51 - LIÇÕES APRENDIDAS - TREPANAÇÃO DA LINHA DE ADUÇÃO DO SISTEMA PRODUTOR SÃO LOURENÇO – PN 40

Celso Gonçalves Arado [(1)]
Engenheiro Eletricista pela Universidade de Mogi das Cruzes – UMC, Pós Graduado em Gerenciamento Ambiental pela Universidade Brás Cubas – UBC, MBA em Gestão Empresarial pela Fundação Instituto de Administração –FIA/USP, cursando MBA em Concessões e PPPs pela FESPSP, atualmente é Coordenador do Empreendimento Sistema Produtor São Lourenço.

Endereço [(1)]: Rua Francisco Martins nº 159 – Mogi das Cruzes – SP – CEP.: 08780-520 – telefone: 3388-6069
e-mail: celsoarado@sabesp.com.br

RESUMO

Inaugurado 03 em abril de 2018, o Sistema Produtor São Lourenço, com seus 82 Km de linhas de adução, demandou diversas atividades e processos para que seu sistema de veiculação de água fosse devidamente carregado e operacionalizado. Particularmente o Sistema de Adução de Água Bruta composto por duas estações elevatórias, sistema de amortecimento de transientes hidráulicos, adutora com diâmetro de 2.100mm com 50 Km de extensão, desnível geométrico de 330m, pressão de recalque de 370 mca (Classe de Pressão PN 40) e vazão de até 6,4 m³/s, adicionado ao ineditismo destes níveis de pressão e vazão, se configurou num grande desafio de engenharia para os técnicos do sistema.

Nesse contexto, após 01(um) ano de sua inauguração e plena operacionalidade, alguns novos desafios de operação e manutenção deste inédito sistema de pressurização, bombeamento e armazenamento de água surgiram.

Um dos mais notórios foi a necessidade de substituição das válvulas esferas de bloqueio do sistema, que foram realizadas sem a parada ou descarregamento da adutora, por meio da furação e bloqueio em carga na pressão de 40 kgf/cm² - classe de pressão PN 40 - que se configura na maior pressão de bloqueio em saneamento no Brasil e sem registro de bloqueios análogos em saneamento no mundo.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema Produtor São Lourenço, Sistema de Adução, Carregamento de Adutoras

INTRODUÇÃO

As obras do Sistema Produtor São Lourenço representaram um desafio enorme, mesmo para os experimentados profissionais da Sabesp, que se depararam com desafios de engenharia por vezes inéditos, devido a magnitude da obra, pressões nas tubulações (principalmente no trecho de agua bruta), diâmetros envolvidos e topografia adversa.

A operacionalização do Sistema de Adução de Água Bruta, que consta de uma Estação Elevatória de Baixa Carga, Uma Estação Elevatória de Alta Carga, Sistema de Amortecimento de Transientes Hidráulicos tipo R.H.O. e uma linha de adutora com diâmetro de 2.100mm assentado em trechos de difícil acesso, elevações acima do convencional - 330 metros geométricos e classe de pressão PN40 fizeram desta empreita um verdadeiro desafio à Engenharia de Operação e manutenção como a substituição das válvulas esferas de bloqueio do sistema, que foram realizadas sem a parada ou descarregamento da adutora, por meio da furação e bloqueio em carga na pressão de 40 kgf/cm² - classe de pressão PN 40, que se configura na maior pressão de bloqueio em saneamento no Brasil e sem registro de bloqueios análogos em saneamento no mundo.

OBJETIVO

O objetivo deste Trabalho Técnico é descrever as lições aprendidas na operação deste inédito sistema na substituição das válvulas esferas de bloqueio do sistema, que foram realizadas sem a parada ou descarregamento da adutora, por meio da furação e bloqueio em carga na pressão de 40 kgf/cm² - classe de pressão PN 40 – recorde na metodologia.

.

METODOLOGIA

Este Trabalho Técnico foi desenvolvido a partir de registros e observações de todas as atividades executadas durante a substituição das válvulas esferas de bloqueio do sistema, que foram realizadas sem a parada ou descarregamento da adutora, por meio da furação e bloqueio em carga na pressão de 40 kgf/cm² - classe de pressão PN 40, bem como na elaboração e aplicação de procedimentos técnicos, sempre considerando as normas técnicas e as boas práticas operacionais do empreendimento Sistema Produtor São Lourenço.

DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA DE ADUÇÃO DE ÁGUA BRUTA

Figura 1 – Esquemático de Adução e Distribuição do SPSL

Sistema de Bombeamento e Recalque

Figura 2 – Identificação das Estruturas de Bombeamento

Estação Elevatória de Água Bruta de Baixa Carga (EEAB-BC)

A Estação Elevatória de Água Bruta de Baixa Carga (EEAB-BC) está localizada próximo à margem do reservatório Cachoeira do França, no final da estrutura de concreto armado da tomada d'água e abrigará oito bombas tipo turbina de eixo vertical instaladas em poço úmido. Tem a função de bombear as águas captadas na represa com eventuais sedimentos até o desarenador localizado numa plataforma aproximadamente 15 m acima, onde é removida a areia e a água isenta de sedimentos e encaminhada para o poço de sucção da EEAB-AC.

A EEAB-BC do Sistema Produtor São Lourenço é equipada com 8 conjuntos motor-bombas de eixo vertical prolongado, sendo 06 em funcionamento (4 com velocidade fixa e 2 com velocidade variável) e 02 de reserva (1 com velocidade fixa e 1 com velocidade variável). Serão instalados 3 inversores de frequência. Por segurança 4 motores foram especificados para terem condições de partida com inversor de frequência, considerando o aproveitamento com troca de cabos do inversor da bomba ou motor que venha a apresentar algum problema.

A bomba instalada apresenta as seguintes características:

• Vazão: 1,05 m³/s
• Altura manométrica total: 30,0 m
• Instalação: Linha de recalque independente s/ válvulas
• Modelo: KSB SEZ 6-50, 60 Hz
• Diâmetro da conexão de descarga: 24"
• Diâmetro da Linha: 40"
• Rotação nominal: 892rpm
• Potência nominal do motor: 600cv

Estação Elevatória de Água Bruta de Alta Carga (EEAB-AC)

A Estação Elevatória de Água Bruta de Alta Carga é composta por 5 (cinco) conjuntos moto-bombas de alta carga BAC (4 em operação e 1 de reserva), com instalação em poço seco, de eixo horizontal com carcaça bipartida, de velocidade fixa, de multi-estágio e com dois bocais de sucção, posicionados em linha, com capacidade nominal individual de 1,50 m³/s e capacidade total de 6,00 m³/s para altura manométrica de 365,00 m. A Casa de Bombas de Alta Carga tem dimensões internas, em planta, de 78,20 m de comprimento, por 18,20 de largura e 3,90m de profundidade (abaixo da soleira de entrada) e abrigará as bombas para enchimento inicial da adutora, bombas para resfriamento dos motores e bombas de incêndio.

Para manutenção neste sistema foram instaladas 05 válvulas de bloqueio DN= 750mm PN 40 de acionamento hidráulico, que permite o fechamento do tramo da bomba bloqueando este tramo do barrilhete principal de adução DN=2.100mm – PN 40 que se conecta com a adutora propriamente dita. Esta válvula quando fechada possibilita a manutenção do tramo da bomba de alta carga e seus equipamentos acessórios (válvula de controle shut-off, válvula de retenção, junta de montagem, etc.). Este arranjo permite a manutenção isolada de cada bomba sem a parada do sistema de adução.

Figura 3 – Foto da Vista Interna da EEAB- AC

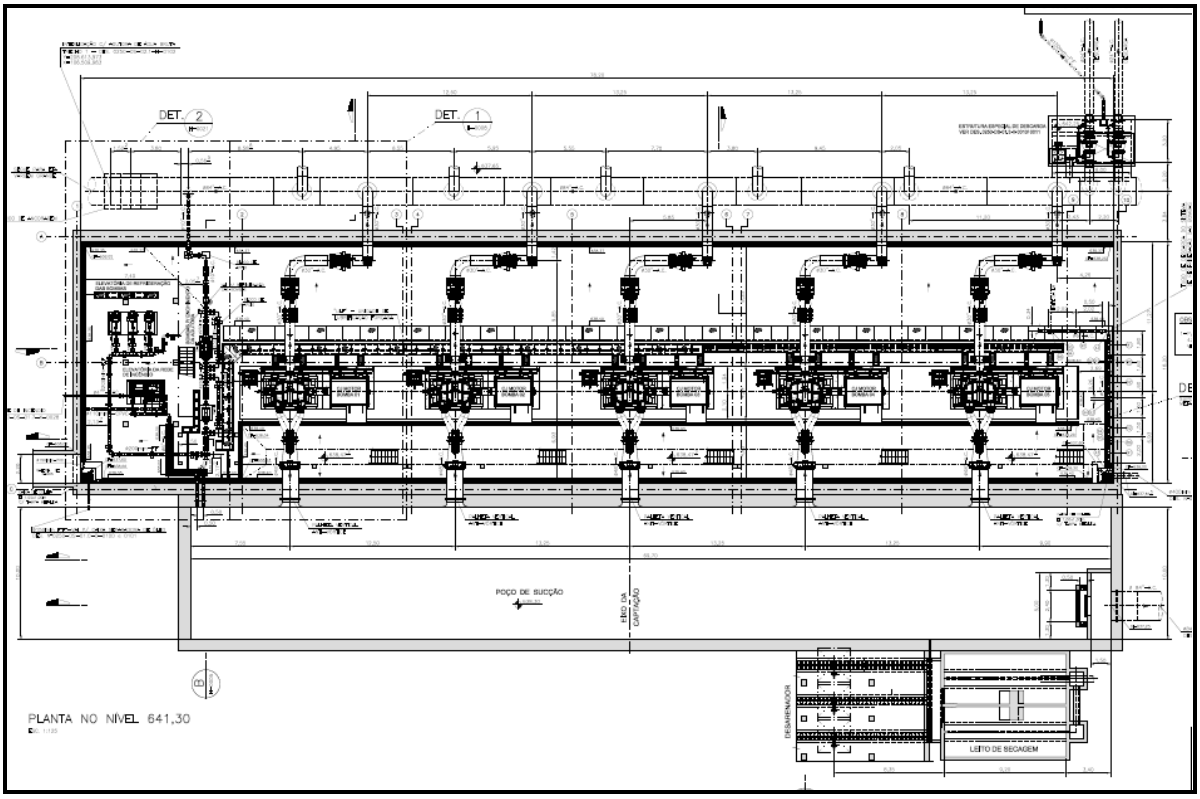

Figura 4 - Vista em Planta da EEAB- AC

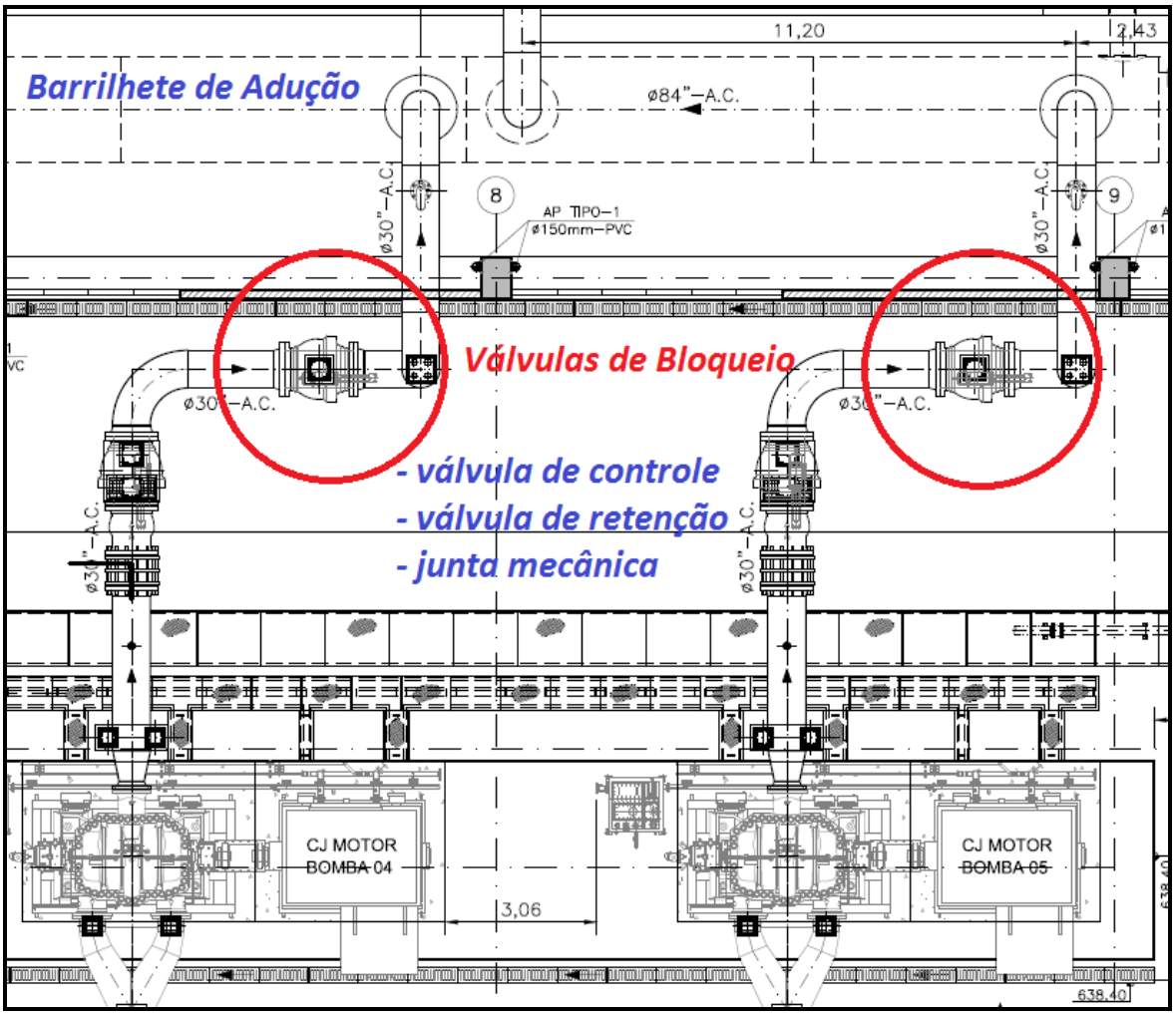

Figura 5 - Detalhe da Configuração de Montagem dos CMBs da EEAB- AC

Sistema de Proteção contra Transientes Hidráulicos

A proteção do sistema de adução de água bruta contra os efeitos deletérios decorrentes de escoamentos transitórios (Transientes Hidráulicos) é efetuada por meio de 5 vasos de pressão com volume total unitário de 120 m³, dimensionados para pressões nominais de 40 bar e pressão de projeto de 45 bar.

O volume inicial de ar em cada RHO é mantido próximo a 40 m³ e é controlado automaticamente com a ação de medidor indicador / transmissor de nível do tipo pressão diferencial, conforme esquema e descrição abaixo, espaçados a cada 25 cm.

A conexão de cada vaso com o barrilete de recalque foi efetuada por meio de ramal curto de 750 mm de diâmetro, com válvula de retenção de fechamento rápido que possibilita o escoamento de água do vaso para o barrilete e impede o fluxo contrário. O fluxo contrário é efetuado pelo by-pass da válvula de retenção com diâmetro de 600 mm com placa de orifício multifuros, conforme dimensionamento apresentado a seguir. As interligações dos RHOs com o barrilete de recalque serão equipadas com válvulas de esfera com Φ750 mm de diâmetro, para o isolamento do vaso do sistema, possibilitando operações de manutenção. Na tubulação de interligação foi instalada uma válvula de descarga de Φ200 mm, para o esvaziamento da tubulação e do RHO.

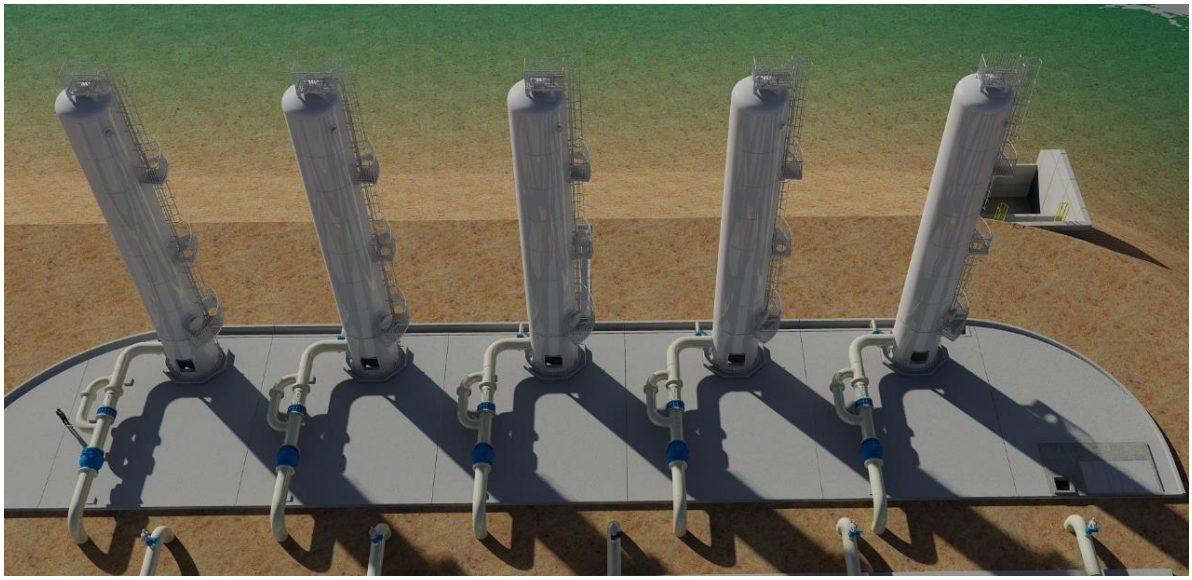

Figura 6 – Sistema de Proteção contra transientes hidráulicos - RHOs

Subestação Elétrica 138/13,8KV/ 35 MVA

O Complexo de Captação de Água Bruta é dotado de uma Subestação Elétrica com linhas de transmissão alimentadoras de 42 Km de extensão. É composta de 2 transformadores rebaixadores de tensão de 34,5 MVA 138 KV para 13,8KV para alimentação dos CMBs de Baixa Carga e Alta Carga. Constitui-se de seccionadores, para raios, disjuntores em sistema duplo de redundância (Linha 1 e Linha 2) podendo intercalar os transformadores ou trabalhar com o barramento dividido (Trafo 1 + Trafo 2). Todo o Sistema é controlado por meio de supervisório de automação – Sistema SCADA. É subdividida na parte de Baixa Tensão (13,8KV) em dois ramais principais de alimentação:

Sala de painéis e Controle de Alta carga: Alimenta o sistema de potência das Bombas de Alta Carga – 4 Cj. com potência de 9.100 CV e Sala painéis e Controle de Baixa Carga: Alimenta o sistema de potência das Bombas de Baixa Carga – 5 Cj. com potência de 600 CV.

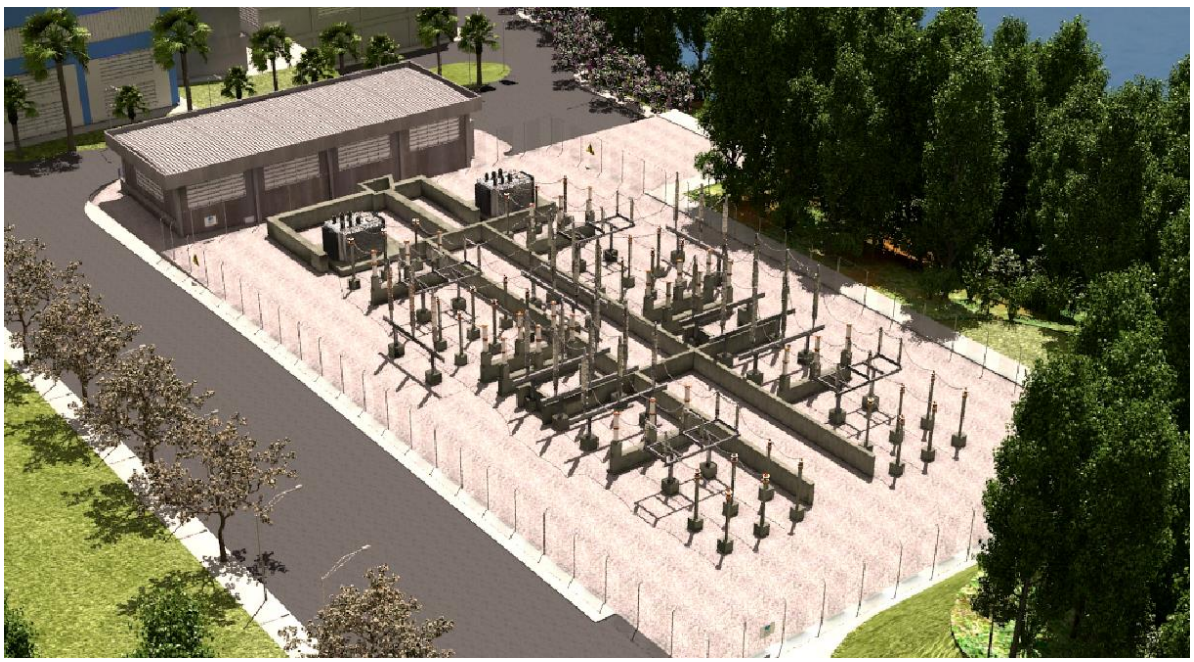

Figura 7 – Vista da Subestação 138/13,8KV – 35MVA

Figura 8 – Vista Geral do Sistema de Captação de Água Bruta e suas sub-unidades

Adutora de Água Bruta por Recalque – Trecho I

A adutora de água bruta no trecho por recalque, situado entre a Estação Elevatória de Água Bruta (EEAB) e a Chaminé de Equilíbrio de Água Bruta nº 1 (CEQ-AB1), tem extensão total de 21,9 km.

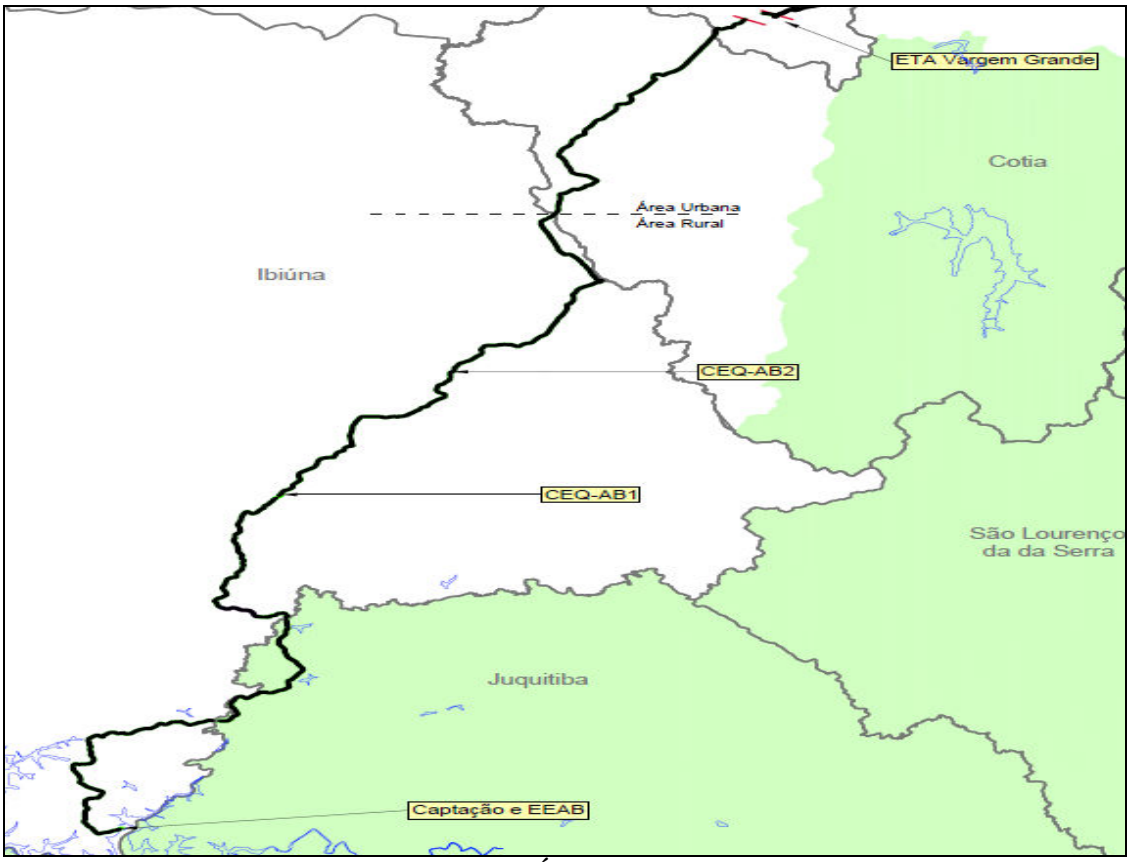

Figura 9 – Trecho percorrido pela Adutora de Água Bruta

A adutora enterrada é assentada com envoltória de areia compactada a 90% Proctor Normal, com recobrimento máximo da ordem de 3,5m sobre a geratriz superior do tubo, para atender às solicitações de cargas, de vácuo interior, e deformação transversal do diâmetro limitada conforme norma NTS. Para isolamento da adutora para fins de manutenção, foi implantada apenas uma estrutura de bloqueio, constituída de válvulas 100% estanques (nas duas direções), no início do trecho ascendente da serra de Paranapiacaba.

Tabela 02 – Características da Tubulação de Adução de Água Bruta

TRECHO	COMPRIMENTO (m)	DIÂMETRO (mm / polegadas)	ESPESSURA (mm/polegadas)	Tipo do Aço Carbono
EEAB até estaca 900 – Trecho III	19.000	2.100 mm 84”	15,87mm 5/8”	API 5L X65
Estaca 900 – Trecho III até Chaminé de Equilíbrio 01	2.920	2.100 mm 84”	12,7mm 1/2"	API 5L X60
Chaminé de Equilíbrio 01 até Chaminé de Equilíbrio 03	27.351	2.100 mm 84”	11,11mm 7/16”	ASTM A-1018 Gr36

As válvulas de admissão e expulsão de ar estão instaladas nos pontos altos da adutora, para admissão de ar durante as operações de descarga, e expulsão do ar do interior da tubulação durante a fase de enchimento inicial, ou do ar acumulado durante a operação normal do sistema de adução.

As válvulas de admissão e expulsão de ar são de diâmetro nominal mínimo de 200 mm (8”), de abertura rápida e fechamento lento.

As descargas ao longo da adutora são realizadas por intermédio de ramais de no máximo 600mm (24”) de diâmetro e válvula para bloqueio do tipo esfera, com “flange de espera”. A válvula de bloqueio é dotada de by-pass com válvula de duas vias – uma via para a atmosfera – de 25 mm (1”) de diâmetro.

O controle de vazão das descargas é realizado por intermédio da instalação no “flange de espera” de válvulas de fluxo anular com acionamento manual. As válvulas de bloqueio serão operadas somente após a instalação das válvulas de controle e da retirada do ar pelo “bypass”; para evitar a ocorrência de erosões, as descargas deverão possuir placa de impacto para dissipar a energia do jato d’água oriundo da manobra.

Devido às altas pressões do trecho por recalque, as válvulas de bloqueio e os componentes dos dispositivos de admissão e/ou expulsão de ar e de descarga foram especificados para a Classe de Pressão superior a PN40 (40bar).

O traçado selecionado para implantação da adutora de água bruta a partir da EEAB, segue 7,0 km no sentido norte por estradas internas das fazendas Editora 3 e SAMA, no município de Ibiúna. Na sequência, segue por vias vicinais públicas dos municípios de Ibiúna e de Juquitiba, e atravessa duas vezes o Ribeirão Laranjeiras; após a primeira travessia, entra por 5,8 km no município de Juquitiba e, depois da segunda, o traçado retorna para Ibiúna até a estrada Verava.

O traçado adotado tem cerca de 4,0 km a mais que outro estudado por estradas particulares e faixas de servidão, dentro das fazendas SAMA e Meandros, no município de Ibiúna. Entretanto, mesmo com um custo maior, a Sabesp optou pela implantação da adutora em vias vicinais públicas do município de Juquitiba para evitar desapropriações e interferências com a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) existente na fazenda Meandros. Continuando pela estrada Verava, com perfil íngreme, predominantemente sinuoso e com

precário estado de conservação, a adutora alcança o alto da serra de Paranapiacaba, totalizando 21,9 km de extensão e interligando a chaminé CEQ-AB1.

As características principais da adutora de água bruta por recalque são:

- Material do tubo: aço do tipo ASTM A1018 Gr60/65;
- Diâmetro do tubo: 2.100 mm (84");
- Extensão total da adutora: 49,3 km; e
- Espessuras da chapa:
    - 19.000 m em espessura de 15,8 mm (5/8"),
    - 2.920 m em espessura de 12,7 mm (1/2"),
    - 27.351m em espessura de 11,11 mm (7/16")

Para transmissão de dados e imagens foram instalados cabos de fibra óptica com linha "Dual" no interior de dutos de 100 mm (4"), diretamente enterrados ao longo do trecho por recalque da adutora de água bruta, com profundidade segura em relação ao nível do solo e com uma fita de advertência instalada a 1,0 m de profundidade para prevenir danos aos cabos em caso de manutenção da adutora e/ou outros serviços.

Adutora de Água Bruta por Gravidade – Trecho II

A adutora de água bruta no trecho por gravidade, entre a Chaminé de Equilíbrio de Água Bruta nº 1 (CEQ-AB1) e os Reservatórios de Compensação de Água Bruta (RCAB) da ETA Vargem Grande, tem extensão total de 28,3 km. Percorre os municípios de Ibiúna, Cotia e adentra em Vargem Grande Paulista até a área da ETA. A tubulação foi constituída por tubos de aço carbono do tipo ASTM A283 GrD, com 2.100 mm (84") de diâmetro, sendo 8,1 km com espessura de 15,8 mm (5/8") e 20,2 km com 12,7 mm (1/2").

O trecho por gravidade percorre o planalto de Ibiúna, em cotas que variam de 870,0 a 945,0 m. Esse perfil topográfico suave do traçado impõe pressões que não superam os 80,0 mca em condições normais de operação, permitindo o uso de tubulação de aço com classes de pressão convencionais. Nesse caminhamento foram implantadas duas novas chaminés de equilíbrio para melhorar o desempenho hidráulico da adutora de água bruta: a CEQ-AB2, localizada em ponto alto intermediário do trecho, e a CEQ-AB3, localizada imediatamente a montante do RCAB. A adutora enterrada foi assentada com envoltória de areia compactada a 90% Proctor Normal, com recobrimento máximo da ordem de 3,5m sobre a geratriz superior do tubo, para atender as solicitações de cargas, de vácuo interior, e deformação transversal do diâmetro limitada conforme norma NTS.

As válvulas de admissão e expulsão de ar foram instaladas nos pontos altos da adutora, para admissão de ar durante as operações de descarga, e expulsão do ar do interior da tubulação durante a fase de enchimento inicial, ou do ar acumulado durante a operação normal do sistema de adução. As válvulas de admissão e expulsão de ar têm diâmetro nominal mínimo de 200 mm (8"), ser de abertura rápida e fechamento lento.
As descargas foram instaladas nos pontos baixos do perfil da adutora, para descarga de água na limpeza e lavagem da tubulação, durante a fase de pré-operação, ou no esvaziamento de trechos para fins de limpeza e/ou manutenção. Para o trecho por gravidade da adutora de água bruta, as válvulas de bloqueio e os componentes dos dispositivos de admissão e/ou expulsão de ar e de descarga deverão ser especificados para Classe de Pressão superior a PN16 (16 bar).

O controle operacional das vazões aduzidas é realizado apenas pelo sistema liga/desliga dos conjuntos motobomba da Estação Elevatória de Água Bruta (EEAB), com monitoramento a partir do controle de níveis no poço de sucção das bombas, nas Chaminés de Equilíbrio de Água Bruta (CEQ-AB1 e CEQ-AB2), nos Reservatórios de Compensação de Água Bruta (RCAB) e na vazão afluente à Estação de Tratamento de Água (ETA) Vargem Grande. O traçado selecionado para implantação da adutora de água bruta, a partir da CEQ-AB1, continua rumo norte pela estrada Verava e por estradas secundárias do município de Ibiúna; passa pelo município de Cotia por estradas vicinais; e segue por faixa de servidão no município de Vargem Grande Paulista, até adentrar na gleba da ETA Vargem Grande.

A adutora passa inicialmente por dois pequenos núcleos rurais: bairro dos Paulos e bairro Verava, e, em seguida, atravessa áreas com atividade de reflorestamento. Adiante, passa pelo núcleo rural Carmo Messias e

depois pelo bairro da Campininha, ainda em Ibiúna, em região com ocupação predominantemente rural, com chácaras e cultivos de hortaliças. Em Cotia, passa pelo bairro Água Espraiada e ocupações peri-urbanas de Caucaia do Alto ao longo da estrada dos Pereiras.

O trecho da adutora por gravidade atravessa os fundos de vale do rio Sorocabuçu, do córrego dos Grilos, do rio Sorocamirim e do Ribeirão dos Pereiras, com traçados suaves e sem grandes desníveis topográficos. Todas as travessias foram realizadas sob os cursos d'água, respeitando as distâncias mínimas estabelecidas pelo DAEE entre a geratriz superior do tubo e o fundo do curso d'água.

A travessia da adutora projetada sobre a via férrea da ALL nas proximidades da ETA Vargem Grande, com 70,0 m de extensão e diâmetro de 2.100 mm (84"), foi realizada com a utilização de tubos de aço ASME AS-516 Gr.70 com espessura de 19,0 mm (3/4").

As características principais da adutora de água bruta por gravidade são:

- Material do tubo: aço do tipo ASTM A283 GrD;
- Diâmetro do tubo: 2.100 mm (84");
- Extensão total da adutora: 28,3 km;
- Espessuras da chapa: 8,1 km com 15,8 mm (5/8"), e 20,2 km com 12,7 mm (1/2").

Cabos de fibra óptica com linha "Dual" para transmissão de dados e imagens serão instalados no interior de dutos de 100 mm (4"), diretamente enterrados ao longo do trecho por gravidade da adutora de água bruta, com profundidade segura em relação ao nível do solo e com uma fita de advertência instalada a 1,0 m de profundidade para prevenir danos aos cabos em caso de manutenção da adutora e/ou outros serviços.

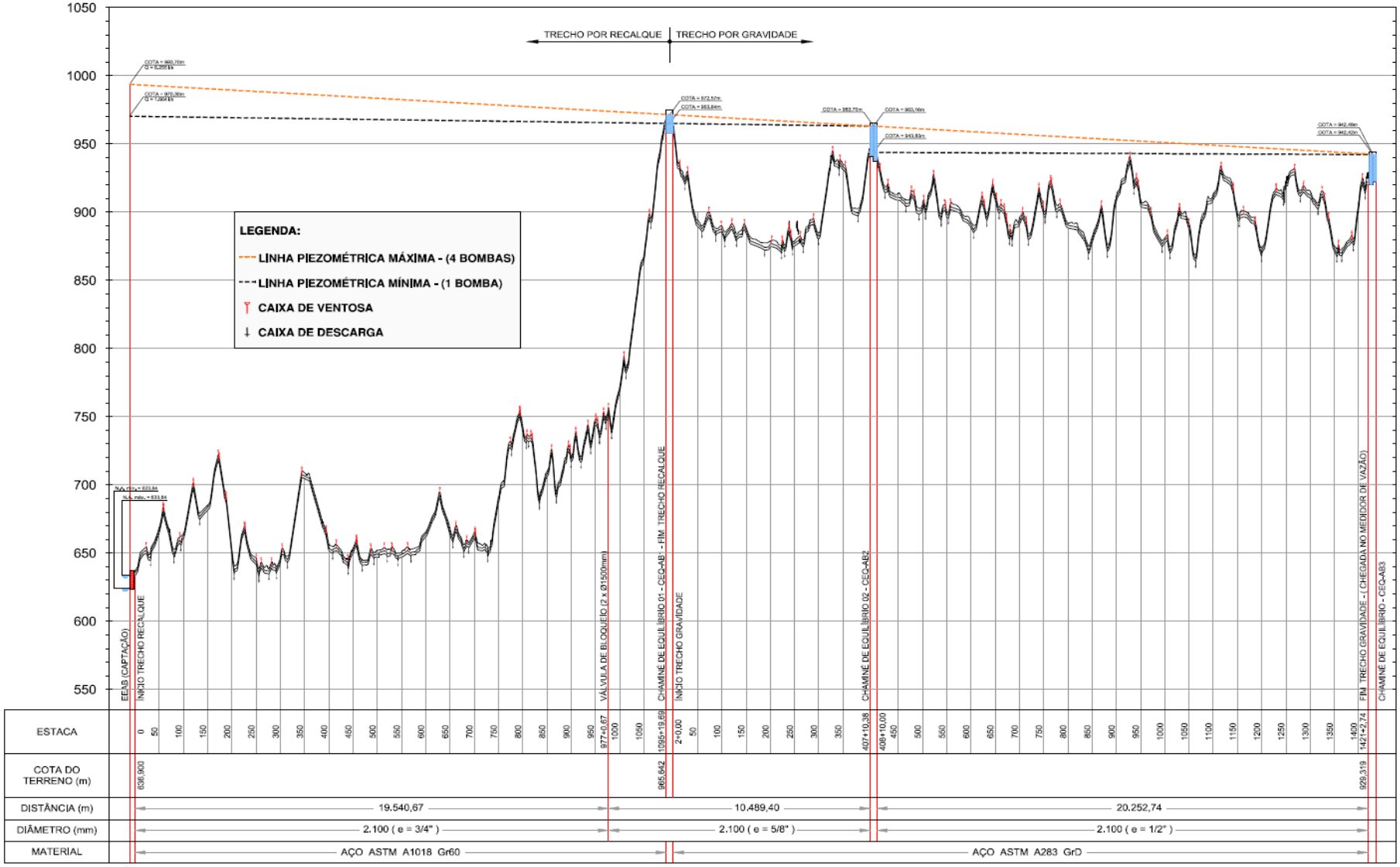

Figura 10 – Perfil Piezométrico da Adutora de Água Bruta - SPSL

Válvulas de Bloqueio

Do perfil piezométrico da Adutora de Água Bruta, depreende-se que, após as válvulas esféricas de bloqueio da EEAB AC a próxima estrutura de bloqueio encontra-se na estaca 977,67 na distância de 19,5 Km da captação, necessitando o descarregamento de pelo menos 8.750 m³ de água.

Portanto, para uma operação de retirada de uma das válvulas de bloqueio, seria necessário, além do fechamento da estrutura da estaca 977,67 – impedindo o bombeamento operacional do sistema, o esvaziamento parcial da adutora, com um tempo mínimo de parada – entre esvaziamento, realização da troca e o enchimento lento e gradual do tramo, de pelo menos 04 (quatro) dias de trabalhos ininterruptos.

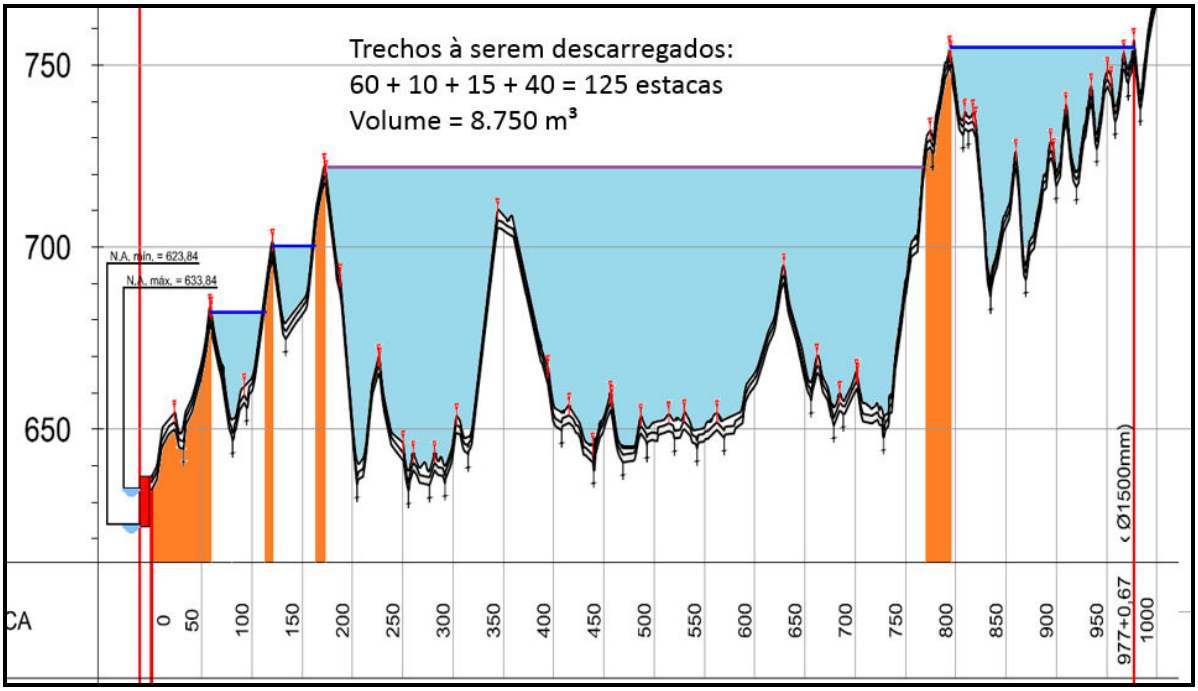

Figura 11 - Detalhe do Sistema de Bloqueio da Tubulação de Adução de Água Bruta

NECESSIDADE DE TREPANAÇÃO DO TRAMO DE 750mm – BOMBAS EEAB AC

Nota: Neste trabalho não nos cabe apontar fornecedor/fabricante A ou B, mas cabe-nos destacar o grande profissionalismo e dedicação desses profissionais envolvidos na verificação e análises e a pronta resposta das empresas envolvidas.

Durante a fase de pré-comissionamento e operação assistida da EEAB AC, verificou-se algumas anomalias de funcionamento nas válvulas esferas de controle e shut-off da referida elevatória.

Dada a complexidade do sistema e das unidades que compõe todo o funcionamento e automatismo, lançou-se mão de uma detalhada análise utilizando-se da ferramenta FMEA - Failure Mode And Effect Analysis ou Análise de Modo e Efeito de Falha, onde se verificou que o problema se encontrava realmente na válvula esfera. Mais acuradamente se apurou um problema congênito na bucha de deslizamento e sustentação da esfera da válvula que sofrera desgaste prematuro, impedindo o pleno funcionamento da mesma.

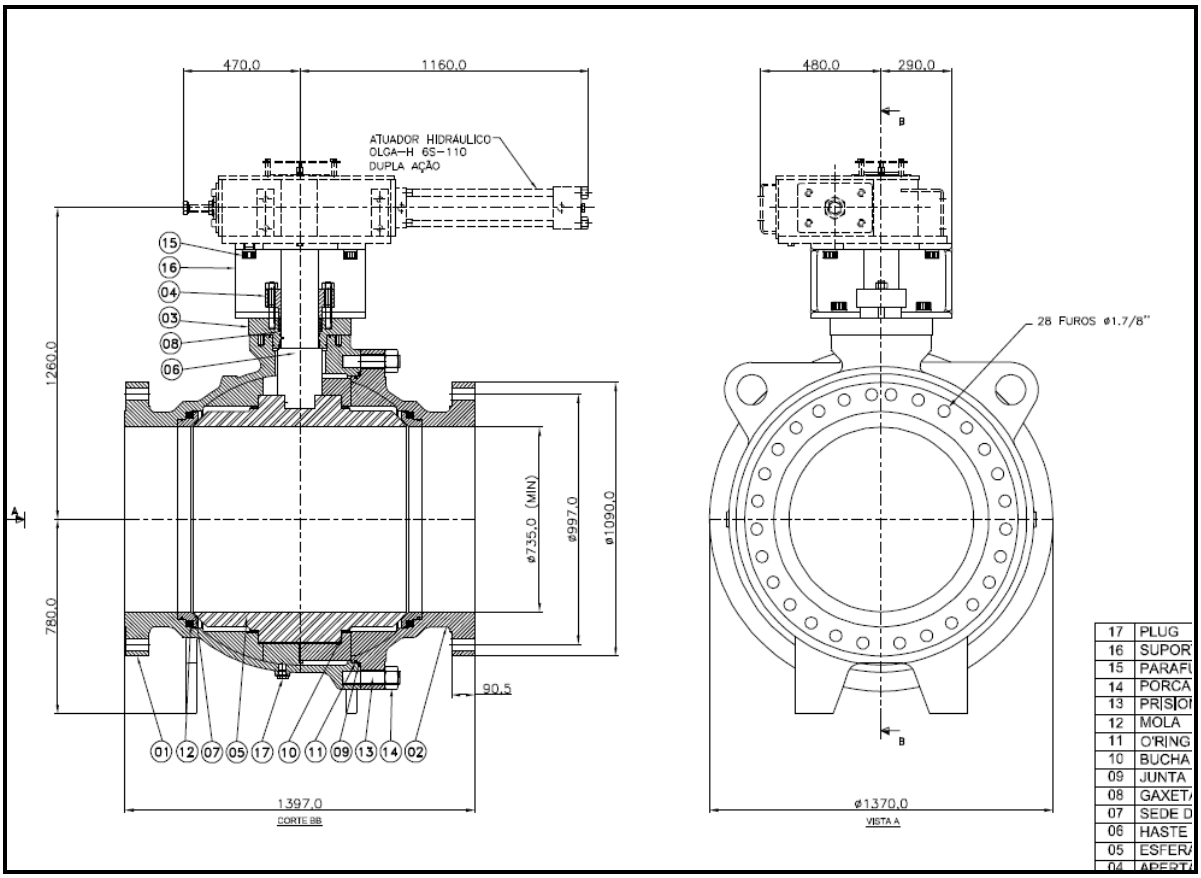

Figura 12 – Detalhe construtivo das válvulas esferas de bloqueio da estação

Solução para as válvulas: Retirar as válvulas de controle e encaminha-las à fábrica para substituição da bucha de deslizamento e sustentação da esfera da válvula que sofrera desgaste prematuro, por uma bucha de material adequado.

Ocorre que as válvulas de controle e as válvulas de bloqueio da EEAB AC são exatamente as mesmas, então seria necessário substituir os anéis também das válvulas de bloqueio com a parada total do sistema por pelo menos 4 (quatro) dias.

Após muita discussão técnica e pesquisa de mercado optou-se por furação e bloqueio em carga, com o desafio de bloqueio de uma pressão da ordem de 400 MCA ou 40 kgf/cm²- que se configura na maior pressão de bloqueio em saneamento no Brasil e sem registro de bloqueios análogos em saneamento no mundo.

DA FURAÇÃO E BLOQUEIO EM CARGA

Da verificação do ponto de bloqueio, constatou-se que o melhor local para suporte de logística e movimentação de materiais seria no lado de fora da EEAB AC no ponto de conexão do tramo de 30" no Barrilhete da adutora propriamente dito.

Também foi necessário realizar um extenso estudo dos procedimentos e qualificação do processo de soldagem para garantir que os esforços axiais e radiais que são necessários ao bloqueio mecânico sejam suportados pelo tee bi-partido.

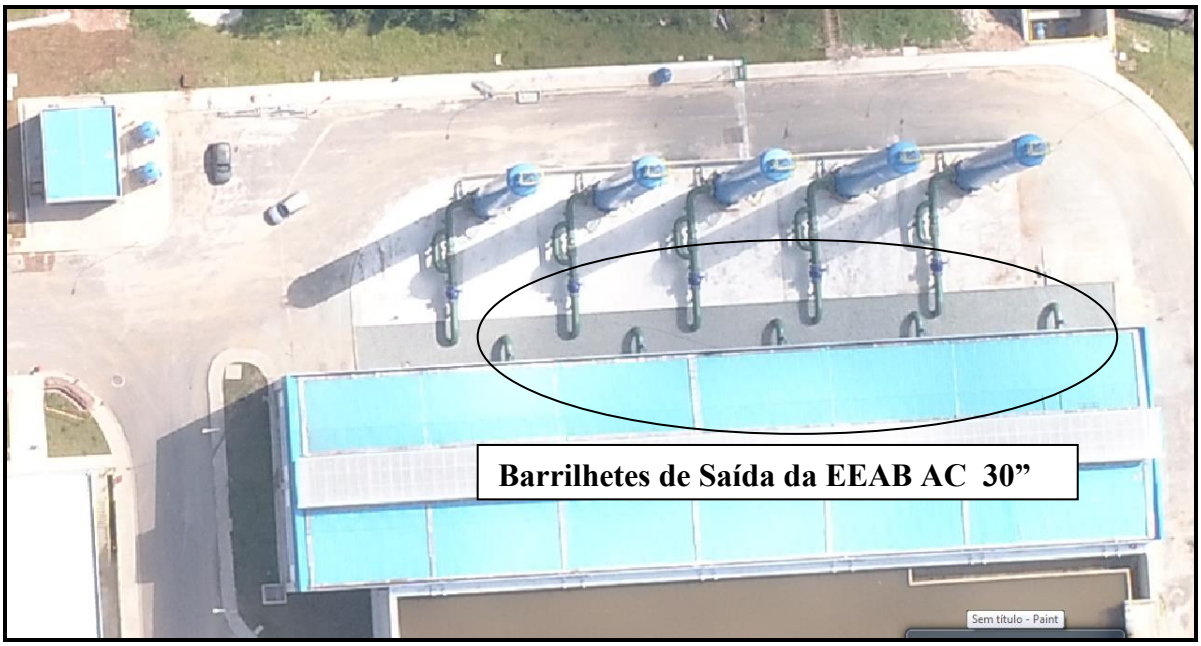

Figura 13 – Detalhe em planta da configuração dos tramos de saída das bombas - EEAB AC

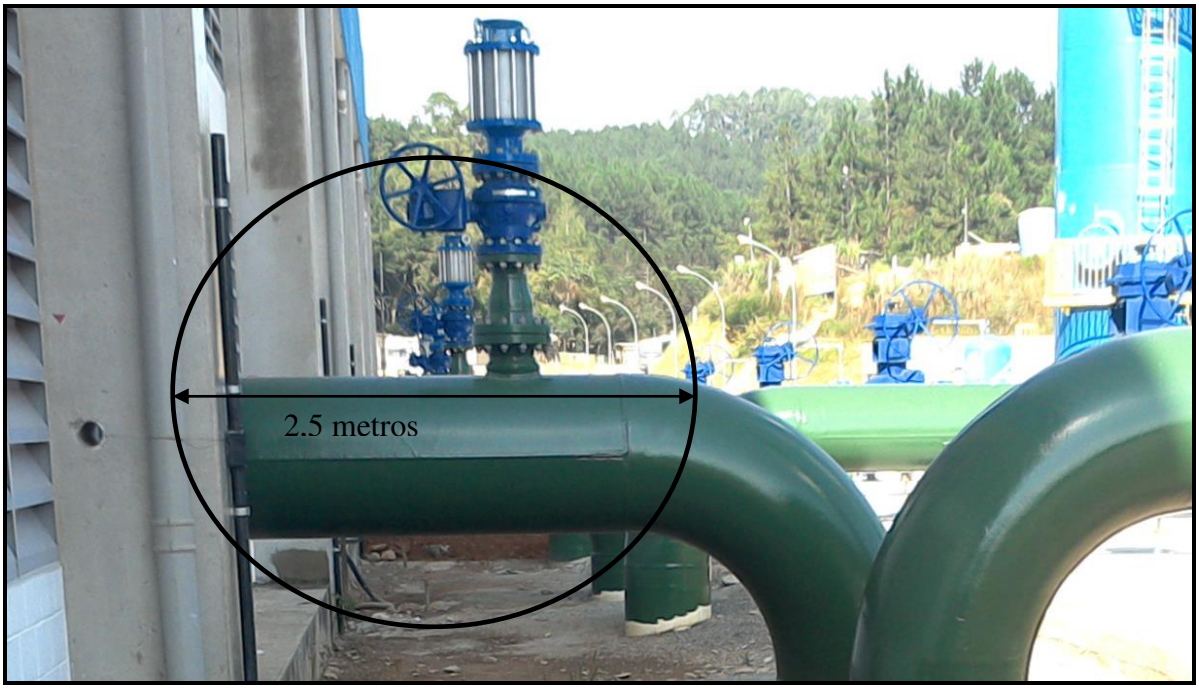

Figura 14 - Detalhe aproximado do ponto de trepanação e bloqueio das bombas - EEAB AC

Figura 15 – Corpo de prova de certificação dos procedimentos e qualificação dos processos de soldagem

Figura 16 – Preparação e verificação do ponto de instalação do Tee bi-partido

Figura 17 – Detalhe da verificação prévia para instalação do tee-bipartido

Figura 18 – Processo de soldagem do tee-bipartido

Início dos trabalhos de Trepanação

Uma vez montados e ensaiados os tees, é iniciada a furação e o bloqueio em carga. Sobre o Tee bipartido é instalada uma válvula gaveta de acionamento hidráulico que será utilizada para as trocas necessárias das ferramentas de corte e bloqueio.

Figura 19 - Válvula gaveta de acionamento hidráulico

Figura 20 – Instalação da válvula gaveta de acionamento hidráulico para as manobras de troca das ferramentas

Sobre a válvula gaveta é instalada a ferramenta de corte (serra-copo) e iniciado o processo da furação em carga propriamente dito. Essa ferramenta é uma serra copo e vídia cujo avanço é controlado milimétricamente de forma a garantir o perfeito procedimento de furação. Este processo leva até 08 (oito) horas.

Figura 21 – Instalação da ferramenta de corte sobra a válvula gaveta hidráulica

Figura 22 – Teste hidrostático do conjunto montado

Importante passo após a montagem do conjunto e antes de se iniciar a furação é o teste hidrostático do conjunto com uma pressão 1,5 vezes superior à pressão de trabalho. Após é iniciado o processo de furação efetivamente.

Após o avanço da ferramenta de corte conforme régua de medição agregada à máquina, certifica-se que a furação foi concluída. O processo de retirada da ferramenta de corte consiste em recuar a ferramenta para o nicho da máquina e o fechamento da válvula gaveta de bloqueio. A broca guia traz consigo a peça cortada (chamada no jargão de campo de bolacha).

Figura 23 – Detalhe da desmontagem da ferramenta de corte e da broca-guia que traz consigo a peça cortada - chamada no jargão de campo de "bolacha".

Após o término de corte e a retirada da bolacha, iniciar-se-á o processo de bloqueio que é realizado por uma ferramenta com braço articulável que por meio de uma vedação em borracha nitrílica (Buna N ou NBR) que é uma borracha sintética obtida da polimerização de Butadieno com o Nitril Acrílico, específica para esta função de vedação.

Nota: O termo Buna vem das iniciais de Butadieno e Nitrium, matéria prima e catalisador no processo de fabricação original.

Esse braço articulável tem a função de inserir a ferramenta e realizar um giro de 90° fazendo com que a borracha solidária à um prato de metal se fixe uniformemente nas paredes do tubo perfazendo a vedação, análogo à lentilha de uma válvula borboleta.

Figura 24 - Vedação em borracha nitrílica (Buna N) específica para a vedação.

Figura 25 – Preparação do braço articulável que tem a função de inserir a ferramenta e realizar um giro de 90° fazendo com que a borracha solidária à uma placa metálica de ancoragem se fixe uniformemente nas paredes do tubo perfazendo a vedação, análogo à uma lentilha de válvula borboleta

No processo de bloqueio é realizada a substituição da ferramenta de corte pelo braço articulado e remontado sobre a válvula gaveta. Neste método o braço hidráulico é inserido e alocado no interior da tubulação realizando-se o bloqueio.

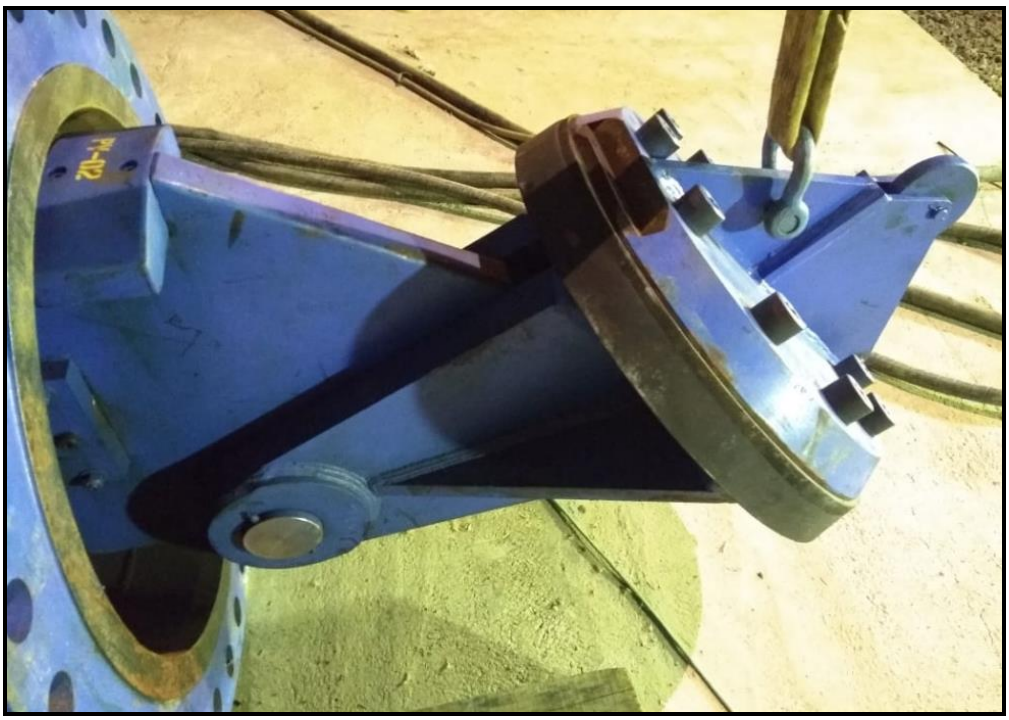

Figura 26 - Braço articulável de bloqueio pronto para ser instalado e inserido

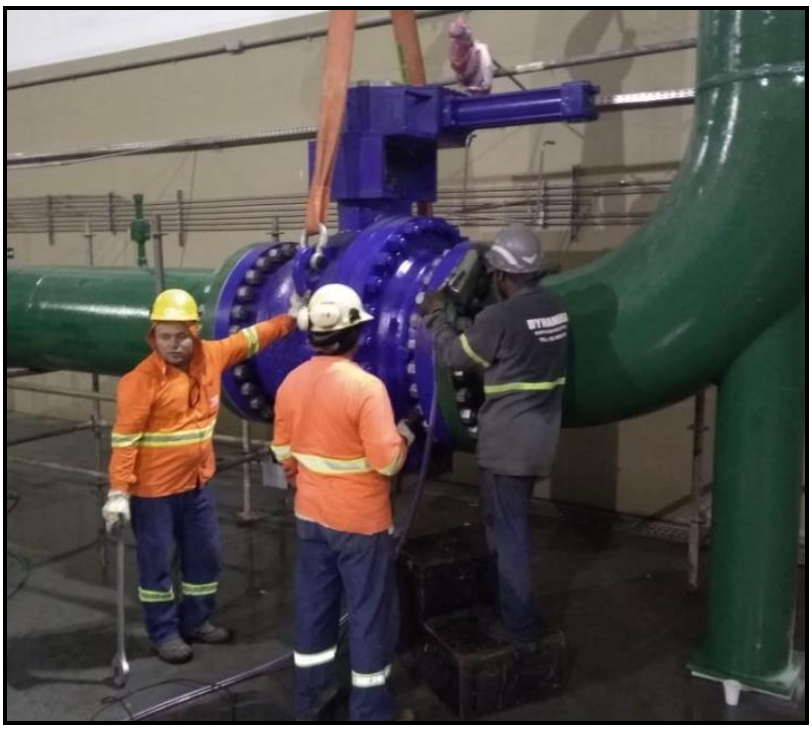

Figura 27 – Desmontagem da válvula de bloqueio

O procedimento de bloqueio foi certificado por meio da queda de pressão. Isto atesta que o mesmo atuou corretamente e assim iniciou-se o processo de substituição da válvula, que é o objetivo precípuo de toda a atividade.

Figura 28 – Nesta foto verifica-se a desmontagem da válvula de bloqueio e o flange do tramo interligado na adutora completamente aberto e estanque.

Figura 29 – Reinstalação da nova válvula de bloqueio retrabalhada

Retirada do Bloqueio Hidráulico, da Válvula Gaveta e Tamponamento Definitivo

Após o procedimento de troca da válvula esfera de bloqueio, que é o objetivo precípuo de toda a operação, inicia-se a retirada da ferramenta de bloqueio hidráulico, a desmontagem da Válvula Gaveta Hidráulica e realiza-se o tamponamento provisório e o tamponamento definitivo com flange cego.

A retirada da ferramenta de bloqueio hidráulico se dá com o recuo do equipamento para o nicho e após é realizado do fechamento da válvula gaveta. Este nicho é novamente desmontado e uma nova importante etapa inicia-se que é o tamponamento provisório para a retirada da válvula gaveta. Esse tamponamento provisório é um *know-how* da empresa que operacionaliza a trepanação e consiste em uma placa (tipo flange cego) e gaxetas de borracha que são inseridas por pressão no tee bipartido e parafusadas, travando com chavetas em rasgos pré-moldados na placa de tamponamento.

(1) (2)

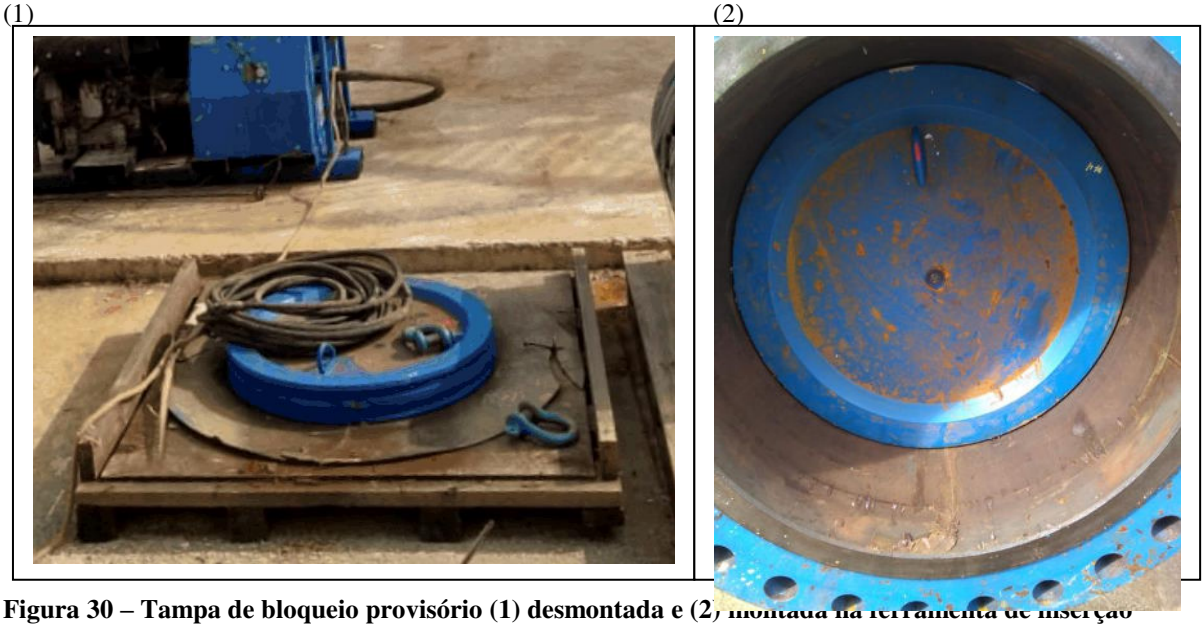

Figura 30 – Tampa de bloqueio provisório (1) desmontada e (2) montada na ferramenta de inserção

Figura 31 – Tampa de bloqueio provisório já inserida no tee bi-partido

Este processo provisório permite a desmonagem da válvula gaveta e o tamponamento definitivo finalizando assim o processo de furação e bloqueio em carga.

Figura 32 – Finalização do processo de trepanação com a instalação do flange cego definitivo.

CONCLUSÃO:

Verificamos neste trabalho, a questão da operacionalização de novas estruturas que vem sempre acompanhado de novos desafios, conhecimento agregado e lições aprendidas. Nesse contexto, após 01(um) ano de sua inauguração e plena operacionalidade do SPSL, alguns novos desafios de operação e manutenção deste inédito sistema de pressurização, bombeamento e armazenamento de água surgiram e são vencidos com a sinergia das equipes envolvidas.

Como vimos a substituição das válvulas esferas de bloqueio do sistema, que foram realizadas sem a parada ou descarregamento da adutora, por meio da furação e bloqueio em carga na pressão de 40 kgf/cm² - classe de pressão PN 40 - que se configura na maior pressão de bloqueio em saneamento no Brasil e sem registro de bloqueios análogos em saneamento no mundo, configurou-se num grande sucesso e que possibilitou a correção das anomalias encontradas sem qualquer impacto ao pleno funcionamento do Sistema Produtor São Lourenço, que hoje já atende perto de dois milhões de habitantes.

Figura 33 – Parte das Equipes envolvidas nos trabalhos de trepanação da EEAB AC - SPSL

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arquivo Fotográfico das Obras do SPSL – TE-CCV
2. Arquivo Fotográfico Engº Celso Gonçalves Arado - SABESP