

**APRESENTAÇÃO DAS ESTRUTURAS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA DO
EMPREENDIMENTO SISTEMA PRODUTOR SÃO LOURENÇO**

José Carlos Lima

Engenheiro, Especialização em Engenharia de Saneamento Básico com MBA em Gerenciamento de Projetos e atuando como Coordenador do Empreendimento Sistema Produtor São Lourenço

Edilson Lima Alves

Engenheiro Civil, membro da equipe de Coordenação do Empreendimento Sistema Produtor São Lourenço

RESUMO

Este Trabalho Técnico apresenta de uma forma simplificada, contudo de maneira abrangente, todas as principais estruturas que compõem a captação de água bruta do empreendimento Sistema Produtor São Lourenço, descrevendo seu manancial, as unidades do canal de tomada d'água, estações elevatórias de baixa e alta carga, poços de sucção, estruturas de desarenação e dispositivos hidráulicos de segurança das instalações. São apresentados ainda uma síntese do Sistema Elétrico Principal e do Sistema de Controle.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema Produtor São Lourenço, Captação de Água Bruta

INTRODUÇÃO

O Sistema Produtor São Lourenço (SPSL) objetiva aumentar a oferta de água tratada para reforço e regularização do abastecimento público de água das regiões oeste e sudoeste da grande São Paulo, bem como, ampliar a flexibilidade operacional e a garantia de disponibilidade hídrica do Sistema Integrado Metropolitano (SIM).

Serão beneficiados diretamente 1,5 milhão de moradores dos municípios de Barueri, Carapicuíba, Cotia, Itapevi, Jandira, Santana de Parnaíba e Vargem Grande Paulista.

O sistema vai captar água na represa Cachoeira do França, em Ibiúna, que é formada pelo rio Juquiá, e percorrerá uma distância de cerca de 83 Km passando pelos pontos de tratamento, reservação e distribuição, entre outros. Para sair da represa e chegar ao tratamento, será necessário o bombeamento da água para superar o desnível de mais de 300 metros da Serra de Paranapiacaba.

Serão construídos: uma estação de tratamento de água, estações elevatórias, 78,3 Km de adutora principal e mais 4,9 Km de adutoras auxiliares, além de reservatórios para armazenar água bruta e água tratada.

O Sistema terá capacidade nominal de produção de 6.400 litros por segundo, portanto trata-se de uma obra de grande envergadura e a maior em andamento no Brasil no setor de saneamento básico.

A Captação de Água Bruta contará como duas estações elevatórias, sendo uma delas, a maior já projetada pela Sabesp em termos de carga manométrica, devendo vencer um desnível geométrico da ordem de 330m até o divisor águas da Serra de Paranapiacaba. A robustez das estruturas, a alta capacidade das estações elevatórias, demanda de energia elétrica e dispositivos de proteção contra transientes hidráulicos se destacam como soluções de engenharia arrojadas do empreendimento dando suporte à justificativa para apresentação desse Trabalho Técnico.

OBJETIVO

Este Trabalho tem o objetivo de apresentar as principais características da estrutura de Captação de Água Bruta do SPSL, descrevendo de uma forma abrangente as unidades de tomada d'água; estações elevatórias; poços de sucção; unidades de desarenação e o sistema de proteção contra transientes hidráulicos. Além disso, esse Trabalho busca também apresentar uma visão global do Sistema Elétrico Principal e dos Sistemas de Controle e Automação das instalações.

MATERIAIS E MÉTODOS

A apresentação das estruturas, sistemas e processos empregados, foram feitas baseadas em memoriais descritivos do Consórcio Projetista CPSL, bem como em projetos e em relatórios técnicos do empreendimento SPSL, destacando de forma clara os descritivos técnicos das estruturas consideradas. Foram ainda consultados planos de inspeção e literaturas técnicas específicas.

Apresentação das Estruturas de Captação de Água Bruta do Empreendimento Sistema Produtor São Lourenço

Breve histórico do manancial

O aproveitamento das águas do rio Juquiá para o abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo-RMSP vem sendo proposto desde a década de 1960 por Planos de Recursos Hídricos, Planos de Bacias e Planos Diretores de Abastecimento de Água (PDAA).

O Sistema Produtor São Lourenço aproveita as águas do Juquiá, que sempre foi uma presença constante nos diversos planos de água da RMSP, como alternativa para suprimento após a utilização completa dos mananciais existentes na bacia do Alto Tietê. Tomou sua forma atual no PDAA de 2005, quando se definiu pelo aproveitamento do Alto Juquiá, captando-se inicialmente 4,7 metros cúbicos por segundo na represa Cachoeira do França, vazão esta contida na Outorga de Direito de Uso, concedida à Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp, desde 1996. A proposta do Sistema Produtor São Lourenço foi objeto de amplo debate devido ao seu porte, custo e impacto. Trata-se de captação distante, com longas adutoras e elevado bombeamento por causa da necessária transposição de bacia hidrográfica. Após vários estudos e as mais variadas análises técnicas, consolidou-se o acerto na definição do rio Juquiá como a mais viável fonte para a ampliação do abastecimento da região metropolitana, notadamente da sua porção oeste.

A bacia do Alto Juquiá apresenta clima tropical úmido sem estação seca, contemplando inteiramente as condições meteorológicas peculiares do Sul do Brasil, sofrendo com frequência a ação das massas de ar e das perturbações frontais que assolam a costa brasileira. Na maior parte do tempo, a região fica sob a ação da massa de ar Tropical Atlântica, controlada pelo anticiclone subtropical semipermanente do Atlântico Sul.

Bacias hidrográficas envolvidas

O Sistema Produtor São Lourenço envolve três importantes Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos paulistas, (UGRHI) a saber:

UGRHI 11 – Ribeira de Iguape/Litoral Sul: fornecerá 4,7 m³/s do Alto Juquiá para a bacia do Tietê, através de transposição, e abrigará as instalações da captação e estação elevatória, e trecho da adutora de água bruta;

UGRHI 10 – Sorocaba/Médio Tietê: abrigará a ETA, receberá parte menor da vazão revertida para abastecimento de Caucaia do Alto e Vargem Grande Paulista, e abrigará trechos extensos do sistema de adução (água bruta e tratada), que atravessarão a bacia do Alto Sorocaba nos municípios de Ibiúna, Cotia e Vargem Grande Paulista; e

UGRHI 06 – Alto Tietê: será a bacia receptora da maior parte da vazão revertida do Alto Juquiá, a ser utilizada para abastecimento público da zona oeste da RMSP; abrigará o reservatório de água tratada e extensos trechos de adutoras de água tratada.

Outorga

O rio Juquiá é um rio de domínio estadual, situado integralmente no Estado de São Paulo. Coube, portanto, ao Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado São Paulo – DAEE a competência de emitir a Outorga de Direito de Uso para derivação de recursos hídricos para fins de abastecimento público e as outorgas para interferências com recursos hídricos. A Sabesp possui atualmente a Outorga de Direito de Uso de uma vazão de 4,7 m³/s, sendo que já entrou com uma solicitação junto ao órgão estadual, pleiteando um aumento na vazão outorgada para 6,4 m³/s.

Descrição Geral do manancial

O manancial é o reservatório Cachoeira do França de propriedade da CBA – Companhia Brasileira de Alumínio, com área aproximada de 12,7 km², volume útil de 124 hm³, profundidade média de 9,8m e tempo de permanência médio de 52 dias. A figura 1 destaca uma imagem aérea do reservatório que está localizado entre Ibiúna e Juquitiba, indicando o local de implantação da captação.

Os níveis característicos do Reservatório Cachoeira do França, considerados no projeto executivo do empreendimento são os seguintes (Referência de nível - RN Sabesp):

- Cota de coroamento da barragem: 635,84 msnm
- Nível d'água máximo operacional: 633,84 msnm
- Nível d'água mínimo operacional: 616,84 msnm
- Cota superior do conduto de tomada d'água: 614,64 msnm

Os níveis de água máximo e mínimo para a captação do Sistema Produtor São Lourenço são respectivamente 633,84 msnm e 623,84msnm.

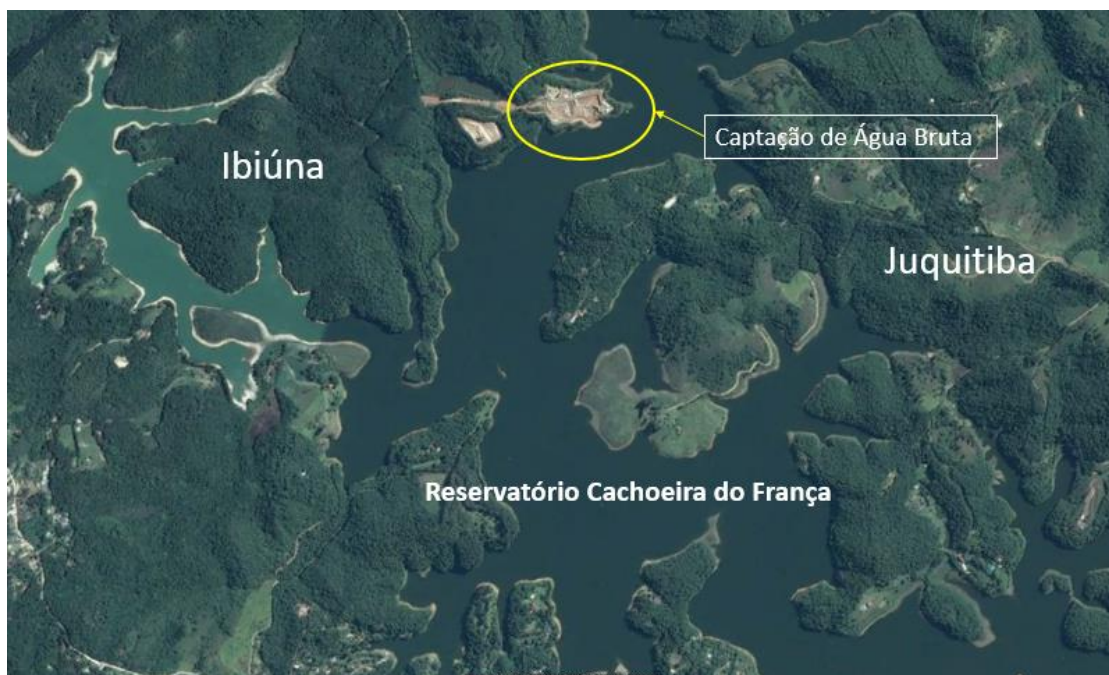


Figura 1 – Imagem aérea do reservatório Cachoeira do França

Qualidade das águas do manancial

O Estudo de Concepção do SPSL incluiu a realização de 11 campanhas de coleta de amostras e determinação da qualidade da água bruta nos rios Juquiá e São Lourenço, que permitiram determinar um amplo leque de dezenas de parâmetros físicoquímicos, bacteriológicos, hidrobiológicos, compostos orgânicos, toxicidade, estratificação e estado trófico, tendo em vista cobrir tanto os parâmetros relevantes para a potabilização da água e a qualidade da água tratada, quanto parâmetros indicadores das condições ambientais do ecossistema aquático, em vários níveis da coluna de água e nos sedimentos. Os resultados mostram um reservatório com água de qualidade muito boa para abastecimento público após tratamento convencional. Os resultados dos ensaios indicam que as águas do reservatório atendem, de forma geral, os limites da Resolução CONAMA 357/05.

Controle do manancial

Para fins de monitoramento do manancial, estão previstas a implantação das seguintes instalações principais: - Uma Estação Automática Hidrometeorológica no braço do córrego Laranjeiras da represa Cachoeira do França, próxima à captação, para o fornecimento de dados de níveis da represa e de pluviometria;

- Uma Estação Automática de Medição de nível do rio Juquiá após a confluência do rio São Lourenço; e
- Duas Unidades de Monitoramento Remoto na represa Cachoeira do França, dotadas de unidade flutuante com suprimento de energia autônomo, datalogger e com transmissão de dados em tempo real, via celular/satélite, integradas no sistema de monitoramento automático de qualidade da água utilizado pela Sabesp.

Descrição Geral da Captação de Água Bruta do Sistema Produtor São Lourenço - SPSL

A captação do SPSL será implantada na margem direita do reservatório Cachoeira do França, no braço do ribeirão Laranjeiras, que faz a divisa entre os municípios de Ibiúna e Juquitiba. As instalações das unidades de captação, tomada d'água e estação elevatória estarão situadas numa península e ocupam uma área de aproximadamente 2,8 ha, no município de Ibiúna, conforme mostrado na figura 2. Essas áreas pertenciam anteriormente à Editora Três e à Companhia Brasileira de Alumínio (CBA).

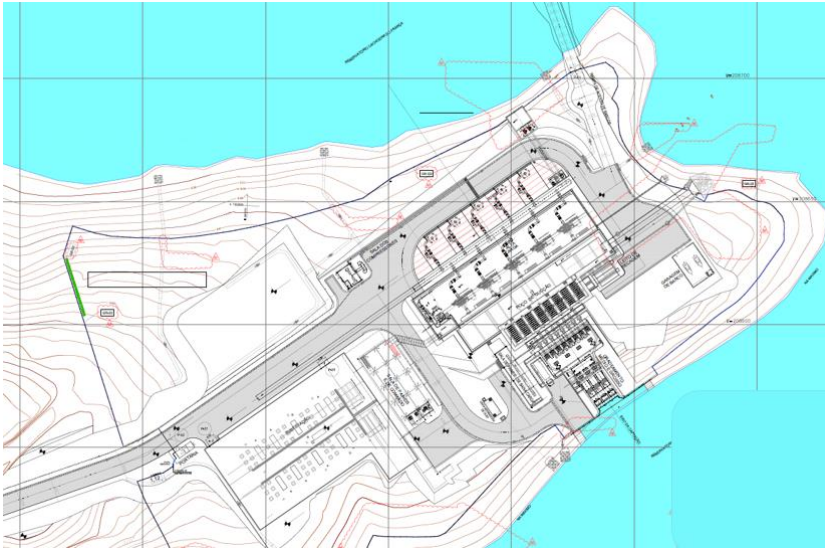


Figura 2 - Área de implantação da Captação do SPSL

A Captação de Água Bruta será composta pelo canal da tomada d'água que alimenta as câmaras de grades, seguida de estação elevatória de água bruta de baixa carga equipada com bombas tipo turbina de eixo vertical prolongado, que recalca a água bruta captada para o desarenador do tipo lamelar, com descarte hidráulico dos sedimentos por gravidade. O volume descartado das caixas de areia será conduzido para leitos de secagem, onde os sedimentos serão retidos e a água livre de sedimentos será conduzida de volta para a represa. O efluente livre de areia é encaminhado para o poço de sucção da estação elevatória de água bruta de alta carga, constituída por bombas de eixo horizontal do tipo bipartida, multi-estágio e com duplo bocal de sucção, que promove a reversão de águas captadas no reservatório Cachoeira do França, para a ETA Vargem Grande, vencendo um desnível geométrico da ordem de 330 m.

A variação de nível do reservatório Cachoeira do França, para fins de captação de água bruta, será de no máximo de 10,0 m, oscilando entre o máximo de 633,3 m e o mínimo de 623,3 m, sempre considerando o perfeito funcionamento dos conjuntos motobombas em qualquer situação operacional de nível máximo ou mínimo da represa.

Todas as principais estruturas do sistema de captação estão indicadas nas figuras 3 e 4 e serão descritas nos tópicos a seguir.

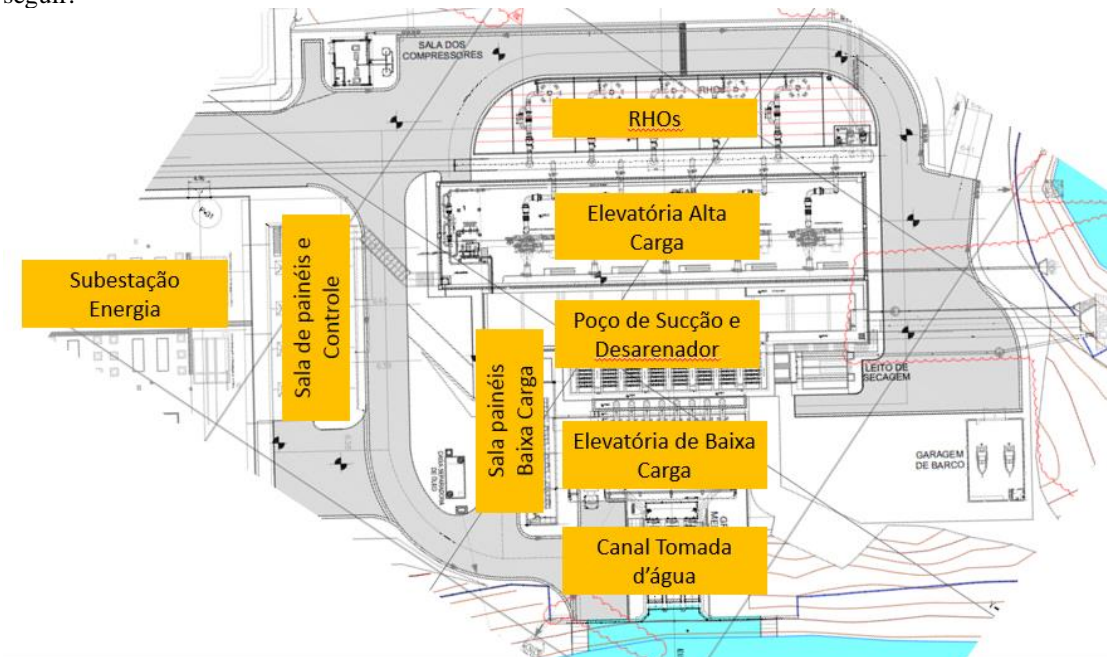


Figura 3 – Layout das principais estruturas do processo de captação de água bruta do SPSL

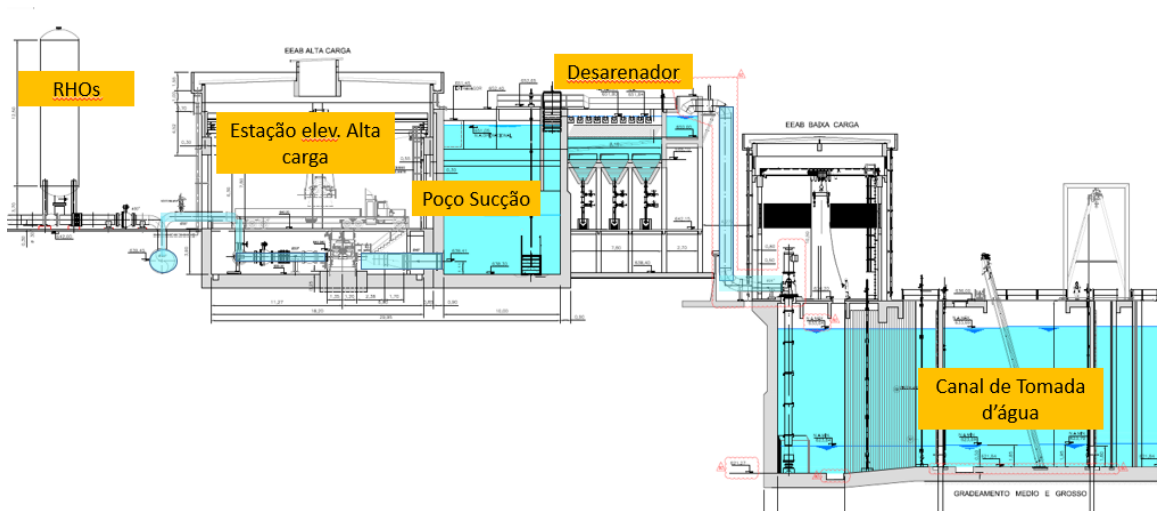


Figura 5 – Principais estruturas da Captação, vista em Corte.

Características básicas das principais estruturas

Canal de tomada d'água

O canal de tomada d'água foi escavado na margem do reservatório e comunicará o fundo do reservatório Cachoeira do França com a laje de fundo da tomada d'água e da câmara de grades, conforme mostram as figuras 5 e 6. Terá uma seção transversal inferior aproximadamente retangular no trecho escavado em rocha e seção trapezoidal na parte superior escavada em solo.

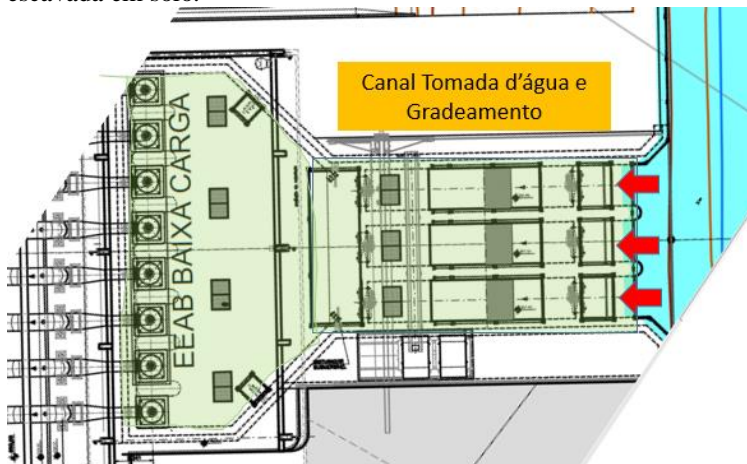


Figura 5- Vista em planta do canal de tomada d'água

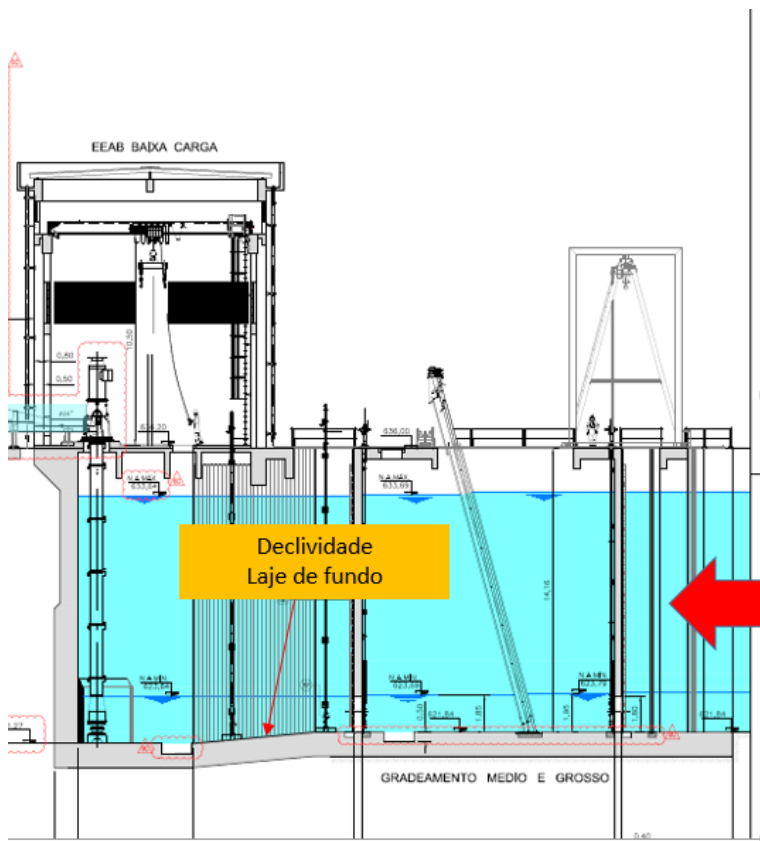


Figura 6 – Vista em Corte do Canal de tomada d’água.

Foi tomado cuidado especial para evitar/ minimizar a entrada de sedimentos e partículas sólidas através da redução de velocidade na entrada do canal de tomada de água. A lâmina mínima de água no canal de alimentação será de 2,00 m, resultando na seção de escoamento operacional mais desfavorável, proporcionando velocidades máximas no canal de alimentação da tomada d’água da ordem de 25,2 cm/s. Para essas condições de nível e velocidade de entrada, somente as partículas com diâmetros inferiores a 0,15mm (areia fina a silte) adentrarão nas câmaras de grades mecanizadas. A medida que o nível de água da represa vai se elevando, a velocidade de escoamento se reduz, diminuindo mais a possibilidade de entrada de sedimentos em suspensão na tomada d’água. A Figura 7 apresenta a seguir a correlação entre a velocidade de escoamento com o tamanho de partículas suspensas transportadas.

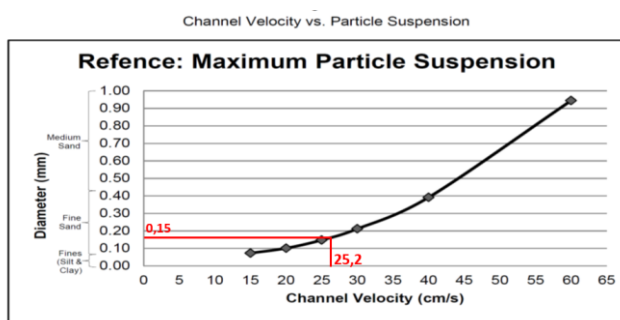


Figura 7. Correlação entre velocidade de escoamento e tamanho de partículas suspensas

A captação de água do reservatório será direta no canal de tomada d’água através de três canais em estrutura de concreto armado, sendo dois operacionais e um de reserva, cada um com 2,50 m de largura, 3,70 m de comprimento e 14,00 m de altura, cada qual dotada de grade grossa de limpeza manual para retenção de material grosseiro, seguidos de câmaras de grades médias mecanizadas.

Apresenta-se a seguir as principais características físicas e operacionais da tomada d’água:

- Vazão máxima de projeto: 6,3 m³/s
- Número de canais de tomada d’água: 03 canais (2 + 1 de reserva)

Dimensões do canal:

- Largura: 2,50 m
- Vazão de projeto por canal: 3,15 m³/s
- NA Máximo da represa: 633,84 msnm
- NA mínimo da represa: 623,84 msnm
- Cota laje de fundo: 621,84 msnm

Gradeamento - Grade Grossa

A grade grossa de limpeza manual será instalada em guias verticais, em aço inox, embutidas na parede de concreto e serão fabricadas em módulos para limitar o peso e facilitar o seu manuseio, com 2,65 m de largura por 2,20 m de altura, em barras chatas de aço inox, conforme ilustrado na figura 8 e 9. A movimentação de cada módulo será feito através de uma viga pescadora e pórtico rolante com capacidade para 5.000 kg.

Apresenta-se a seguir as principais características físicas e operacionais da Grade Grossa:

- Quantidade: 03 conjuntos
- Vazão máxima em cada canal: 3,15 m³/s
- Instalação: vertical em guias embutidas no concreto
- Espaçamento entre barras: 100mm
- Largura útil: 2,50m
- Altura total: 14,16m
- Cota do piso superior: 636,00msnm
- Cota da laje de fundo: 621,84 msnm
- Área da seção de escoamento de um canal:
 - máxima: 30,00 m²
 - mínima: 5,00 m²
- Área útil da grade grossa de um canal:
 - máxima: 26,5 m²
 - mínima: 4,5 m²

Gradeamento - Grade Média Mecanizada

As três câmaras de grades mecanizadas serão implantadas em continuação ao canal de captação, cada canal de grade com 2,50 m de largura, 12,60 m de comprimento e 14,16 m de profundidade, sendo dois operacionais e um de reserva, conforme ilustrado nas figuras 8 e 9.

Para a manutenção das grades mecanizadas estão previstas comportas do tipo duplo sentido de fluxo com atuador elétrico, instaladas nas faces internas das paredes de entrada e de saída de cada câmara de grade. Para permitir a manutenção das comportas de entrada e de saída, nas respectivas faces opostas das paredes serão instalados os *stop-logs*, ambos com sentido favorável de vedação.

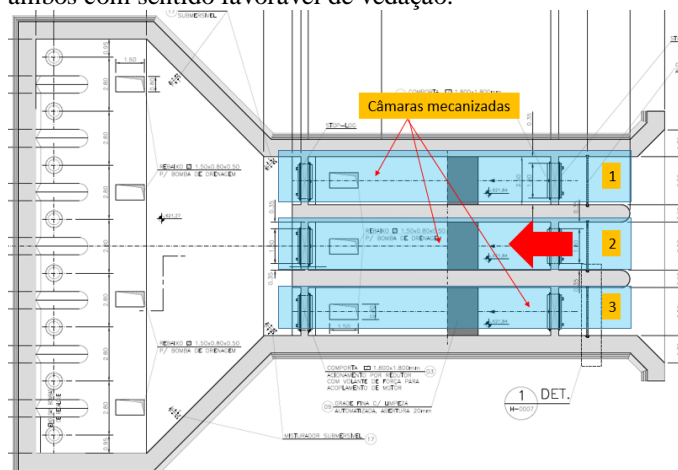


Figura 8 - Camaras de grade mecanizada – Vista em Planta

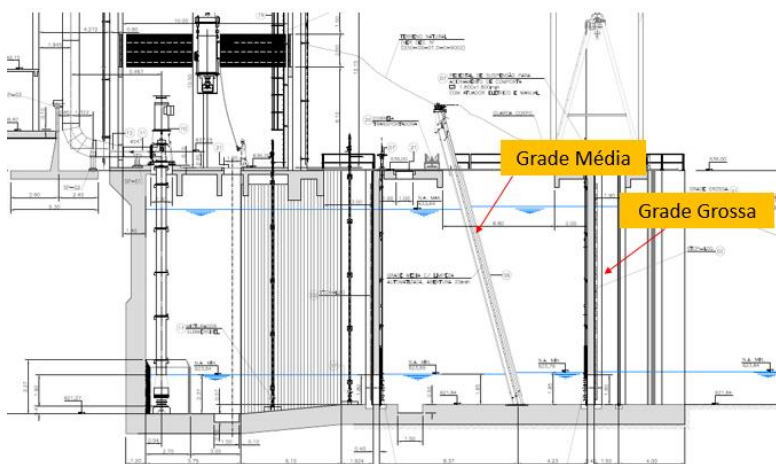


Figura 9 - Canal de tomada d'água, gradeamento visto em corte.

As grades mecanizadas serão executadas em barras chatas de aço inox, com dispositivos de limpeza mecânica e acionamento por corrente. As grades, com espaçamento entre barras de 20 mm, serão montadas com uma inclinação de 80° com a horizontal, conforme mostrado na figura 9 acima.

As grades descarregarão o material retido em uma esteira transportadora que por sua vez descarregará em caçamba estacionária com 4,00 m³ de capacidade, para posterior remoção utilizando caminhão poli guindaste até o destino final. O funcionamento da grade mecanizada e da esteira transportadora deverá estar sincronizado adequadamente e a troca da caçamba deverá ocorrer a cada enchimento, com frequência a ser definida pela produção do material gradeado.

A limpeza das grades mecanizadas será realizada automaticamente antes que ocorra a obstrução de 50% do espaço livre, acionada por meio de temporizador a ser ajustado para ciclos de acordo com a demanda. Caso o sistema de detecção de diferencial de nível a montante e a jusante da grade alcance 0,10 m, o sistema de limpeza será acionado independente do tempo ajustado no "timer".

No final de cada câmara foi previsto um rebaixo na laje de fundo de 0,80 x 0,80 x 0,50 m de profundidade para instalação de bomba submersível portátil, para eventual necessidade de limpeza ou de esgotamento da câmara. As comportas da grade reserva serão mantidas fechadas e estabelecido um esquema de rodízio da grade reserva, para evitar que os acionamentos das comportas e das grades mecanizadas fiquem grande período inativo

Apresenta-se a seguir algumas das principais características físicas da Grade Mecanizada:

- Quantidade: 03 conjuntos completos
- Material: aço inox:
- Largura útil: 2,50 m
- Profundidade do canal: 14,16 m
- Cota do piso superior: 636,00msnm
- Cota da laje de fundo: 621,84 msnm
- Ângulo de instalação: 80°
- Espaçamento entre barras: 20 mm
- Acionamento: Eletromecânico
- Comportas de isolamento: 06 conjuntos em aço inox
- Stop- Logs Metálico: 06 conjuntos em aço inox

Poço de Sucção da Estação Elevatória de Baixa Carga

O poço de sucção da Estação Elevatória de Baixa Carga será composto por seções distintas em planta conforme figura 10. Tem início trecho retangular de saída das câmaras de grade com largura total interna de 9,30m seguido por um trecho de transição com formato trapezoidal, com base menor de 9,30 m, base maior de 21,50 m definido pelo espaçamento necessário para montagem dos oito conjuntos moto bombas de eixo vertical, conforme visto na planta abaixo. Neste trecho a laje de fundo é inclinada em direção às bombas com declividade aproximada de 9%.

Na laje de fundo será executado os poços das 8 bombas cada um com 1,90 m de largura e 2,45 m de comprimento, separados por paredes direcionadoras de fluxo com 0,90 m de espessura, para proporcionar distâncias adequadas entre eixos das bombas.

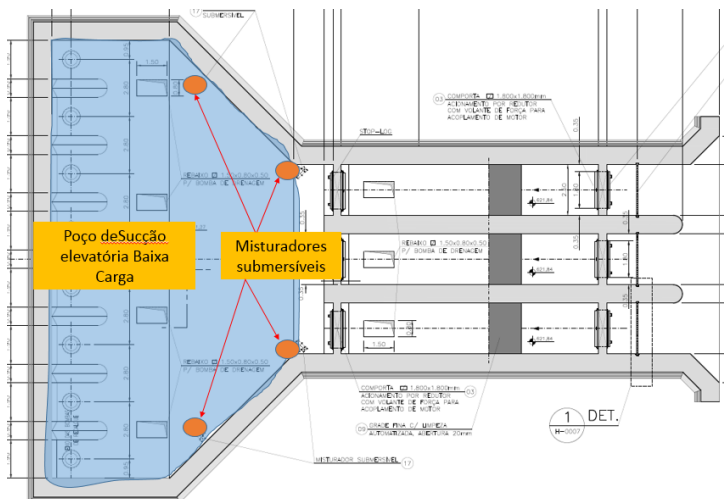


Figura 10 – Poço de sucção da Estação Elevatória de Baixa Carga

Observa-se que foi procurado eliminar ao extremo os espaços mortos no poço de sucção, onde os sedimentos poderiam se acumular. Assim, as dimensões do poço de sucção são as mínimas necessárias para montagem das bombas e estão em conformidade com as recomendações do Hydraulic Institute Standard.

No trecho do poço onde existe potencial embora pequeno de sedimentação de material durante a operação das bombas de baixa carga foram previstos a instalação de 4 misturadores submersíveis para promover a agitação do volume de água em repouso do poço de sucção, instalados dois em cada parede do trecho de transição os quais serão ligados automaticamente funcionando por 5 a 10 minutos, antecedendo a partida programada das bombas de baixa carga. A localização dos misturadores pode ser vista figura 10 acima.

Os misturadores submersíveis foram dimensionados para promover a agitação do volume do poço de sucção com nível d'água mínimo/máximo, terão as seguintes características básicas:

- Quantidade: 04 conjuntos
- Potência nominal: 9,0/12 (kW / Hp)
- Diâmetro da hélice: 650 mm

No canal de alimentação das bombas onde as velocidades são maiores, o material poderá se manter em suspensão até ser aspirado pela bomba. As areias bombeadas serão então removidas no Desarenador.

Para que nenhum poço de bomba fique longo período fora de operação, será previsto no projeto elétrico/automação o revezamento automático e sequencial das bombas regularmente.

Outro fator que ajudará a manter o canal das bombas sempre limpo será a lavagem em contracorrente que ocorrerá toda vez que a bomba for desligada, com o retorno de 11 m³ de água que preenche o trecho vertical da linha de recalque.

Como medidas complementares de segurança foram previstos rebaixos quadrados com lados de 0,80 m e 0,50 m de profundidade nas lajes de fundo, tanto nos três canais de grade, como em quatro pontos do poço de sucção, para instalação de bombas submersíveis portáteis de drenagem, para promover a limpeza do fundo, caso necessário. As bombas serão descidas suspensas pelo pórtico rolante nos canais de grade e pela ponte rolante no poço de sucção.

Além de todas os cuidados tomados no detalhamento do projeto executivo o poço de sucção foi submetido à ensaio de modelo reduzido, visando identificar e sanar eventuais pontos favoráveis a formação de vórtices na sucção das bombas, bem como minimizar a formação de zonas mortas de fluxo, reduzindo assim a quantidade de material sedimentado.

Estação Elevatória de Baixa Carga

A Estação Elevatória de Baixa Carga estará localizada no final da estrutura de concreto armado da tomada d'água e abrigará oito bombas tipo turbina de eixo vertical instaladas em poço úmido.

Terá a função de bombear as águas captadas na represa com eventuais sedimentos até o Desarenador localizado numa plataforma aproximadamente 15 m acima, onde será removida a areia e a água isenta de sedimentos será encaminhada para o poço de sucção da Elevatória de Alta Carga.

A elevatória de baixa carga será 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 Casa de Bombas terá dimensões internas, em planta, de 10,00 m de largura, por 32,50 m de comprimento e pé direito de 12,15 m. A Casa de bombas será dotada de ponte rolante para eventuais deslocamentos de equipamentos pesados.

Na extremidade do lado da rua de acesso existe um vão para entrada de carreta, onde a ponte rolante com capacidade de 10 toneladas movimentará a carga.

A descrição dessa estrutura pode ser visualizada nas figuras 11 e 12 .

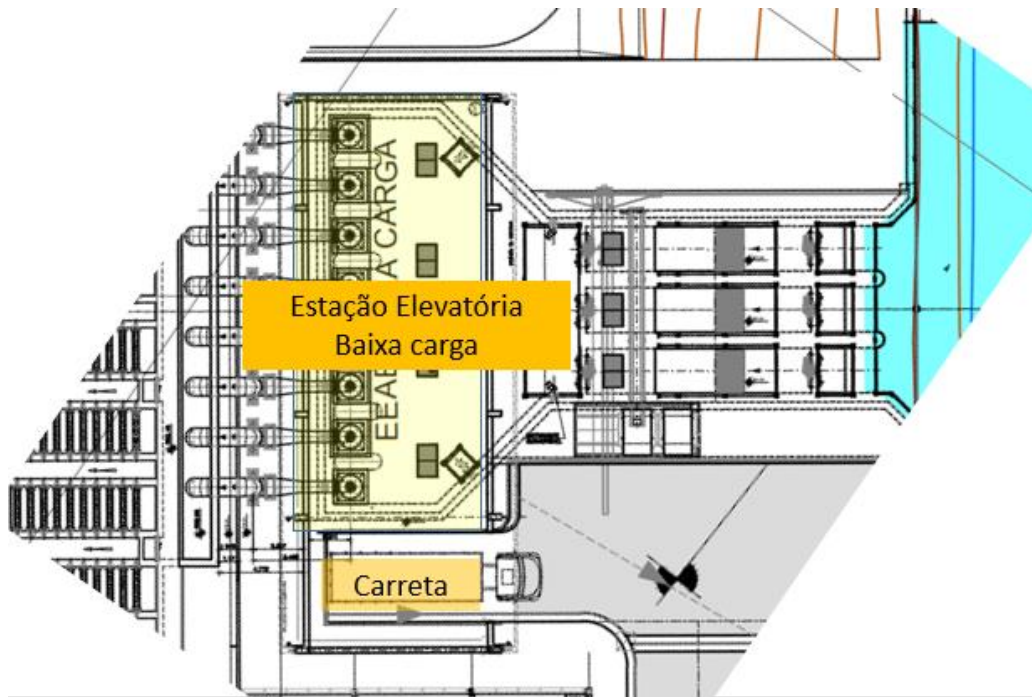


Figura 11 – Estação Elevatória de Baixa Carga, Vista em Planta

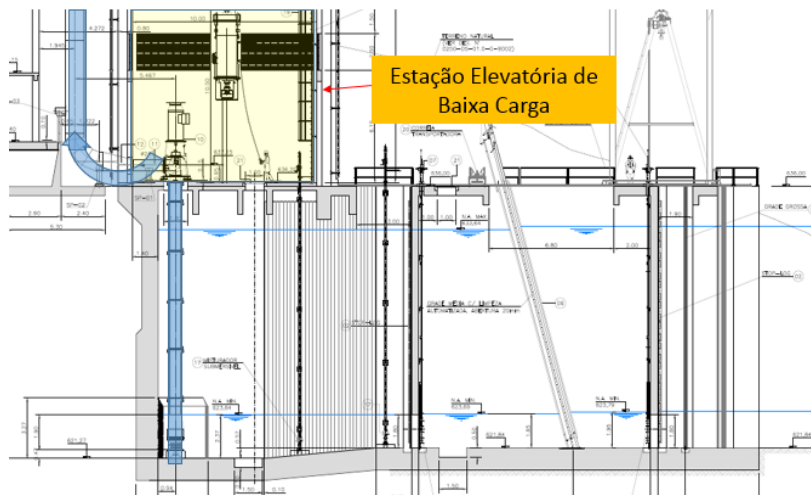


Figura 12 – Estação Elevatória de Baixa Carga, vista em Corte

A seguir são apresentadas algumas características da unidade:

- Linha de recalque independente para cada bomba
- Diâmetro da descarga da bomba: 600 mm
- Diâmetro da linha de recalque: 1.000 mm
- Vazão por bomba : 1,05 m³/s
- Altura manométrica total: 31,0 m
- Potência nominal: 600cv

Desarenador e Leito de Secagem

A base de cálculo desta unidade foi a de promover uma velocidade vertical muito baixa, de modo a não viabilizar o arraste de partículas. Ou seja, a remoção de areia é proposta em unidades com velocidade horizontal de fluxo nula, utilizando-se Módulos Tubulares, com Calhas Superiores de Coleta do fluxo.

Para a descarga de areia para os Leitos de Secagem, de cada um dos Septos, em formato de tronco de pirâmide invertida, com volume nominal de 5,73m³, foram propostas Linhas de Descarga, contendo cada uma delas 2 Válvulas tipo Diafragma. Os módulos do Leito de Secagem recebem os fluxos de areia removida através de Calhas operando com Secção Parcial. A figura 13 e 14 ilustram esta estrutura com as vistas em planta e em corte.

O fluxo desarenado é enviado para o Poço de Sucção da Elevatória de Alta Carga através de 9 Canais.

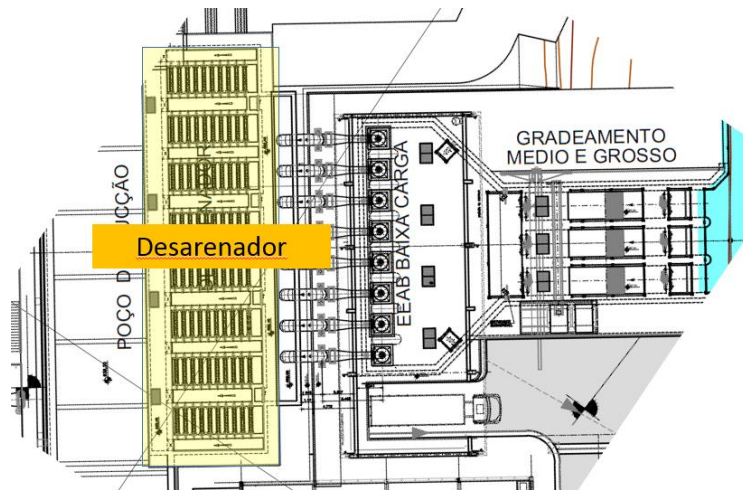


Figura 13 - Estrutura do Desarenador, vista em planta

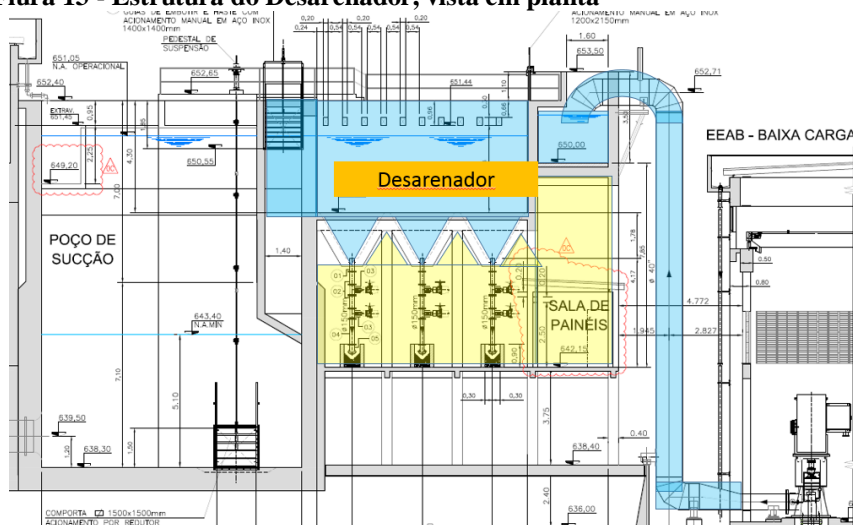


Figura 14 - Estrutura do Desarenador, vista em Corte

A seguir são apresentadas algumas características da unidade:

- Diâmetro da Linha de Descarga: 150 mm
- Extensão da Linha de Descarga: 3,50 m
- Tronco de Pirâmide do Septo:
- Área da Base (2,5m x 2,5m): 6,25 m²
- Volume do Septo: 5,73 m³
- Volume Total dos 24 Septos: 137,4 m³

Leito de Secagem

Os Leitos de secagem foram dimensionados com camada filtrante em condições de proporcionar o acúmulo de 30% dos volumes dos Septos do Desarenador. A retirada da areia ocorrerá sem a remoção da areia de superfície, isto, por terem sido posicionados tijolos na camada granular superior, ocupando parcialmente a área total filtrante.

O fluxo drenado dos dois Módulos do Leito de Secagem estará conectado com a rede de drenagem pluvial da Captação. As figuras 15 e 16 ilustram o conjunto Desarenador / Leito de secagem:



Figura 15 - Leito de secagem visto em planta

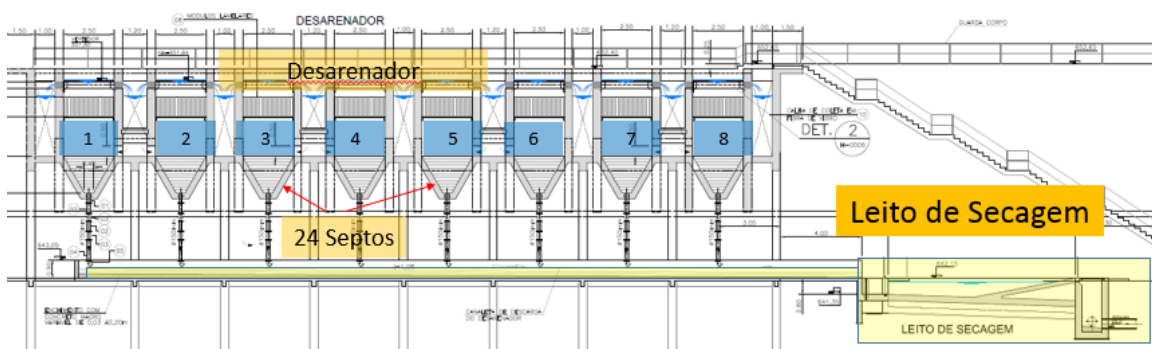


Figura 16 - Vista em corte do conjunto Desarenador / Leito de secagem.

Estão previstas duas unidades do leito de secagem, tendo cada uma capacidade de acúmulo de 30 m³ de volume descarregado das pirâmides invertidas dos Desarenadores.

As descargas de areia, através das linhas conectadas aos 8 Septos, foram estimadas conforme apresentado adiante. Entende-se que cada um dos 3 Canais Coletores de Areia Removida receberão descargas de “Um Septo por vez”.

A seguir são apresentadas algumas características da unidade:

- Largura do Módulo: 3,80 m
- Comprimento do Módulo: 9,20 m
- Altura Disponível: ~0,75 m
- Volume Total Disponível: ~ 49,0 m³

Poço de Sucção da Estação Elevatória de Alta carga

O Poço de Sucção possui 69,70 m de comprimento, 10,00 m de largura e 14,10 m de altura total e recebe fluxos provenientes dos Canais da unidade de desarenação, que estão posicionados ao longo de 35 metros de seu comprimento, na parede oposta onde são feitas as sucções das bombas de Alta Carga. A Figura 17 ilustra essa descrição.

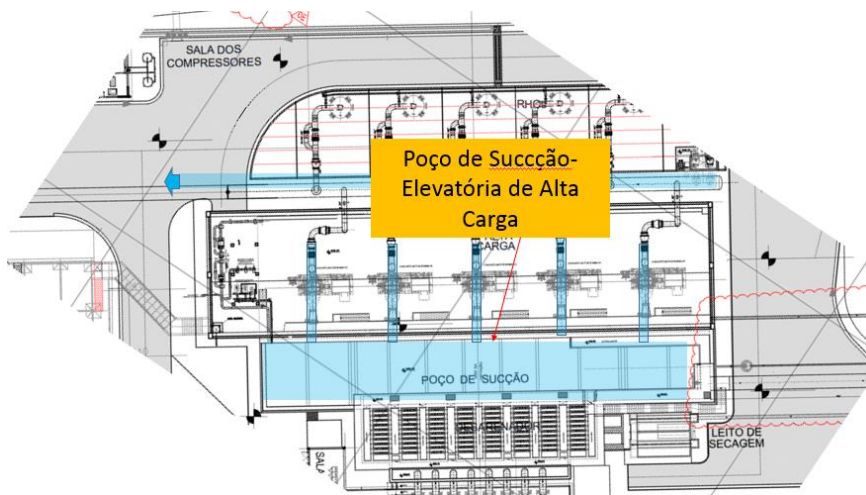


Figura 17 – Poço de sucção da Estação Elevatória de Alta Carga, vista em Planta

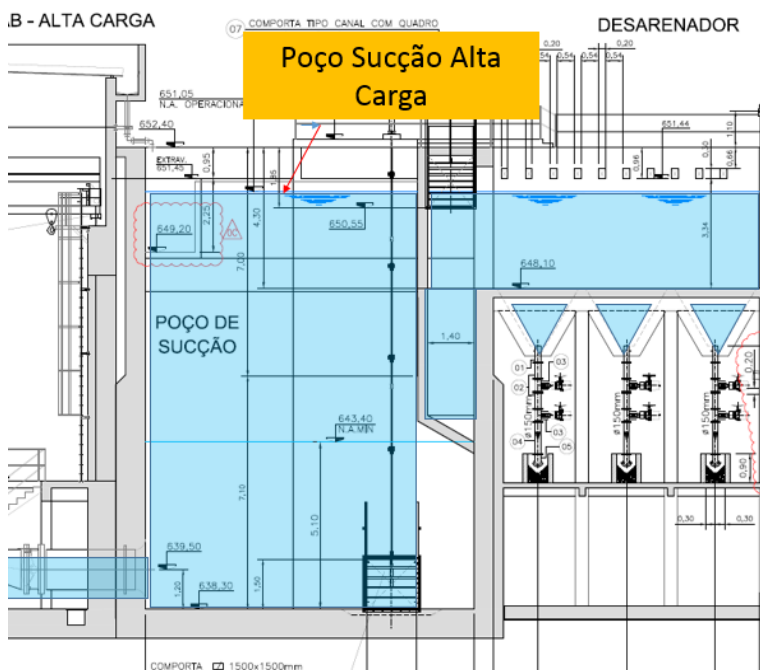


Figura 18 – Poço de sucção da Estação Elevatória de Alta Carga, vista em Corte

O Poço de Sucção possuirá extravasor de segurança dimensionado para 6,3 m³/s, fazendo com que o fluxo seja encaminhado diretamente para a represa através de uma tubulação de aço de Ø84", evitando o transbordamento da estrutura.

Para fins de esvaziamento e eventual limpeza do poço de sucção, bem como para executar manutenção nas válvulas de sucção das bombas de alta carga será instalado dispositivo de descarga de fundo através de comporta de 1,50 por 1,50 m montada na face externa da caixa de recepção dos canais de extravasamento.

A seguir são apresentadas algumas características da unidade:

- Volume máximo operacional: aprox. 9000 m³
- Volume mínimo operacional: aprox. 3500 m³
- Cota nível operacional: 651 msnm
- Cota nível operacional mínima: 643msnm
- Cota nível de fundo: 638 msnm

Estação Elevatória de Alta Carga

A Estação Elevatória de Alta Carga do SPSL foi projetada para promover a reversão de águas captadas no reservatório Cachoeira do França, transpondo por meio de uma tubulação de aço carbono com 2100mm (ø84") de diâmetro e 50,3km,

os cerca de 330m de desnível geométrico da Serra de Paranapiacaba, conforme esquema de recalque ilustrado na figura 19.

Com o intuito de reduzir o consumo de energia, usufruindo da tarifa horo-sazonal, o sistema de adução de água bruta foi projetado para operar fora dos horários de pico, recalando 6,0m³/s durante aproximadamente 20 horas diárias para o Reservatório de Compensação de Água Bruta, cuja função é regularizar a vazão de alimentação da Estação de Tratamento de Água (ETA) Vargem Grande em 4,7m³/s, vazão média prevista para o sistema.

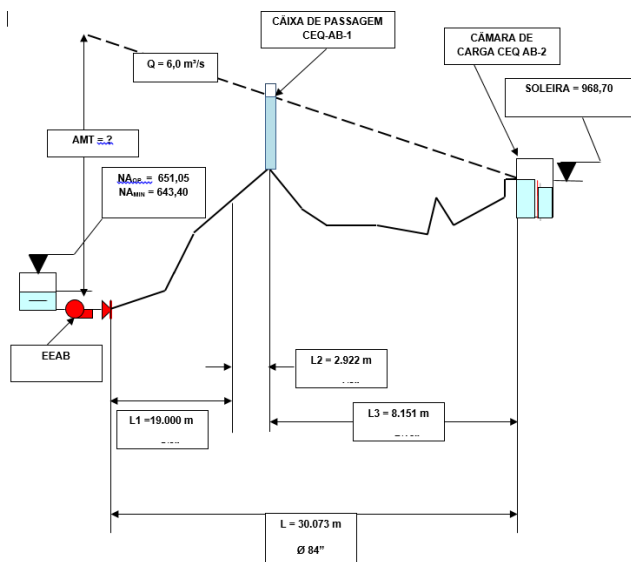


Figura 19 – Esquema básico do sistema de recalque do SPSL

A Casa de Bombas abrigará 5 conjuntos moto-bombas de alta carga (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 359,00 m.

Terá dimensões internas, em planta, de 78,20 m de comprimento, por 18,20 de largura e 3,90 m de profundidade (abaixo da soleira de entrada) conforme figura 20 e 21. Na casa de máquinas serão instaladas ainda bombas secundárias para enchimento inicial da adutora e bombas auxiliares.

Está previsto no piso térreo local para o acesso de carretas com cargas. A movimentação de cargas na parte interna será através de uma ponte rolante com capacidade de 35 toneladas, suficiente para movimentação da maior carga instalada, ou seja, os motores elétricos principais das bombas, cujo peso será da ordem de 25 toneladas.

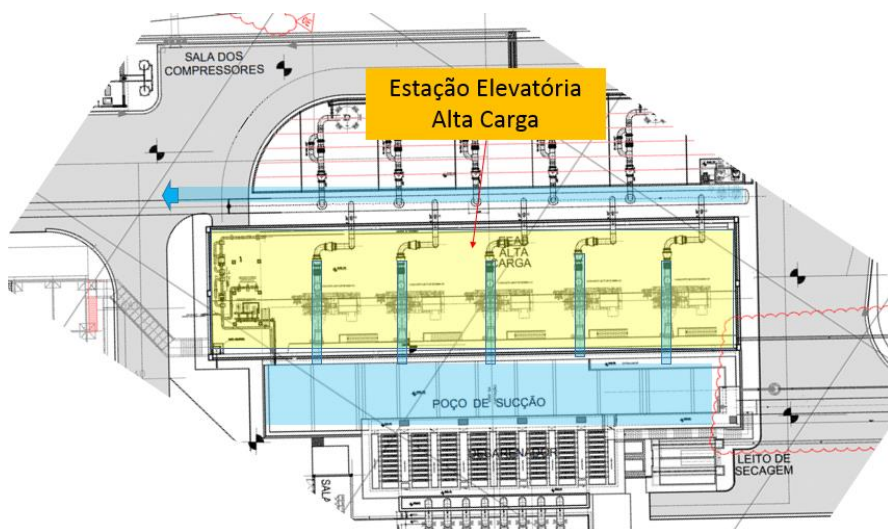


Figura 20 - Estação Elevatória de Alta Carga / Casa de bombas, vista em planta

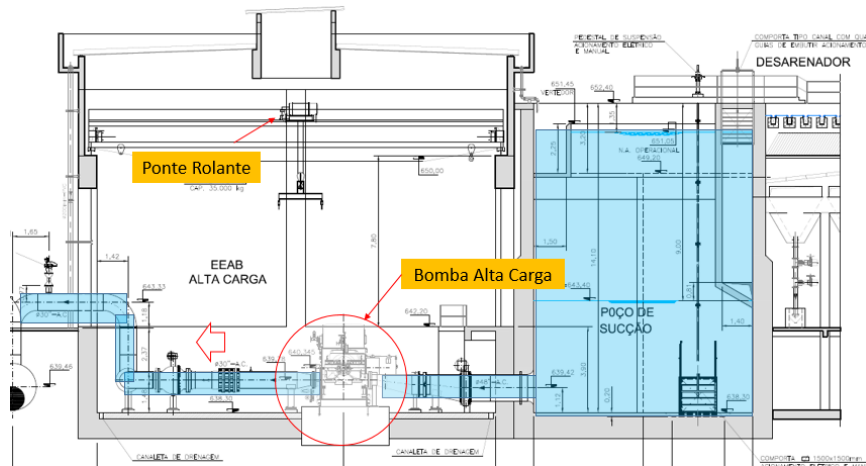


Figura 21 – Casa de bombas da Estação Elevatória de Alta Carga, vista em Corte

A seguir são apresentadas algumas características da Estação Elevatória de Alta Carga:

Dimensões aproximadas da Casa de Bombas

- Largura: 18,00 m
- Comprimento: 78,00 m
- Altura do pé direito no piso das bombas: 10,00 m

Bomba Selecionada:

- Tipo: Eixo horizontal, multi-estágio e com dois bocais de sucção
- Quantidade: 05 unidades (04 conjuntos + 01 Reserva)
- Capacidade nominal: 1,50 m³/s
- Capacidade total: 6,0 m³/s
- Altura manométrica total: 365,00 m
- Potência Nominal: 9.100 cv
- Diâmetro da tubulação de sucção: 48"
- Diâmetro da adutora por recalque: 84"

Sistema de proteção contra transientes hidráulicos

A proteção do sistema de adução de água bruta contra os efeitos deletérios decorrentes de escoamentos transitórios será efetuada através de 5 vasos de pressão – RHOs, com volume total unitário de 120 m³, dimensionados para pressões nominais de 40 bar e pressão de projeto de 45 bar, conforme ilustrado na figura 22.

O RHO é um reservatório hidropneumático instalado em estações de bombeamento com a função principal absorver os chamados transientes hidráulicos ou golpes de aríete, quando da parada repentina do bombeamento ou manobras em válvulas do sistema.

A conexão de cada vaso com o barrilete de recalque será 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 será efetuado pelo by-pass da válvula de retenção com diâmetro de 600 mm. As interligações dos RHOs com o barrilete de recalque serão equipadas com válvulas de esfera com $\Phi 750$ mm de diâmetro, para o isolamento do vaso do sistema, possibilitando operações de manutenção. Na tubulação de interligação será prevista uma válvula de descarga de $\Phi 200$ mm, para o esvaziamento da tubulação e do RHO.

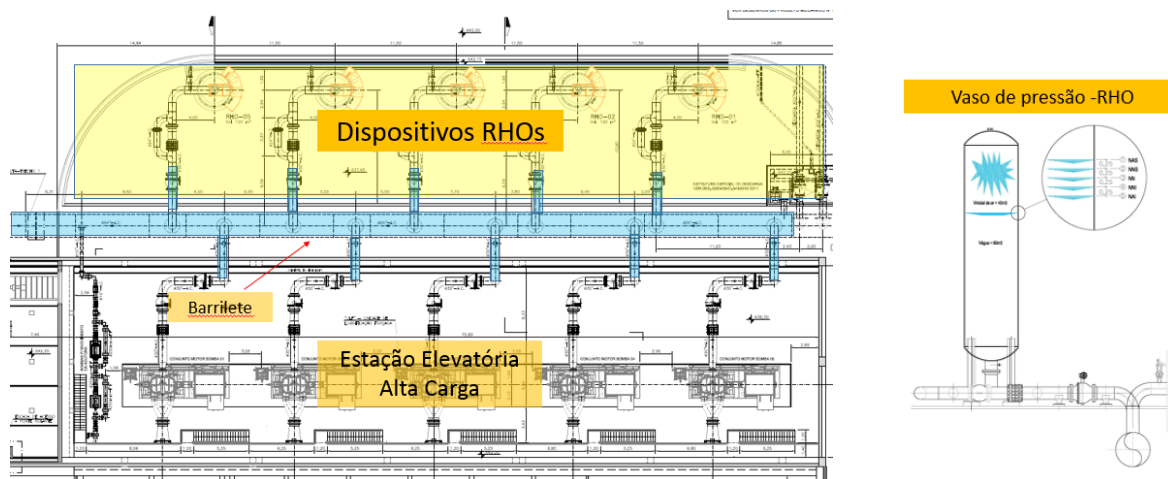


Figura 22 - Dispositivos de proteção RHOs – Planta Layout e vista de elevação do vaso de pressão

Será instalado um sistema de ar comprimido, responsável pela manutenção de pressão dos RHOs. Será implantado na Sala de Compressores localizado próximo ao prédio da Estação elevatória e dos RHOs. Está prevista a instalação de dois conjuntos de compressores, sendo um de reserva, equipamentos elétricos, tubulações, válvulas e acessórios e dois reservatórios de ar comprimido cada um com capacidade para 6 m³, na pressão de serviço de 40 bar. O volume total dos dois reservatórios de ar comprimido será da ordem de 12 m³.

Para a adequada proteção do Sistema, além da instalação dos RHOs, foram especificados ainda os seguintes equipamentos hidromecânicos:

- Implantação de uma Chaminé de Equilíbrio no ponto alto da adutora;
- Instalação de Válvulas de Retenção de Fechamento Rápido na saída das bombas;

A seguir são apresentadas algumas características dos RHOs:

- Quantidade: 4 + 1 de reserva
- Volume de 1 tanque: 120 m³
- Formato: Cilíndrico
- Diâmetro: 3,30 m
- Pressão de serviço: 40 bar
- Pressão de projeto: 45 bar

Sistema Elétrico

A Captação de Água Bruta contará com um sistema de Alta Tensão que alimentará a Estação Elevatória de Alta Carga em 13,8 kV e outro sistema de Baixa Tensão em 480 V que alimentará a Estação Elevatória de Baixa Carga e os demais equipamentos elétricos e eletromecânicos. A Figura 23 indica a locação das estruturas do Sistema Elétrico principal do SPSL.

Os serviços auxiliares, iluminações, vigilância da área e os equipamentos e motores que são essenciais para manutenção das condições operacionais do Sistema de Captação e elevatórias, serão alimentados por dois transformadores de 240/140 V, de forma que em caso de queda de energia elétrica do sistema local, possam ser alimentados pelo sistema gerador de emergência em 240/140 V.

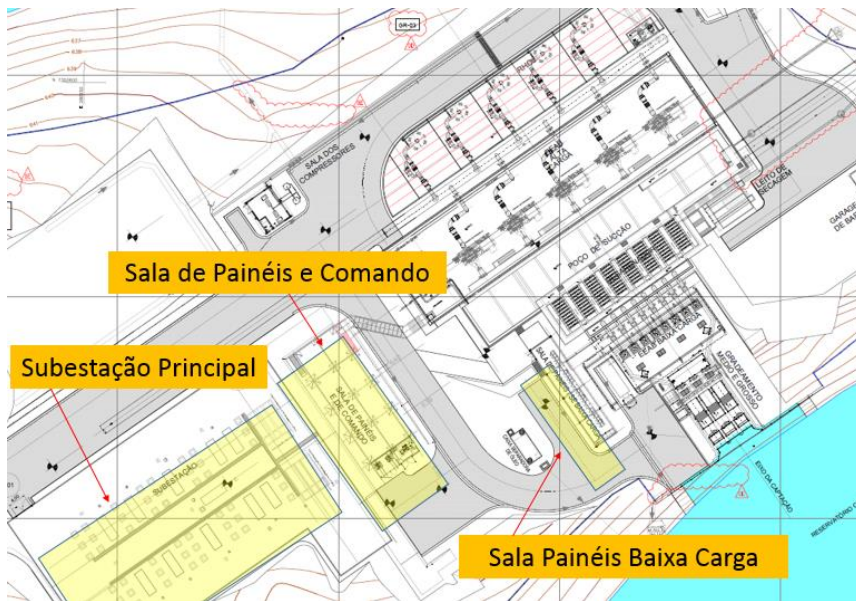


Figura 23 – Principais estruturas do sistema elétrico da Captação de Água Bruta

Subestação Principal

Estará localizada ao lado da chegada da estrada de acesso ao Sistema de Captação e EEAB, já na área interna, próximo à Portaria de entrada das instalações.

A seguir são apresentadas algumas características da Subestação Principal:

- Concessionária de Energia: Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL
- Tensão de alimentação: 138 kV
- Tensão Secundária: 13,8 KV
- Transformadores de força: 2 de 35/43,75 MVA

Sistemas de Proteção

- Proteção Geral
- Proteções dos Transformadores de Força
- Medição da Concessionária
- Sistema de SPDA
- Sistema de Aterramento

Sala de Painéis e de Controle

A Sala de Painéis e de Controle é contígua à Subestação Principal, composta de dois pavimentos, no nível inferior está o Porão de Cabos para distribuição e interligações dos cabos onde também estarão acondicionados os bancos de capacitores para correção do fator de potência dos motores e transformadores e ainda as baterias do sistema de corrente contínua, as quais serão do tipo chumbo-ácido e do tipo seladas. No pavimento superior, estão os painéis e quadros elétricos de energia e um ambiente fechado contendo o Pannel de Controle da Subestação, Pannel de Medição da Concessionária e as Estações Remotas de Controle e a Estação de Operação do Sistema de Supervisão e Controle. No piso de painéis além dos disjuntores do secundário dos transformadores estarão todos os cubículos de 13,8kV dos acionamentos dos motores, de proteção dos bancos de capacitores e transformadores auxiliares, e quadros de baixa tensão CA e CC.

Do porão de cabos sai a galeria de cabos de energia e controle que interligam a Sala de Painéis e de Controle com a Estação Elevatória de Alta Carga.

Sala de Painéis e Subestação de Baixa Carga

A Sala de Painéis e Subestação de Baixa Carga localizada no espaço compreendido pela rua de acesso à Captação e a Estação Elevatória de Água Bruta de Baixa Carga é composta de dois pavimentos, no nível térreo estão localizados os três transformadores secos de 2000 kVA / 480V da Subestação de Baixa Carga e no pavimento superior, a Sala de Painéis e de Comando das Bombas de Baixa Carga e equipamentos elétricos e eletromecânicos.

Gerador de Emergência

Será instalado grupo gerador diesel de emergência, que terá a função de manter somente os serviços essenciais. Suas principais características estão descritas abaixo:

- Quantidade: 01 grupo gerador diesel
- Tensão nominal: 240 / 140V
- Potência nominal: 300 KVA

Sistema de Automação e Controle

A Captação de Água Bruta do Sistema Produtor São Lourenço ficará localizado em uma área distante aproximadamente 50 km da ETA Vargem Grande onde estará localizado o chamado Centro de Controle Operacional- CCO Vargem Grande, em uma operação não assistida localmente. O controle do sistema de captação de água bruta será realizado em dois painéis de automação (unidades remotas) a serem instalados na Sala de Painéis e de Controle da Subestação Principal e da Estação Elevatória de Alta Carga e outro na Estação Elevatória de Baixa Carga, ambos contendo um controlador lógico programável (CLP), com seus módulos de entrada e saída e módulos de comunicação. Cada Painel fará a aquisição de dados de sua respectiva área de atuação e se comunicarão entre si via rede local.

Toda a lógica de controle operacional, como as verificações dos níveis de água nos diversos pontos de controle e demais condições para liberação para partida dos conjuntos, será definida pelos CLP's locais da Captação.

Os CLP's receberão os sinais dos sensores tipo nível, vazão, pressão, status dos equipamentos, defeitos, verificação do sistema elétrico e hidráulico, serviços auxiliares do sistema dos motores de 9.100 cv e dos RHO's, etc. e informará ao CCO Vargem Grande a liberação para partida ou as condições de anormalidade para as ações corretivas, além de todas as condições operacionais do sistema elétrico, mecânico e hidráulico.

As partidas dos conjuntos das elevatórias de baixa carga e de alta carga, seguirão uma sequência, ou seja, parte-se um conjunto e após atingir o regime parte-se o segundo e assim sucessivamente.

O tempo de partida dos motores de baixa carga será definido pelo sistema hidráulico, de qualquer forma, a entrada do sistema em regime é bastante rápida quando comparada com as bombas de alta carga. O fato de cada bomba ter linha de recalque independente permitirá maior flexibilidade para ajuste da vazão total a ser bombeada, de acordo com o número de bombas em operação da Estação Elevatória de Alta Carga.

O CLP do painel de automação da Sala de Controle, será responsável pela execução de toda a lógica de controle do Sistema, execução das rotinas de liga/desliga dos equipamentos, processamento das lógicas de alarme e paradas emergenciais.

Esse painel de automação encaminha os valores das variáveis do processo para o Centro de Controle Operacional (CCO Vargem Grande), através de rede de comunicação de fibra óptica.

CONCLUSÃO

O Sistema Produtor São Lourenço é um empreendimento de grande porte onde serão executadas grandes estruturas de captação de água bruta, adução, tratamento e reservação de água. Um dos destaques do empreendimento é justamente o projeto das estruturas captação e bombeamento de água bruta. Conforme a descrição de todas as unidades, apresentadas neste trabalho técnico, ficou evidenciado a magnitude das estruturas, bem como o elevado grau de comprometimento no seu dimensionamento. Todos esses criteriosos padrões empregados, permitirão num futuro próximo uma operação segura, controlada e atendendo a todos os parâmetros técnicos, bem como suprimindo as demandas de produção projetadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Relatório Síntese do Sistema Produtor São Lourenço – Estudo de Concepção, jun. 2013
2. Relatório de Impacto ao Meio Ambiente – Rima – Sistema Produtor São Lourenço, mar. 2011
3. Relatório RMP – Relatório Mensal de Progresso, ago. 2016
4. Memorial Descritivo do Projeto Hidráulico – Consócio Projetista CPSL, nov. 2015