13	-	2,50	Ausência	38,00	-	0,60	7,55	-	2,85
Mínimo		-	1,30	Ausência	< 1	-	0,50	6,54	98,00	0,36
Médio		-	2,51	Ausência	11,55	-	0,70	7,27	98,00	0,69
Máximo		-	3,30	Ausência	38,00	-	0,80	8,36	98,00	2,85
Ago/13	43460/13	-	3,00	Ausência	20,00	-	0,60	7,09	-	1,69
	43819/13	-	2,00	Ausência	10,00	-	0,50	7,00	-	0,86
	44152/13	-	2,90	Ausência	8,00	-	0,70	7,39	-	0,68
	44178/13	-	2,50	Ausência	13,00	-	0,50	6,92	-	0,77
	44195/13	-	2,30	Ausência	9,00	-	0,70	7,44	-	0,71
	44422/13	-	2,20	Ausência	14,00	-	0,80	7,74	-	0,99
	44612/13	-	2,20	Ausência	10,00	-	0,70	8,60	94,10	0,55
	44908/13	-	2,80	Ausência	9,00	-	0,70	8,03	-	0,44
	45181/13	-	2,70	Ausência	21,00	-	0,50	6,60	-	1,14
	45281/13	-	3,10	Ausência	15,00	-	0,70	7,78	-	0,33
	45292/13	-	3,20	Ausência	8,00	-	0,80	7,56	-	0,57
	45658/13	-	2,20	Ausência	9,00	-	0,70	7,69	-	0,61

Quadro 1. 25 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Vieira de Mello em 2013 (continuação)

MÊS/ANO	AMOSTRA	PARÂMETROS								
		Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)	Turbidez (UT)
Ago/13	45750/13	-	2,50	Ausência	7,00	-	0,70	7,36	-	0,44
	46034/13	-	2,90	Ausência	8,00	-	0,60	7,42	-	0,42
	46593/13	-	2,70	Ausência	7,00	-	0,70	7,31	-	0,57
	46457/13	-	2,20	Ausência	7,00	-	0,80	7,92	-	0,79
	46600/13	-	1,70	Ausência	8,00	-	0,70	8,00	-	0,41
	46618/13	-	2,60	Ausência	6,00	-	0,70	7,28	-	0,34
	46657/13	-	2,50	Ausência	9,00	-	0,70	7,56	-	0,59
	46925/13	-	2,90	Ausência	14,00	-	0,70	7,87	-	0,55
	47310/13	-	2,70	Ausência	14,00	-	0,70	7,51	-	0,77
	47318/13	-	2,70	Ausência	8,00	-	0,70	7,46	-	0,59
	47718/13	-	2,90	Ausência	15,00	-	0,60	7,63	-	0,93
	48325/13	-	2,30	Ausência	7,00	-	0,50	7,03	-	0,34
	48338/13	-	2,70	Ausência	7,00	-	0,70	7,34	-	0,49
	48217/13	-	2,70	Ausência	5,00	-	0,70	7,39	-	0,40
	48566/13	-	2,30	Ausência	9,00	-	0,70	7,53	-	0,48
	49163/13	-	2,50	Ausência	15,00	-	1,30	6,81	-	0,81
	49520/13	-	2,40	Ausência	30,00	-	0,70	7,08	-	1,67
	49308/13	-	2,70	Ausência	18,00	-	0,70	7,08	-	0,85
	Mínimo	-	1,70	Ausência	5,00	-	0,50	6,60	94,10	0,33
	Médio	-	2,57	Ausência	11,33	-	0,69	7,45	94,10	0,69
	Máximo	-	3,20	Ausência	30,00	-	1,30	8,60	94,10	1,69
Set/13	49316/13	-	2,40	Ausência	16,00	-	0,70	7,29	-	1,06
	49480/13	-	2,50	Ausência	8,00	-	0,70	7,66	-	0,34
	49911/13	-	2,10	Ausência	13,00	-	0,70	7,06	-	0,71
	50375/13	-	2,20	Ausência	8,00	-	0,70	6,96	-	0,52
	50665/13	-	2,80	Ausência	6,00	-	0,70	7,90	-	0,35
	51029/13	-	2,90	Ausência	9,00	-	0,80	7,58	-	0,72
	51040/13	-	2,20	Ausência	8,00	-	0,70	7,07	-	0,60
	51056/13	-	2,00	Ausência	15,00	-	0,70	7,70	-	0,54
	51397/13	-	2,50	Ausência	11,00	-	0,60	7,00	-	0,64
	51659/13	-	2,40	Ausência	9,00	-	0,70	7,27	83,20	0,53
	51979/13	-	2,30	Ausência	14,00	-	0,70	7,45	-	0,47
	52239/13	-	2,30	Ausência	8,00	-	0,80	7,92	-	0,40
	52403/13	-	2,40	Ausência	14,00	-	0,70	7,80	-	0,66
	52413/13	-	2,50	Ausência	8,00	-	0,80	7,58	-	0,70
	52640/13	-	2,00	Ausência	25,00	-	0,60	7,55	-	0,92
	52986/13	-	3,00	Ausência	6,00	-	0,70	7,71	-	0,31
	53329/13	-	2,50	Ausência	8,00	-	0,70	7,18	-	0,33
	53693/13	-	2,00	Ausência	7,00	-	0,70	7,40	-	0,48
	53856/13	-	2,90	Ausência	12,00	-	0,70	7,65	-	0,70
	53954/13	-	3,00	Ausência	9,00	-	0,60	7,42	-	0,36
	53969/13	-	2,50	Ausência	10,00	-	0,70	8,74	-	0,39
	54072/13	-	2,60	Ausência	5,00	-	0,70	7,15	-	0,33
	54296/13	-	1,70	Ausência	17,00	-	0,70	7,59	-	0,73
	54789/13	-	2,10	Ausência	7,00	-	0,70	7,71	-	0,49
	54976/13	-	2,20	Ausência	6,00	-	0,70	7,55	-	0,34
	55156/13	-	3,00	Ausência	10,00	-	0,70	7,46	-	0,57
	55341/13	-	2,80	Ausência	10,00	-	0,70	7,29	-	0,60

Quadro 1. 25 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Vieira de Mello em 2013 (continuação)

MÊS/ANO	AMOSTRA	PARÂMETROS								
		Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor Aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)	Turbidez (UT)
Set/13	55352/13	-	1,70	Ausência	8,00	-	0,70	7,50	-	0,42
	55410/13	-	3,00	Ausência	17,00	-	0,70	7,08	-	1,09
Mínimo		-	1,70	Ausência	5,00	-	0,60	6,96	83,20	0,31
Médio		-	2,43	Ausência	10,48	-	0,70	7,49	83,20	0,56
Máximo		-	3,00	Ausência	25,00	-	0,80	8,74	83,20	1,09
Out/13	55772/13	-	2,40	Ausência	20,00	-	0,70	7,15	-	1,06
	55964/13	-	2,60	Ausência	11,00	-	0,70	7,49	112,00	0,49
	56292/13	-	2,50	Ausência	7,00	-	0,70	8,12	-	0,40
	56533/13	-	2,80	Ausência	11,00	-	0,70	7,99	-	0,41
	56781/13	-	2,20	Ausência	7,00	-	0,60	7,78	-	0,53
	56792/13	-	2,70	Ausência	9,00	-	0,60	7,59	-	0,42
	56721/13	-	2,60	Ausência	6,00	-	0,70	7,44	-	0,37
	57114/13	-	2,60	Ausência	20,00	-	0,50	7,35	-	0,89
	57450/13	-	2,20	Ausência	22,00	-	0,70	7,32	-	1,02
	57688/13	-	-	-	13,00	-	0,70	7,64	-	0,46
	58107/13	-	2,80	Ausência	7,00	-	0,70	7,64	-	0,29
	58109/13	-	2,80	Ausência	4,00	-	0,70	8,10	-	0,28
	58117/13	-	1,50	Ausência	4,00	-	0,70	8,26	-	0,19
	58300/13	-	2,20	Ausência	7,00	-	0,70	7,52	-	0,32
	58457/13	-	1,00	Ausência	3,00	-	0,70	7,28	-	0,30
	58949/13	-	3,00	Ausência	10,00	-	0,70	6,48	-	0,58
	59037/13	-	2,10	Ausência	10,00	-	0,70	6,82	-	0,35
	59338/13	-	2,20	Ausência	9,00	-	0,70	7,16	-	0,45
	59532/13	-	2,80	Ausência	7,00	-	0,70	6,97	-	0,36
	59547/13	-	2,60	Ausência	4,00	-	0,70	7,26	-	0,31
	59593/13	-	2,50	Ausência	11,00	-	0,70	7,00	-	0,75
	60043/13	-	2,20	Ausência	4,00	-	0,70	7,13	-	0,21
	60264/13	-	2,30	Ausência	5,00	-	0,70	7,20	-	0,37
	60535/13	-	2,70	Ausência	11,00	-	0,70	6,78	-	0,55
	60780/13	-	2,20	Ausência	8,00	-	0,70	7,36	-	0,30
	60793/13	-	2,90	Ausência	4,00	-	0,80	7,10	-	0,44
	60806/13	-	2,90	Ausência	6,00	-	0,70	7,41	-	0,33
	60825/13	-	2,50	Ausência	5,00	-	0,70	7,06	-	0,35
	61040/13	-	2,90	Ausência	4,00	-	0,80	7,10	-	0,28
	61340/13	-	2,80	Ausência	5,00	-	0,70	7,13	-	0,29
	61474/13	-	2,00	Ausência	6,00	-	0,70	7,31	-	0,37
Mínimo		-	1,00	Ausência	3,00	-	0,50	6,48	112,00	0,19
Médio		-	2,45	Ausência	8,39	-	0,69	7,35	112,00	0,44
Máximo		-	3,00	Ausência	22,00	-	0,80	8,26	112,00	1,06
Nov/13	61785/13	-	2,00	Ausência	5,00	-	0,70	7,37	-	0,50
	61869/13	-	2,40	Ausência	3,00	-	0,60	7,09	-	0,28
	61871/13	-	1,70	Ausência	7,00	-	0,60	7,06	-	0,49
	62018/13	-	2,30	Ausência	5,00	-	0,80	7,26	-	0,35
	62342/13	-	2,50	Ausência	5,00	-	0,80	7,48	-	0,64
	62457/13	440,00	2,80	Ausência	5,00	150,00	0,70	7,81	-	0,54
	62741/13	-	2,10	Ausência	5,00	-	0,70	7,57	-	0,47
	62958/13	-	2,00	Ausência	6,00	-	0,70	7,34	-	0,33
	63064/13	-	2,30	Ausência	5,00	-	0,80	7,44	-	0,32

Quadro 1. 25 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Vieira de Mello em 2013 (continuação)

MÊS/ANO	AMOSTRA	PARÂMETROS								
		Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)	Turbidez (UT)
Nov/13	63075/13	-	2,30	Ausência	7,00	-	0,80	7,22	-	0,48
	63164/13	-	2,20	Ausência	7,00	-	0,70	7,12	-	0,40
	63514/13	-	2,20	Ausência	5,00	-	0,70	7,13	-	0,30
	63736/13	-	2,30	Ausência	5,00	-	0,80	6,97	-	0,44
	63939/13	-	2,20	Ausência	4,00	-	0,80	7,35	-	0,32
	64405/13	-	2,40	Ausência	7,00	-	0,50	7,25	-	0,47
	64425/13	-	2,30	Ausência	5,00	-	0,70	7,29	-	0,68
	64459/13	-	2,60	Ausência	11,00	-	0,80	7,26	-	0,66
	64485/13	-	2,20	Ausência	4,00	-	0,70	7,51	-	0,30
	64689/13	-	2,20	Ausência	4,00	-	0,80	7,31	-	0,46
	64937/13	-	2,20	Ausência	7,00	-	0,70	7,00	33,60	0,51
	65544/13	-	2,40	Ausência	4,00	-	0,70	7,31	-	0,29
	65546/13	-	2,60	Ausência	6,00	-	0,80	7,14	-	0,54
	66048/13	-	2,80	Ausência	6,00	-	0,80	7,66	-	0,30
	66062/13	-	2,80	Ausência	8,00	-	0,80	7,28	-	0,47
	65647/13	-	1,60	Ausência	4,00	-	0,80	7,18	-	0,49
	66149/13	-	2,80	Ausência	7,00	-	0,70	7,44	-	0,73
	66386/13	-	2,00	Ausência	9,00	-	0,80	7,15	-	0,51
	66643/13	-	2,50	Ausência	6,00	-	0,80	7,34	-	0,42
	66839/13	-	2,40	Ausência	4,00	-	0,70	7,14	-	0,35
	67476/13	-	2,10	Ausência	4,00	-	0,90	7,69	-	0,48
Mínimo		440,00	1,60	Ausência	3,00	150,00	0,50	6,97	33,60	0,28
Médio		440,00	2,31	Ausência	5,67	150,00	0,74	7,31	33,60	0,45
Máximo		440,00	2,80	Ausência	11,00	150,00	0,90	7,81	33,60	0,73
Dez/13	67489/13	-	2,10	Ausência	6,00	-	0,70	8,55	-	0,38
	67452/13	-	2,00	Ausência	5,00	-	0,70	7,82	-	0,37
	67686/13	-	2,70	Ausência	7,00	-	0,80	7,75	-	0,39
	68004/13	-	1,30	Ausência	9,00	-	0,80	8,05	-	0,50
	68143/13	-	2,00	Ausência	7,00	-	0,80	7,29	87,30	0,54
	68402/13	-	2,30	Ausência	9,00	-	0,80	7,85	-	0,39
	68676/13	-	2,90	Ausência	9,00	-	0,80	7,41	-	0,35
	68687/13	-	2,10	Ausência	8,00	-	0,80	7,46	-	0,49
	68845/13	-	2,10	Ausência	4,00	-	0,70	7,56	-	0,32
	68991/13	-	2,30	Ausência	4,00	-	0,60	8,14	-	0,34
	69440/13	-	2,60	Ausência	5,00	-	0,60	7,42	-	0,34
	69698/13	-	2,50	Ausência	5,00	-	0,60	7,73	-	0,26
	69914/13	-	2,60	Ausência	5,00	-	0,70	8,14	-	0,32
	70338/13	-	2,40	Ausência	8,00	-	0,70	7,54	-	0,43
	70354/13	-	2,10	Ausência	7,00	-	0,70	7,16	-	0,39
	70537/13	-	2,70	Ausência	4,00	-	0,50	7,01	-	0,34
	70588/13	-	2,20	Ausência	5,00	-	0,80	7,44	-	0,40
	70847/13	-	2,00	Ausência	6,00	-	0,70	7,80	-	0,37
	71235/13	-	2,20	Ausência	4,00	-	0,70	7,48	-	0,37
	71524/13	-	2,30	Ausência	9,00	-	0,90	7,65	-	0,41
	71834/13	-	2,30	Ausência	6,00	-	0,80	7,20	-	0,70
	71850/13	-	2,70	Ausência	10,00	-	0,60	7,17	-	0,57
	71783/13	-	2,60	Ausência	6,00	-	0,80	7,30	-	0,35
	71795/13	-	2,30	Ausência	5,00	-	0,70	7,39	-	0,59

Quadro 1. 25 - Principais Parâmetros de Qualidade da Água Tratada na ETA Vieira de Mello em 2013 (continuação)

MÊS/ANO	AMOSTRA	PARÂMETROS								
		Alumínio (µg/L)	Cloro Residual Livre (mg/L)	Coliformes Totais (UFC/100 mL)	Cor Aparente (mg Pt/L)	Ferro (µg/L)	Fluoreto (mg F/L)	pH	THM (µg/L)	Turbidez (UT)
Dez/13	71809/13	-	1,90	Ausência	11,00	-	0,60	6,68	-	0,48
	71699/13	-	2,00	Ausência	9,00	-	0,70	7,10	-	0,41
	72085/13	-	2,90	Ausência	11,00	-	0,70	7,09	87,40	0,85
	72193/13	-	1,50	Ausência	12,00	-	0,30	6,40	-	0,36
	72206/13	-	5,50	Ausência	6,00	-	0,70	6,94	-	0,35
	72231/13	-	2,40	Ausência	11,00	-	0,70	7,02	-	0,48
	72272/13	-	2,20	Ausência	6,00	-	0,70	7,26	-	0,40
Mínimo		-	1,30	Ausência	4,00	-	0,30	6,40	87,30	0,26
Médio		-	2,38	Ausência	7,06	-	0,70	7,45	87,35	0,43
Máximo		-	5,50	Ausência	12,00	-	0,90	8,55	87,40	0,85

Nota: Indicados em vermelho os valores fora dos padrões recomendados.

Fonte: EMBASA, 2014.

REFERÊNCIAS

- EMBASA. Projeto Básico de Ampliação do Sistema Adutor de Água Bruta Joanes II / ETA Principal. Geohidro, 2007.
- ONS. Inventário das Restrições Operativas Hidráulicas dos Aproveitamentos Hidrelétricos, 2013.
- DESENVALE. Projeto Executivo do Sistema Adutor de Pedra do Cavalo. Tecnosan, 1981.
- EMBASA. Nova estação elevatória Joanes I – Bolandeira. Vazão Engenharia, 2013.
- EMBASA. Estudos Hidráulicos para Ampliação do Sistema de Recalque Santa Selenia – Joanes II. Vazão Engenharia, 2013.
- EMBASA. Projeto Básico de Ampliação da Adutora Santa Helena – Joanes II e da Estação Elevatória de Água Bruta e Ampliação da Adutora de Água Tratada Principal. Relatório de Estudos Básicos. Hita Engenharia e Arquitetura Ltda. Outubro/2013.
- EMBASA. Projeto Básico de Ampliação da Adutora Santa Helena – Joanes II e da Estação Elevatória de Água Bruta e Ampliação da Adutora de Água Tratada Principal. Relatório dos Estudos de Concepção e Viabilidade. Hita Engenharia e Arquitetura Ltda. Fevereiro/2014.
- EMBASA. Estudos de Definição do Reaproveitamento do Potencial Hídrico do Rio Jacuípe. Segundo Relatório Parcial e Relatório Final. Geohidro, 1996.
- EMBASA. Projeto Básico do Sistema Adutor Santa Helena/BRASKEM. Geohidro, 1998.
- EMBASA. Revisão e Atualização do Plano Diretor de Abastecimento de Água de Salvador Extensivo aos Demais Municípios da RMS. Hydros, 1998.
- Amorim, J. L. R.; Barreto, J. B.; Barreto, C. A. Uma Avaliação do Desempenho Operacional do Sistema de Abastecimento da Região Metropolitana de Salvador. 26º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre – RS, 2011.
- EMBASA. Dados operacionais diversos disponibilizados por: Escritórios Regionais, Departamento de Projetos, Parque da Bolandeira, e outros setores.



ANEXOS – LISTAGENS RELATÓRIOS EPANET



ANEXO 1 – ADUTORA PRINCIPAL (ETA – R7)

25/02/2016 14:21:35

Arquivo de Rede: Modelo em vermelho (valv. de controle.) NOVAS DEMANDAS-
RES 2015.net

Trecho: ID	Início: Nó	Fim: Nó	Comprimento m	Diâmetro mm
1	ETA_PRINCIPAL	1	100	2300
2	1	2	940	2300
3	2	3	6872	2300
4	3	4	4770	2300
5	4	5	6	2300
6	5	6	3250	2100
12	11	12	1890	1200
13	12	13	1200	1200
14	13	R7	2500	1200
30	1000	19	2600	1200
41	111	34	1230	600
43	10005	39	380	1200
45	35	R20	6590	800
47	37	10005	100	1200
48	9	10	27	1800
49	10	37	12	1800
50	37	11	3000	1200
51	37	11	3000	1600
53	13	38	209	800
56	38	43	88	600
10	3	7	900	500
7	6	RED.2100X1800	2300	2100
24	RED.2100X1800	1000	486	1800
17	10	111	1200	600
15	26	21	340	700
22	22	18	210	800
19	5	22	5107	700
21	19	27	1	1200
23	1000	16	1264	1800
25	1	PASSAGEM_DOS_TEIXEIRAS		0.01
26	ETA_PRINCIPAL	14	100	2300
31	14	2	940	2300
33	22	15	205	700
34	15	26	3685	600
9	38	45	3300	700
3.1	4	47	2446	500
8	12	41	2200	400

Página 2

Tabela de Trecho - Nó: (continuação)

Trecho: ID	Início: Nó	Fim: Nó	Comprimento m	Diâmetro mm	
20	9	29	2380	600	
28	8	R21	0.001	500	
36	20	R23B	0.001	800	
40	23	R23A	0.001	700	
54	28	R18/R12	0.001	1200	
57	30	R10	0.001	600	
61	36	R17	0.001	600	
63	40	R14	0.001	1200	
66	42	ZA-27	0.001	400	
68	44	R25	0.001	600	
70	46	ZA-20/ZA-21	0.001	700	
72	48	ZA-84	0.001	500	
27	111	49	3300	400	
39	50	ZA-70	0.01	400	
37	6	32	470	600	
42	33	51	900	500	
52	52	ZA-81	0.01	500	
58	53	ZA-82, 79	0.01	600	
59	33	54	200	500	
65	33	56	4000	600	
69	54	57	2500	500	
73	59	ZA-77/64	0.01	500	
74	16	60	100	400	
75	61	ZA-62	0.01	400	
77	54	55	1400	350	
79	62	ZA-83, 65	0.01	350	
11	16	9	1700	1800	
V-R21	7	8	#N/A	500	Válvula
35	18	20	#N/A	800	Válvula
V-R23A	21	23	#N/A	700	Válvula
V-R18	27	28	#N/A	1200	Válvula
V-R10	29	30	#N/A	600	Válvula
V-R17	34	36	#N/A	600	Válvula
V-R14	39	40	#N/A	1200	Válvula
V-R20	10005	35	#N/A	800	Válvula
V-ZA-27	41	42	#N/A	400	Válvula
V-R25	43	44	#N/A	600	Válvula
V-ZA-20, 21	45	46	#N/A	700	Válvula
V-ZA-84	47	48	#N/A	500	Válvula
V-ZA-70	49	50	#N/A	400	Válvula
ZAs_S.F.	32	33	#N/A	600	Válvula
V-ZA-81	51	52	#N/A	500	Válvula
V-ZA-79, 82	56	53	#N/A	600	Válvula
V-ZA-77	57	59	#N/A	500	Válvula
V-ZA-62	60	61	#N/A	400	Válvula
V-ZA-83-65	55	62	#N/A	350	Válvula

Página 3

Resultados nos Nós:

Nó ID	Consumo LPS	Carga Hidráulica m	Pressão m	Qualidade
1	0.00	138.47	23.47	0.00
2	0.00	138.23	23.23	0.00
3	0.00	131.17	86.17	0.00
4	0.00	126.41	26.41	0.00
5	0.00	126.40	31.40	0.00
6	0.00	122.10	23.10	0.00
1000	0.00	118.26	27.26	0.00
9	0.00	112.48	17.48	0.00
11	0.00	110.86	40.86	0.00
12	0.00	101.35	51.35	0.00
13	0.00	95.88	65.88	0.00
PASSAGEM_DOS_TEIXEIRAS	13.50	138.47	23.47	0.00
22	0.00	106.43	16.43	0.00
26	0.00	73.33	3.33	0.00
19	0.00	118.00	38.00	0.00
111	0.00	111.60	14.60	0.00
10005	0.00	112.29	27.29	0.00
35	0.00	112.29	27.29	0.00
10	0.00	112.44	22.44	0.00
37	0.00	112.43	22.43	0.00
38	0.00	94.58	64.58	0.00
RED.2100X1800	0.00	119.49	34.49	0.00
14	0.00	138.47	138.47	0.00
15	0.00	105.63	105.63	0.00
7	0.00	130.53	130.53	0.00
8	0.00	110.00	110.00	0.00
18	0.00	100.22	100.22	0.00
20	0.00	94.00	94.00	0.00
21	0.00	72.00	72.00	0.00
23	0.00	72.00	72.00	0.00
27	0.00	118.00	118.00	0.00
28	0.00	118.00	118.00	0.00
29	0.00	105.00	105.00	0.00
30	0.00	105.00	105.00	0.00
34	0.00	111.00	111.00	0.00
36	0.00	111.00	111.00	0.00
39	0.00	112.00	112.00	0.00
40	0.00	112.00	112.00	0.00
41	0.00	93.00	93.00	0.00
42	0.00	93.00	93.00	0.00
43	0.00	94.17	94.17	0.00
44	0.00	87.00	87.00	0.00
45	0.00	80.00	80.00	0.00
46	0.00	80.00	80.00	0.00
47	0.00	126.33	126.33	0.00
48	0.00	95.00	95.00	0.00
49	0.00	111.00	111.00	0.00

Página 4

Resultados nos Nós: (continuação)

Nó ID	Consumo LPS	Carga Hidráulica m	Pressão m	Qualidade
50	0.00	111.00	111.00	0.00
32	0.00	119.60	39.60	0.00
33	0.00	119.60	29.60	0.00
51	0.00	118.68	28.68	0.00
52	0.00	110.00	110.00	0.00
53	0.00	105.00	105.00	0.00
54	0.00	119.51	29.51	0.00
55	0.00	119.09	29.09	0.00
56	0.00	112.93	112.93	0.00
57	0.00	119.00	119.00	0.00
59	0.00	119.00	119.00	0.00
60	0.00	109.00	19.00	0.00
61	0.00	109.00	9.00	0.00
62	0.00	105.00	105.00	0.00
16	0.00	115.48	43.48	0.00
ETA_PRINCIPAL	-7004.00	138.50	0.00	0.00 RNF
R7	1605.88	91.80	0.00	0.00 RNF
R23A	604.81	72.00	0.00	0.00 RNF
R18/R12	391.75	118.00	0.00	0.00 RNF
R17	140.52	111.00	0.00	0.00 RNF
R14	525.21	112.00	0.00	0.00 RNF
R20	947.32	81.00	0.00	0.00 RNF
R25	441.75	87.00	0.00	0.00 RNF
R21	104.74	110.00	0.00	0.00 RNF
R23B	0.00	94.00	0.00	0.00 RNF
ZA-27	136.23	93.00	0.00	0.00 RNF
ZA-20/ZA-21	643.14	80.00	0.00	0.00 RNF
ZA-84	21.53	95.00	0.00	0.00 RNF
R10	361.13	105.00	0.00	0.00 RNF
ZA-70	28.99	111.00	0.00	0.00 RNF
ZA-81	126.65	110.00	0.00	0.00 RNF
ZA-82,79	262.14	105.00	0.00	0.00 RNF
ZA-83,65	26.25	105.00	0.00	0.00 RNF
ZA-77/64	55.68	119.00	0.00	0.00 RNF
ZA-62	566.80	109.00	0.00	0.00 RNF

Resultados nos Trechos:

Trecho: ID	Vazão LPS	Velocidade m/s	Perda de Carga m/km	Estado
1	3508.10	0.84	0.26	Open
2	3494.60	0.84	0.26	Open
3	6990.50	1.68	1.03	Open
4	6885.76	1.66	1.00	Open
5	6864.23	1.65	0.99	Open
6	6259.42	1.81	1.32	Open

Página 5

Resultados nos Trechos: (continuação)

Trecho: ID	Vazão LPS	Velocidade m/s	Perda de Carga m/km	Estado
12	2827.00	2.50	5.03	Open
13	2690.77	2.38	4.56	Open
14	1605.88	1.42	1.63	Open
30	391.75	0.35	0.10	Open
41	140.52	0.50	0.49	Open
43	525.21	0.46	0.76	Open
45	947.32	1.88	4.75	Open
47	1472.53	1.30	1.37	Open
48	4469.03	1.76	1.51	Open
49	4299.52	1.69	1.40	Open
50	904.07	0.80	0.52	Open
51	1922.93	0.96	0.52	Open
53	1084.89	2.16	6.22	Open
56	441.75	1.56	4.69	Open
10	104.74	0.53	0.70	Open
7	5788.70	1.67	1.13	Open
24	5788.70	2.27	2.53	Open
17	169.50	0.60	0.70	Open
15	604.81	1.57	3.91	Open
22	0.00	0.00	0.00	Closed
19	604.81	1.57	3.91	Open
21	391.75	0.35	0.10	Open
23	5396.95	2.12	2.20	Open
25	13.50	0.76	7.44	Open
26	3495.90	0.84	0.26	Open
31	3495.90	0.84	0.26	Open
33	604.81	1.57	3.91	Open
34	604.81	2.14	8.77	Open
9	643.14	1.67	4.42	Open
3.1	21.53	0.11	0.03	Open
8	136.23	1.08	3.80	Open
20	361.13	1.28	3.14	Open
28	104.74	0.53	0.00	Open
36	0.00	0.00	0.00	Open
40	604.81	1.57	4.65	Open
54	391.75	0.35	0.00	Open
57	361.13	1.28	0.00	Open
61	140.52	0.50	0.00	Open
63	525.21	0.46	0.00	Open
66	136.23	1.08	9.30	Open
68	441.75	1.56	0.00	Open
70	643.14	1.67	0.00	Open
72	21.53	0.11	0.00	Open
27	28.99	0.23	0.18	Open
39	28.99	0.23	0.93	Open
37	470.72	1.66	5.32	Open
42	126.65	0.65	1.02	Open

Página 6

Resultados nos Trechos: (continuação)

Trecho: ID	Vazão LPS	Velocidade m/s	Perda de Carga m/km	Estado
52	126.65	0.65	0.93	Open
58	262.14	0.93	1.86	Open
59	81.93	0.42	0.43	Open
65	262.14	0.93	1.67	Open
69	55.68	0.28	0.20	Open
73	55.68	0.28	0.00	Open
74	566.80	4.51	64.81	Open
75	566.80	4.51	65.11	Open
77	26.25	0.27	0.30	Open
79	26.25	0.27	0.00	Open
11	4830.15	1.90	1.76	Open
V-R21	104.74	0.53	20.53	Active Válvula
35	0.00	0.00	0.00	Closed Válvula
V-R23A	604.81	1.57	0.00	Open Válvula
V-R18	391.75	0.35	0.00	Open Válvula
V-R10	361.13	1.28	0.00	Open Válvula
V-R17	140.52	0.50	0.00	Open Válvula
V-R14	525.21	0.46	0.00	Open Válvula
V-R20	947.32	1.88	0.00	Open Válvula
V-ZA-27	136.23	1.08	0.00	Open Válvula
V-R25	441.75	1.56	7.17	Active Válvula
V-ZA-20, 21	643.14	1.67	0.00	Open Válvula
V-ZA-84	21.53	0.11	31.33	Active Válvula
V-ZA-70	28.99	0.23	0.00	Open Válvula
ZAs_S.F.	470.72	1.66	0.00	Open Válvula
V-ZA-81	126.65	0.65	8.68	Active Válvula
V-ZA-79, 82	262.14	0.93	7.93	Active Válvula
V-ZA-77	55.68	0.28	0.00	Open Válvula
V-ZA-62	566.80	4.51	0.00	Open Válvula
V-ZA-83-65	26.25	0.27	14.09	Active Válvula



ANEXO 2 – SUBADUTORA R7 – R15

Página 1

25/02/2016 14:13:33

```
*****
*                               *
*               EPANET 2.0 Brasil               *
*               Hidráulica e Qualidade da Água   *
*               Simulação da Rede                 *
*               Versão 2.00.11                     *
*****
```

ANO 2015

Arquivo de Rede: R7-N.A. Med e 1 mm ZAs consumo-2015.NET

Tabela de Trecho - Nó:

Trecho: ID	Início: Nó	Fim: Nó	Comprimento m	Diâmetro mm
T1	R7	2	100	1600
T1.1	3	4	1400	1600
T3	4	5	560	1600
T4	5	6	0.01	1600
T5	6	7	1759	1600
T6	7	8	5	1200
T7	8	9	80	1200
T8	9	10	925	1200
T9	10	11	1016	1200
T10	11	12	1740	1200
T11	12	13	740	900
T19	18	R4	5	600
T19.1	19	20	552	700
T19.2	21	R19	50	700
T13	15	R15	2	900
T12	26	14	348	900
T16	25	R5	32	550
T14	22	23	1050	700
T15	23	24	550	550
T18	27	28	2345	700
T20	29	R3	0.01	700
T22	5	ZA-12_ (PAU_MIÚDO)	650	450
T24	11	ZA-08	1	600
T25	20	ZA-13	1	300
T8.1	16	ZA-09	724	600
T8.2	ZA-09	17	1001	600
T28	18	ZA-10	1	300
T29	R3	ZA-12_ (PAU_MIÚDO)	600	450
V1	2	3	#N/A	1600 Válvula
V3	8	16	#N/A	600 Válvula
V4	17	18	#N/A	600 Válvula
V5	9	19	#N/A	700 Válvula
V6	20	21	#N/A	700 Válvula
V7	14	15	#N/A	900 Válvula
V2	13	22	#N/A	700 Válvula
V8	13	26	#N/A	900 Válvula
V9	24	25	#N/A	550 Válvula

Página 2

Tabela de Trecho - Nó: (continuação)

Trecho:	Início:	Fim:	Comprimento	Diâmetro
ID	Nó	Nó	m	mm
V10	6	27	#N/A	700 Válvula
V11	28	29	#N/A	700 Válvula

Resultados nos Nós:

Nó	Consumo	Carga Hidráulica	Pressão	Qualidade
ID	LPS	m	m	
2	0.00	85.58	4.28	0.00
3	0.00	85.58	4.33	0.00
4	0.00	82.53	59.23	0.00
5	0.00	81.31	56.63	0.00
6	0.00	81.31	56.63	0.00
7	0.00	78.63	63.77	0.00
8	0.00	78.60	65.00	0.00
9	0.00	78.16	64.56	0.00
10	0.00	76.58	54.98	0.00
11	0.00	74.86	53.26	0.00
12	0.00	73.13	58.43	0.00
13	0.00	69.83	6.83	0.00
14	0.00	69.00	6.00	0.00
15	0.00	69.00	69.00	0.00
16	0.00	78.60	78.60	0.00
17	0.00	76.27	76.27	0.00
18	0.00	76.27	76.27	0.00
19	0.00	78.16	64.56	0.00
20	0.00	67.86	67.86	0.00
21	0.00	67.86	67.86	0.00
22	0.00	69.83	69.83	0.00
24	0.00	66.04	66.04	0.00
25	0.00	66.04	66.04	0.00
26	0.00	69.83	69.83	0.00
23	0.00	68.50	68.50	0.00
27	0.00	81.31	81.31	0.00
28	0.00	74.00	74.00	0.00
29	0.00	74.00	74.00	0.00
ZA-12_ (PAU_MIÚDO)	109.95	80.44	66.86	0.00
ZA-08	387.23	74.85	48.88	0.00
ZA-13	55.53	67.85	53.82	0.00
ZA-09	205.19	76.67	61.67	0.00
ZA-10	127.31	76.25	64.47	0.00
R7	-3946.17	85.80	0.00	0.00 RNF
R4	0.00	66.30	0.00	0.00 RNF
R19	1270.13	67.00	0.00	0.00 RNF
R15	908.63	69.00	0.00	0.00 RNF
R5	342.54	65.90	0.00	0.00 RNF
R3	539.67	74.00	0.00	0.00 RNF

Resultados nos Trechos:

Trecho:	Vazão	Velocidade	Perda de Carga	Estado
ID	LPS	m/s	m/km	
T1	3946.17	1.96	2.18	Open
T1.1	3946.17	1.96	2.18	Open
T3	3946.17	1.96	2.18	Open
T4	3836.22	1.91	2.79	Open
T5	3296.55	1.64	1.52	Open
T6	3296.55	2.91	6.83	Open
T7	2964.05	2.62	5.53	Open
T8	1638.39	1.45	1.70	Open
T9	1638.39	1.45	1.70	Open
T10	1251.16	1.11	0.99	Open
T11	1251.16	1.97	4.46	Open
T19	0.00	0.00	0.00	Closed
T19.1	1325.66	3.44	18.66	Open
T19.2	1270.13	3.30	17.13	Open
T13	908.63	1.43	2.36	Open
T12	908.63	1.43	2.36	Open
T16	342.54	1.44	4.46	Open
T14	342.54	0.89	1.27	Open
T15	342.54	1.44	4.46	Open
T18	539.67	1.40	3.12	Open
T20	539.67	1.40	3.26	Open
T22	109.95	0.69	1.34	Open
T24	387.23	1.37	3.61	Open
T25	55.53	0.79	2.90	Open
T8.1	332.50	1.18	2.67	Open
T8.2	127.31	0.45	0.40	Open
T28	127.31	1.80	15.04	Open
T29	0.00	0.00	0.00	Closed
V1	3946.17	1.96	0.00	Open Válvula
V3	332.50	1.18	0.00	Open Válvula
V4	127.31	0.45	0.00	Open Válvula
V5	1325.66	3.44	0.00	Open Válvula
V6	1270.13	3.30	0.00	Open Válvula
V7	908.63	1.43	0.00	Open Válvula
V2	342.54	0.89	0.00	Open Válvula
V8	908.63	1.43	0.00	Open Válvula
V9	342.54	1.44	0.00	Open Válvula
V10	539.67	1.40	0.00	Open Válvula
V11	539.67	1.40	0.00	Open Válvula

Página 1

25/02/2016 14:09:53

```
*****
*                               *
*               EPANET 2.0 Brasil                               *
*             Hidráulica e Qualidade da Água                     *
*             Simulação da Rede                                   *
*             Versão 2.00.11                                     *
*****
```

ANO 2040

Arquivo de Rede: R7-N.A. Med e 1 mm ZAs consumo-2040-REV-1.NET

Tabela de Trecho - Nó:

Trecho: ID	Início: Nó	Fim: Nó	Comprimento m	Diâmetro mm
T1	R7	2	100	1600
T1.1	3	4	1400	1600
T3	4	5	560	1600
T4	5	6	0.01	1600
T5	6	7	1759	1600
T6	7	8	5	1200
T7	8	9	80	1200
T8	9	10	925	1200
T9	10	11	1016	1200
T10	11	12	1740	1200
T11	12	13	740	900
T19	18	R4	5	600
T19.1	19	20	552	700
T19.2	21	R19	50	700
T13	15	R15	2	900
T12	26	14	348	900
T16	25	R5	32	550
T14	22	23	1050	700
T15	23	24	550	550
T18	27	28	2345	700
T20	29	R3	0.01	700
T22	5	ZA-12_ (PAU_MIÚDO)	650	450
T24	11	ZA-08	1	600
T25	20	ZA-13	1	300
T8.1	16	ZA-09	724	600
T8.2	ZA-09	17	1001	600
T28	18	ZA-10	1	300
T29	R3	ZA-12_ (PAU_MIÚDO)	600	450
V1	2	3	#N/A	1600 Válvula
V3	8	16	#N/A	600 Válvula
V4	17	18	#N/A	600 Válvula
V5	9	19	#N/A	700 Válvula
V6	20	21	#N/A	700 Válvula
V7	14	15	#N/A	900 Válvula
V2	13	22	#N/A	700 Válvula
V8	13	26	#N/A	900 Válvula
V9	24	25	#N/A	550 Válvula

Página 2

Tabela de Trecho - Nó: (continuação)

Trecho:	Início:	Fim:	Comprimento	Diâmetro
ID	Nó	Nó	m	mm
V10	6	27	#N/A	700 Válvula
V11	28	29	#N/A	700 Válvula

Resultados nos Nós:

Nó	Consumo	Carga Hidráulica	Pressão	Qualidade
ID	LPS	m	m	
2	0.00	85.58	4.28	0.00
3	0.00	85.58	4.33	0.00
4	0.00	82.52	59.22	0.00
5	0.00	81.30	56.62	0.00
6	0.00	81.30	56.62	0.00
7	0.00	78.60	63.74	0.00
8	0.00	78.57	64.97	0.00
9	0.00	78.12	64.52	0.00
10	0.00	76.54	54.94	0.00
11	0.00	74.80	53.20	0.00
12	0.00	73.09	58.39	0.00
13	0.00	69.82	6.82	0.00
14	0.00	69.00	6.00	0.00
15	0.00	69.00	69.00	0.00
16	0.00	78.57	78.57	0.00
17	0.00	76.12	76.12	0.00
18	0.00	76.12	76.12	0.00
19	0.00	78.12	64.52	0.00
20	0.00	67.85	67.85	0.00
21	0.00	67.85	67.85	0.00
22	0.00	69.82	69.82	0.00
24	0.00	66.04	66.04	0.00
25	0.00	66.04	66.04	0.00
26	0.00	69.82	69.82	0.00
23	0.00	68.49	68.49	0.00
27	0.00	81.30	81.30	0.00
28	0.00	74.00	74.00	0.00
29	0.00	74.00	74.00	0.00
ZA-12_ (PAU_MIÚDO)	108.59	80.45	66.87	0.00
ZA-08	399.64	74.80	48.83	0.00
ZA-13	58.10	67.85	53.82	0.00
ZA-09	197.41	76.59	61.59	0.00
ZA-10	138.97	76.10	64.32	0.00
R7	-3952.96	85.80	0.00	0.00 RNF
R4	0.00	66.30	0.00	0.00 RNF
R19	1265.91	67.00	0.00	0.00 RNF
R15	903.14	69.00	0.00	0.00 RNF
R5	342.10	65.90	0.00	0.00 RNF
R3	539.10	74.00	0.00	0.00 RNF

Resultados nos Trechos:

Trecho: ID	Vazão LPS	Velocidade m/s	Perda de Carga m/km	Estado
T1	3952.96	1.97	2.19	Open
T1.1	3952.96	1.97	2.19	Open
T3	3952.96	1.97	2.19	Open
T4	3844.37	1.91	1.86	Open
T5	3305.27	1.64	1.53	Open
T6	3305.27	2.92	6.87	Open
T7	2968.89	2.63	5.55	Open
T8	1644.88	1.45	1.71	Open
T9	1644.88	1.45	1.71	Open
T10	1245.24	1.10	0.99	Open
T11	1245.24	1.96	4.42	Open
T19	0.00	0.00	0.00	Closed
T19.1	1324.01	3.44	18.61	Open
T19.2	1265.91	3.29	17.02	Open
T13	903.14	1.42	2.33	Open
T12	903.14	1.42	2.33	Open
T16	342.10	1.44	4.45	Open
T14	342.10	0.89	1.26	Open
T15	342.10	1.44	4.45	Open
T18	539.10	1.40	3.11	Open
T20	539.10	1.40	3.26	Open
T22	108.59	0.68	1.31	Open
T24	399.64	1.41	3.85	Open
T25	58.10	0.82	3.17	Open
T8.1	336.38	1.19	2.73	Open
T8.2	138.97	0.49	0.48	Open
T28	138.97	1.97	17.90	Open
T29	0.00	0.00	0.00	Closed
V1	3952.96	1.97	0.00	Open Válvula
V3	336.38	1.19	0.00	Open Válvula
V4	138.97	0.49	0.00	Open Válvula
V5	1324.01	3.44	0.00	Open Válvula
V6	1265.91	3.29	0.00	Open Válvula
V7	903.14	1.42	0.00	Open Válvula
V2	342.10	0.89	0.00	Open Válvula
V8	903.14	1.42	0.00	Open Válvula
V9	342.10	1.44	0.00	Open Válvula
V10	539.10	1.40	0.00	Open Válvula
V11	539.10	1.40	0.00	Open Válvula