

RELATÓRIO TÉCNICO 5ª EXPEDIÇÃO

USINAS DE CORUMBATAÍ, CAPÃO PRETO, MONJOLINHO, LIA-MARMELOS I, II, III, E ISABEL

Período: 21/7/2014 (“Corumbataí”, em Rio Claro), 22/7/2014 (“Capão Preto” e “Monjolinho”, em São Carlos), 23/7/2014 (“Lia-Marmelos” em Campos do Jordão) e 24/7/2014 (“Isabel”, em Pindamonhangaba e Campos do Jordão)

Pesquisadores e Alunos Participantes

1. Alexandre Ricardi
2. André Argollo (Corumbataí, Capão Preto, Monjolinho)
3. Camila Freitas
4. Cristina Barbanti (Corumbataí, Capão Preto)
5. Débora Mortati
6. Denise Geribello
7. Eduardo Bueno
8. Fernando Drizzo
9. Gabriel Santos
10. Gildo Magalhães
11. Giorgia Limnios (Lia-Marmelos e Isabel)
12. Marília Xavier Cury
13. Natália Lima
14. Patrícia Gazoni
15. Renato Diniz
16. Telma Carvalho

1) CORUMBATAÍ

1.1. Dados gerais

Localização

A usina está na zona rural, na altura do km 3 da Rodovia Fausto Santomauro (Rio Claro-Piracicaba), a 7 km de Rio Claro. O acesso estava prejudicado por obra de uma grande pedreira nesta entrada, obrigando a um desvio por trás de um “lixão”. A sinalização da usina estava precária e descuidada.

Contato

Fomos recebidos por uma funcionária da Fundação Energia e Saneamento de São Paulo, que não possuía capacitação técnica, mas procurou nos atender da melhor forma.

1.2 Sistema hídrico da usina

Inicialmente havia apenas a barragem do Rio Corumbataí, mas em 1910 outra barragem no vizinho Ribeirão Claro foi construída. Para aumentar a vazão, as duas barragens em concreto/gravidade, foram interligadas por meio de túnel de 212 m, escavado em rochas. Desta interligação, sai a partir do rio Corumbataí um canal de adução, escavado em rocha, no final do qual se construiu a câmara de carga, com duas comportas para permitir o fluxo à tubulação adutora, um conduto forçado de 28 m de extensão e diâmetro de 1,67 m.

Em 1925, para ampliar a capacidade geradora e atender à demanda elétrica, a barragem foi ampliada. Novas reformas foram feitas nos anos de 1930, 1934, 1942 e 1952.

1.3 Usina

A usina em 1.895 era composta de dois conjuntos turbo-geradores Francis, eixo horizontal, fabricados por Siemens-Schuckert e ASEA, com capacidade, respectivamente, de 420 e 1.280 kW, totalizando 1.700 kW. Atualmente, o grupo 1 compõe-se de uma turbina F. Neumayer acoplada a um gerador ASEA e o grupo 2, de uma turbina J.M. Voith e um gerador Siemens, com potência total de 2,13 MW. A reforma da usina concluída em 2.004 incluiu a semi-automatização de seu sistema operacional, assim como a motorização e controle remoto de comportas, transformando-a em uma usina moderna, mas conservando todo o aspecto original. Com um altura hidrostática de 24 metros, os dois conjuntos turbo-geradores consomem, a plena carga, 12 m³/s.

A Casa de Máquinas foi construída em nível muito baixo, sujeito a inundações do Rio Corumbataí, e de fato diversas enchentes alagaram o salão, interrompendo a geração elétrica.

1.4 História

Rio Claro cresceu significativamente na segunda metade do século 19, graças ao café e à chegada (1876) da Companhia Paulista de Estradas de Ferro, para a interligação com Campinas. Uma nova ferrovia, ligando Rio Claro a São Carlos e Araraquara foi contruída entre 1881 e 1885 pela Companhia de Estradas de Ferro do Rio Claro, mas tarde adquirida também pela Companhia Paulista.

A primitiva usina elétrica de Corumbataí foi construída pela Companhia Mecânica Industrial Rio Clarense e inaugurada em 15 de novembro de 1895, sendo a terceira usina hidroelétrica implantada no estado de São Paulo. Operou por apenas um dia e sofreu uma avaria no dia seguinte. Somente voltou a operar em 2 de junho de 1.900, agora sob controle do empresário Theodor Wille.. Em 1912 foi transferida à S/A Central Elétrica Rio Claro (SACERC), que tinha à frente o empresário Eloy Chaves. A S/A Central Elétrica Rio Claro

foi detentora de diversas empresas de geração de energia elétrica além de Corumbataí (Emas, de 1922, Mogi-Guaçu e Tatu, de 1929, Carlos Botelho, de 1936, Emas Novas, de 1942, Jacaré, de 1944, Jacutinga, de 1949 e Eloy Chaves, de 1956) .

Em 1925 a usina foi ampliada com as máquinas atualmente em uso, acrescentando-se a turbina Fritz Neumayer e gerador ASEA. Durante várias etapas de seu funcionamento a hidrelétrica de Corumbataí precisou de reforço por meio de geração termoelétrica, usando óleo diesel ou mesmo lenha. Destaque-se que a energia elétrica gerada no início do século 20 atendia clientes de grande porte, como fazendas de café e a estrada de ferro. Na área urbana de Rio Claro, além da iluminação, a eletricidade era usada para cinemas e pequenas fábricas (como cervejaria e tecelagem). Na década de 1950 o consumo cresceu e já não era atendido pela empresa de Eloy Chaves, que operou até 1.965, quando foi incorporada à Cia. Hidrelétrica do Rio Pardo – CHERP, uma das empresas formadoras da futura Cia. Energética de São Paulo – CESP (criada em 1967).

Na década de 1.970 a usina foi desativada em função de uma enchente ocorrida no Rio Corumbataí e que rompeu sua barragem. Era grande também a quantidade de detritos, que impediam a vazão desejada para operar as turbinas. Somente em 1.979 a usina voltou a operar, reformada pela CESP, agora em 60 Hz. Em 1982 ela foi tombada pelo CONDEPHAT, em ação inédita, no entanto, ficou paralisada de 1979 a 2005.

Em 1.999, por doação da CESP, a usina passou para a atual Fundação Energia e Saneamento de São Paulo (formada em 1998 após a privatização da Eletropaulo), integrando o programa de usinas-parque desta Fundação.

Durante a década de 2000 a usina manteve programas em colaboração com a UNESP de Rio Claro, contratando monitores de Física para demonstrações a escolas da região de princípios do eletromagnetismo com maquetes e experimentos científicos, bem como de biologia para ações de exploração (trilhas) e práticas de conservação do meio-ambiente. Estes programas tiveram boa aceitação, mas foram descontinuados pela Fundação Energia e Saneamento, notando-se atualmente a franca degradação das instalações de auditório e de experimentos, atualmente fechadas.

Durante a visita, devido à estiagem, apenas uma das duas máquinas estavam em operação.

1.5 Referências

- Amaral, Cristiano e Prado, Fernando (orgs.). *Pequenas Centrais Hidrelétricas no Estado de São Paulo*. São Paulo: Páginas & Letras, 2004
- Conceição, André Luiz et al. “O desenvolvimento tecnológico da centenária PCH de Corumbataí, em Rio Claro”, s/d, acessado em 5/8/2014 em

www.cerpch.unifei.edu.br/arquivos/artigos/607aa710d8858b285f7c9383c109d3a2.pdf

- Kùhl, Júlio César A. e Ferraz, Vera Maria B. “As usinas do Corumbataí”. *História e Energia*, 8, 2000
- Marsiglia, Cecília et al. *S/A Central Elétrica Rio Claro. Fascículos da História da Energia Elétrica em São Paulo, nº 1*. S.Paulo: CESP e IEB/USP, 1986

1.6 Arquivologia e documentação

A documentação da usina está no arquivo da Fundação Energia e Saneamento, em São Paulo.

1.7 Paisagem e meio ambiente

A usina está em meio a um parque com 44 hectares, com árvores frutíferas, reflorestamento e restos de mata nativa. Após a entrada no parque, há um conjunto de moradias e duas construções: um auditório e uma casa de experimentos científicos. Um caminho conduz à câmara de carga e à usina, passando pela casa-sede. Há ainda duas trilhas, à direita e à esquerda deste caminho, levando respectivamente à barragem do Ribeirão Claro e à barragem do Rio Corumbataí. A paisagem é bastante agradável.

O Rio Corumbataí está especialmente poluído, com cheiro e cor desagradáveis, mas atrai aves aquáticas e há presença de animais silvestres. O parque é uma ilha de vegetação em meio a canaviais, pedreira, aterro (lixão) e as águas poluídas do Corumbataí afluem para a bacia do Rio Piracicaba.

1.8 Patrimônio industrial e potencial turístico-cultural

As instalações da usina de Corumbataí constituem um patrimônio industrial vivo. Antes da CESP doar a usina para a Fundação Energia e Saneamento, ela era regularmente usada por professores da Escola Politécnica da USP para pesquisas e demonstrações de eletrotécnica.

A casa-sede construída por Eloy Chaves foi utilizada até 2010 como local alugado para reuniões empresariais e eventos de lazer, contando com infra-estrutura (inclusive piscina), hoje deteriorada e abandonada. O auditório para 80 lugares está sem uso, pois não tem havido visitantes. A loja de lembranças da Fundação Energia e Saneamento foi desativada. Na casa de experiências, há maquetes e aparelhos sem uso e sem pessoas para fazer demonstrações.

Deve ser ressaltado que o abandono dos projetos educativos cortou uma ligação construída durante anos entre a usina e escolas e faculdades da região, como a UNESP de Rio Claro. A alegação da Fundação para a descontinuidade foi a falta de verbas. Para se ter uma ideia, quando esses programas eram mantidos a usina fazia habitualmente com alunos e visitantes

em geral os seguintes roteiros: História, Uso Racional da Energia Elétrica, Usinas Hidrelétricas e Impactos Ambientais, Eletrostática, Eletrodinâmica e Transformações das Modalidades de Energia, e Pré-Escola. As oficinas pedagógicas incluíam: Arte e Reciclagem Artesanal de Papel, Desenho, História e Interpretação, Eletrostática, Oficina de Viveiro, Compostagem e Minhocário, e Astronomia.

Algumas dessas atividades incluíam a visita ao prédio da Casa de Força, onde havia sido instalado uma pequena mostra histórica, com o que se valorizava o patrimônio industrial presente ali e nas demais instalações da usina. Demonstra-se assim que o local cumpria, de certa forma, a função turístico-cultural associada a uma usina mais do que centenária, e que se perdeu com o abandono a que ficou relegado esse aspecto.

Rio Claro é cidade que conta com diversas indústrias (com destaque para a cerâmica) e um campus diversificado da UNESP. Tendo sido a eletricidade mola propulsora de seu desenvolvimento econômico, há potencial de mobilização para que esse contexto se interesse por parte significativa de seu patrimônio industrial.

1.9 Museologia

O “museu da energia”, assim intitulado na Casa de Máquinas está em desuso. Cartazes contando a história da usina em seu contexto rio-clarense começam a se deteriorar. Algumas peças antes expostas (instrumentos e equipamentos elétricos) foram removidas e o que ficou está sem referências explicativas. O “museu vivo” representado pelas turbinas, geradores e painel de mármore com instrumentos antigos também carece de explicações, bem como transformadores inativos.

O conjunto da usina e das instalações da antiga termoelétrica (incluindo a alta chaminé), bem como as represas, câmara de carga, dutos, etc. constitui um “museu” potencialmente recuperável e que poderia ser completado por uma ação museológica competente, como era a ideia inicial dos demais museus da Fundação Energia e Saneamento (Salesópolis, Itu e Jundiaí).

1.10 Seleção de Fotos



Corumbataí. Entrada da usina-parque, casa para funcionários. Foto: G. Magalhães, 21/7/14



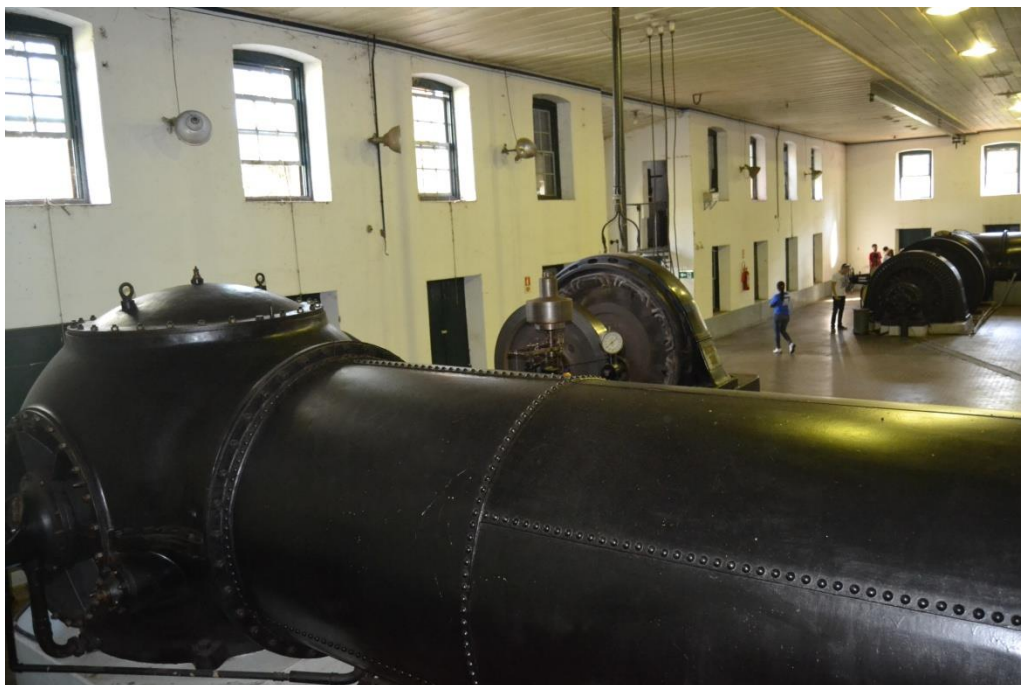
Corumbataí. Vista parcial da maquete (1:50) de geração, transmissão e distribuição elétrica. Foto: G. Magalhães, 21/7/14



Corumbataí. Entrada do museu-usina, ao fundo chaminé da termoeletrica. Foto: G.M., 21/7/14



Corumbataí. O Rio Corumbataí a jusante da represa. Foto: G. Magalhães, 21/7/14



Corumbataí. Sala de máquinas, com tubos de adução e turbo-geradores. Foto: G.M., 21/7/14



Corumbataí. Painel em mármore com instrumentos e comandos do início do séc. 20. Foto: G. Magalhães, 21/7/14



Corumbataí. Piscina abandonada da casa-sede do parque. Foto: G. Magalhães, 21/7/14



Corumbataí. Represa a montante no Rio Corumbataí e eclusas. Foto: G. Magalhães, 21/7/14

2. CAPÃO PRETO

2.1 Dados gerais

Localização

A usina está em plena zona rural, a mais de 20 km do centro de São Carlos. O acesso tem início no km 235 da SP-310 (Washington Luiz), ao lado da entrada principal da UFSCar, seguindo pela Estrada Municipal Guilherme Scatena, depois no km 38 desta continua pela Estrada Municipal que liga a Fazenda Canchim à Usina Açucareira Ipiranga. O trajeto é, em boa parte, em estrada de terra e é necessário atravessar uma porteira fechada a cadeado, cuja chave se encontrava na referida fazenda no momento da visita, causando demora para sua abertura.

Contato

Fomos recebidos em São Carlos pelo funcionário Clodoaldo, da CPFL, que nos guiou até a usina e as barragens, sendo bastante solícito.

2.2 Sistema hídrico da usina

O projeto hidrelétrico de Capão Preto é formado por dois sistemas hidráulicos independentes, com duas barragens cada um, formando um complexo de quatro barragens-reservatórios de acumulação. Um dos sistemas constitui-se pelas duas barragens-reservatórios denominadas 29 e Alegria, localizadas nos Ribeirões Coxim e dos Negros (bacia do Rio Tietê-Jacaré); as outras duas, Retiro e Barra, estão localizadas nos Ribeirões Itaúna e Quilombo (bacia do Rio Mogi-Guaçu). Os projetos da 29 e Retiro, situados mais a montante de cada sistema, operam como reguladores de vazões, pois suas águas suprem os volumes das respectivas barragens (Alegria e Barra) situadas a jusante, de onde são levadas por um canal de adução comum até a câmara de carga da usina hidrelétrica.

O Reservatório 29 tem suas encostas ocupadas por cultura de cítricos. Junto às margens, onde não mais existe vegetação de mata ciliar, ocorrem pequenas acumulações sedimentares, indicando processo de assoreamento inicial. A barragem é constituída por um maciço de terra compactada com 120 m de comprimento e altura máxima de 6 m. Incorpora um vertedouro de superfície, que opera como soleira livre, descarregando as águas em um canal de descarga. No lado esquerdo, junto ao vertedouro, foi construída uma escada para peixes. Todo o conjunto de descarga é montado em pedra argamassada e concreto, exibindo trincas e erosões no concreto de revestimento. Entre o vertedouro de superfície e a barragem de terra foi instalada uma tomada d'água, com descarga para um canal que deságua no Reservatório Alegria. Esse canal, em alvenaria de pedra argamassada, possui 2.500 m de comprimento.

O Reservatório Retiro tem as encostas ocupadas por vegetação secundária. As margens, em sedimentos arenosos, são muito utilizadas para lazer (pesca e barcos). A barragem é de terra compactada; tem comprimento total de 255 m e altura máxima de 7 m. O paramento de montante é revestido por enrocamento. Duas estruturas de descarga de fundo foram instaladas no maciço de terra compactado. As estruturas do vertedouro de superfície localizam-se na margem esquerda. Construídas em alvenaria de pedra e concreto, apresentam-se com muitas trincas e locais de erosão superficial. A descarga das águas é feita no Ribeirão Itaúna, de onde fluem até o Reservatório da Barra.

O Reservatório Alegria ainda preserva em suas encostas e margens muitas espécies de mata ciliar. Pequenos indícios de assoreamento foram notados nas proximidades das estruturas de barramento. A barragem foi construída em alvenaria de pedra; possui 55 m de comprimento, 5 m de altura máxima e nela foram integradas cinco comportas de fundo. O corpo da barragem apresenta muitos pontos de infiltrações e vazamentos, observáveis na parede a jusante, bem como na ombreira esquerda. As fundações estão em rochas basálticas. A estrutura de controle do canal de interligação foi implantada na ombreira direita, possuindo duas comportas. Esse canal foi construído em alvenaria de pedra argamassada e foi alteado com blocos de concreto; as fundações estão em solos de alteração de rochas basálticas. A vazão projetada é para 35 m³/s.

O Reservatório da Barra tem as encostas recobertas por vegetação rasteira de pastos, exibindo pequenas áreas recobertas com vegetação arbórea. A barragem foi construída em alvenaria de pedra e concreto e possui 160 m de comprimento e altura máxima de 6 m. Dois descarregadores de fundo foram implantados em sua porção central, ao lado esquerdo dos vertedouros de superfície que operam como soleira livre. O canal de interligação foi construído em alvenaria de pedra argamassada. A vazão projetada é para 50 m³/s.

Os dois canais de interligação (a partir dos Reservatórios Alegria e da Barra) juntam-se em uma estrutura de amortecimento anexa à câmara de carga. Essa estrutura hidráulica foi construída em alvenaria de pedra e possui três metros de altura. Dela parte a tubulação adutora, do tipo forçada, até a Casa de Força, vencendo o desnível de 73 m. Os dois condutos forçados, de aço, têm comprimento total de 175 m e diâmetro de 1,30 m. Os apoios, no trecho superior da encosta, estão em solos de alteração de rochas basálticas.

2.3 Usina

A Casa de Força foi construída em alvenaria de pedra, mas posteriormente revestida de argamassa. No nível superior há uma sala de reuniões (vazia), em que por ocasião da repotenciação foi raspada uma parte do revestimento para deixar evidente a alvenaria de pedra. A sala de máquinas abrigava três unidades geradoras, mas na repotenciação (2008) uma foi rebaixada e outra desativada. Todo o funcionamento é automatizado.

O controle hidrológico é realizado em todos os reservatórios, através de sensor elétrico que pode ser visualizado na sala de comando. O Reservatório da Barra possui um conjunto de réguas limnimétricas para verificação do nível d'água. Na câmara de carga, o controle é feito por réguas limnimétricas, uma bóia para indicação de máxima e mínima e um sensor de sinalização que é visualizado na sala de comando.

A subestação é externa à Casa de Força, de onde parte o seu comando. A tensão primária de 2,30 kV é elevada para 34,50 kV e interligada ao sistema de transmissão / distribuição em 34,50 kV / 11,95 kV local. A usina é automatizada.

2.4 História

São Carlos tornou-se importante centro agrícola e industrial de São Paulo já durante a segunda metade do século 19, quando foi ligada por ferrovia (1884). Seu desenvolvimento econômico a levou a ser pioneira na eletrificação brasileira (vide Usina Monjolinho). A Companhia Paulista de Eletricidade (CPE), frente à incapacidade da usina de Monjolinho de atender a demanda em São Carlos, resolveu em 1910 construir nova usina com a capacidade de 4600 HP, cujas instalações foram feitas em Capão Preto, entrando em funcionamento em 1911.

À nova usina afluíam dois grandes canais numa extensão total de 3,5 quilômetros, parte dos quais em cimento armado, trazendo de diferentes pontos as águas do Rio Quilombo, Ribeirão dos Negros, Ribeirão Figueira e Córrego Cajuru. Estas águas, aproveitadas numa queda de 79 metros, desciam da caixa de compensação para as turbinas em canos de extensão de cerca de 150 metros cada um, com 1,6 metros de diâmetro.

As turbinas eram em número de duas, de 2300 HP cada uma e ligadas a dois geradores, produzindo um total de 3600 kW, existindo ainda na casa das máquinas previsão para uma terceira unidade. A usina fornecia energia para São Carlos por meio de uma linha de postes de ferro, na qual estavam ligados dois cabos trifásicos e dois telefônicos. Da mesma usina saíam ainda duas linhas de energia para Descalvado, Analândia e cerca de 40 fazendas.

As turbinas de Capão Preto eram da Casa Amm Giesek & Henegen, de Braunschweig e o gerador elétrica da AEG de Berlim (de quem a CPE era representante no Brasil, com uma loja em São Paulo à Rua São Bento, 55). As obras, tanto civis quanto de eletricidade foram projetadas e executadas pela Companhia, sendo seu engenheiro Emilio Kuntgen.

O capital da Companhia era de 4.000 contos de réis, dos quais 3.100 empregados no serviço de iluminação pública e particular, força motriz, etc., e 900 contos nas instalações dos bondes elétricos de São Carlos (inaugurados em 1912). A CPE ocupava então cerca de 1200 HP em força motora para diferentes fins, contando elevar esse número para 2000 no decorrer de 1915. Um exemplo de aplicação da força motriz era a elevação da água para o

abastecimento da cidade, em cujo serviço ocupava duas bombas ligadas a dois motores elétricos de 75 HP cada um.

A iluminação da cidade era feita por mil lâmpadas de 50 velas além de mais 10 outras de 600 velas colocadas no largo da Sé, jardim etc. Os postes destinados a esse fim eram em número de 1.100, fabricados pela Mannesmann. Em 1916, São Carlos contava no total com 16.000 lâmpadas públicas e particulares.

A subestação dos bondes, instalada em São Carlos, constava de dois motores geradores de 750 HP cada um, sendo um de reserva. Na mesma subestação se achavam localizados os aparelhos para o serviço geral de força e luz, referente ao centro urbano de São Carlos e seu município, os quais recebiam a corrente da usina Capão Preto a 10.000 volts e a distribuía transformada a 6.000, 2.000, 200 e 120 Volts, conforme o fim a que era destinada. Existiam em Capão Preto quatro transformadores monofásicos de 1.200 kW cada um e quatro outros na subestação, sendo dois de 600 kW e dois de 275 kW. Pela cidade estavam distribuídos, também por meio de postes de ferro, cerca de 30 transformadores para diferentes fins.

Em 1973 a usina foi comprada pela CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz, tendo sido repotenciada em 2007 e hoje possui potência nominal total de 5,52 MW.

No momento da visita, a prolongada estiagem de 2013/14 era evidente pois a usina foi desligada um dia antes por falta de água.

2.5 Referências

- Amaral, Cristiano e Prado, Fernando (orgs.). *Pequenas Centrais Hidrelétricas no Estado de São Paulo*. São Paulo: Páginas & Letras, 2004
- Arquivo Público e Municipal de São Carlos. “Almanaque de São Carlos, período de 1894/1915” e “Almanaque-Álbum de São Carlos, de 1916/1917”

2.6 Arquivologia e documentação

Não foram encontrados documentos na usina, mas o Arquivo Municipal de São Carlos possui bastante documentação, parte da qual pudemos copiar.

2.7 Paisagem e meio ambiente

A usina possui quatro reservatórios, dos quais apenas a barragem Alegria é pequena, os demais são utilizados para lazer ou banham fazendas de grande porte, como na barragem da Barra. Pescadores deixam lixo nas represas, próximo às barragens. As águas nas vizinhanças da usina não apresentam evidências imediatas de poluição, embora o Rio Quilombo seja considerado bem sujo. As plantações em volta eram na maioria de cítricos, mas estão sendo substituídas por canaviais. As terras da usina estão em zona bastante rural,

com muitos capões de mata nativa (como paineiras). Na usina há diversas árvores frutíferas (jabuticabeiras, pitangueiras, etc.).

As entradas para a usina e as barragens saem de estrada vicinais bastante movimentadas, com treminhões que passam a grande velocidade.

2.8 Patrimônio industrial e potencial turístico-cultural

O município de São Carlos é polo universitário, científico e tecnológico de grande importância no contexto nacional, e tem se preocupado com sua história, principalmente com a influência urbanística associada aos bondes elétricos, cujos remanescentes constituem ponto de visitação turística, embora não tenha sido feita a vinculação à história da eletrificação. A usina, pela sua distância do centro urbano de São Carlos e pela dificuldade de acesso (porteira trancada) não apresenta facilidade para turismo, embora o patrimônio industrial centenário das suas máquinas e as instalações hídricas (barragens e canais de adução) sejam um testemunho importante do passado da engenharia. Restam ainda três casas que serviam a funcionários da usina, hoje fechadas.

2.9 Museologia

A usina de Capão Preto poderia ser associada com a usina Monjolinho em São Carlos, onde há uma proposta de musealização. Note-se também a existência no município do Museu TAM, único de grande porte relativo à história da aviação brasileira.

2.10 Seleção de Fotos



Capão Preto. A usina vista da câmara de carga. Foto: G. Magalhães, 22/7/14



Capão Preto. Usina, ao fundo tubulação de adução. Foto: G. Magalhães, 22/7/14



Capão Preto. Vista da sala de máquinas, turbina e gerador nº 2. Foto: G. Magalhães, 22/7/14



Capão Preto. Antigas casas de funcionários. Foto: G. Magalhães, 22/4/2014



Capão Preto. Junção dos canais das barragens 29 e Alegria (esq.), e Retiro e Alegria (dir.), para formar a câmara de carga. Foto: G. Magalhães, 22/7/14



Capão Preto. Represa de Retiro. Foto: G. Magalhães, 22/7/14



Capão Preto. Barragem de Alegria. Foto: Gildo Magalhães, 22/7/14

3. MONJOLINHO

3.1 Dados gerais

Localização

Monjolinho fica na área urbana de São Carlos, tendo seu acesso pela via marginal da cidade, e ao lado do *shopping Center Iguatemi*.

Contato

Fomos recebidos em São Carlos pelo funcionário Clodoaldo, da CPFL, que nos guiou até a usina e a barragens, sendo bastante solícito.

3.2 Sistema hídrico da usina

O Ribeirão Monjolinho pertence à bacia do Tietê/Jacaré. O reservatório da barragem Monjolinho tem volume reduzido, operando a fio d'água. Ele deixou de existir quando parte do barramento foi demolida em 1996, por ocasião de forte enchente em áreas urbanizadas de São Carlos. Recuperado em 2003, as águas acumuladas têm elevado nível de poluição, principalmente por componentes de efluentes domésticos, comprometendo o funcionamento das máquinas e outros instrumentos de descarga. A barragem, do tipo gravidade, tem fundações em rochas basálticas e foi construída em alvenaria de pedras e concreto. Com comprimento total de 30 m, tem altura máxima de 4 m. Possui um descarregador de fundo, regulado por comporta.

O vertedouro de superfície livre tem comprimento total de 12 m. Junto ao seu lado esquerdo, foi instalada a comporta para o canal de adução. O canal de adução tem comprimento total de 1.350 m e no final há uma câmara de carga, da qual parte a tubulação adutora. Esta, do tipo forçada, constitui-se de tubo de aço com o comprimento total de 219 m e diâmetro externo aproximado de 0,80 m. Seus apoios estão sobre solos de alteração de rochas basálticas.

3.3 Usina

A primeira Casa de Força (Monjolinho 1) foi construída em 1893, e hoje está transformada no que se pretendeu que fosse um museu. A nova Casa de Força (Monjolinho 2), edificada em alvenaria de pedra e tijolos, tem suas fundações em rochas basálticas de boas qualidades geoténicas. A usina hidrelétrica está semi-automatizada.

A subestação localiza-se na parte externa da Casa de Força e ao lado do conduto forçado. Apresenta-se com eficiente sistema de drenagem superficial e em bom estado de conservação. Nela, a tensão primária eleva-se de 2,30 para 11,95 kV, interligando-se à rede

de distribuição. Toda a operação realiza-se a partir do painel de comando no interior da Casa de Força.

3.4 História

A modernização urbana de São Carlos levou à construção de edifícios públicos, à melhoria da ligação rodoviária com Rio Claro e Araraquara, à implantação de um sistema de abastecimento de água e coleta de esgoto e de sistema de telefonia. Em 1890, a empresa Malfatti & Huggins foi contratada pela prefeitura de São Carlos para instalar a iluminação na cidade. No ano seguinte, formada a Companhia de Luz Elétrica de São Carlos, com um capital inicial de 80 contos de réis, esta contratou o engenheiro Richard Davids para a supervisão das obras, auxiliado pelos engenheiros James Corrish e Attilio Picchi. Na casa de força (Monjolinho 1), a água do Ribeirão Monjolinho, descendo em fio d'água acionava após uma queda vertical de 33 m e através de canal de adução com 250 m de extensão, duas turbinas e geradores monofásicos de 50 kVA, que funcionavam como principal e reserva, cada um capaz de acender 1250 lâmpadas de 8 velas cada. A inauguração foi em 1893, chegando a corrente elétrica em 220V, sendo reduzida a 110V em 28 transformadores.

O impacto da iluminação foi de tal monta que os bairros dela dotados eram parte da “cidade”, os demais eram os “subúrbios”. Em 1907 o empreendimento foi comprado pela CPE - Companhia Paulista de Eletricidade, do empresário Silvério Ignarra Sobrinho. Ignarra foi um dos pioneiros da eletricidade do interior paulista, controlando ou participando de empresas em cidades como Limeira, Piracicaba, Franca, Batatais, Bebedouro e Jaboticabal. Em dezembro de 1907 a concessão de Limeira foi vendida, tornando a operação de São Carlos a mais importante da Companhia Paulista de Eletricidade, que assumiria depois também a concessão do abastecimento de energia elétrica das cidades de Batatais, Itapira e Descalvado. A concessão de Batatais foi retomada pela Câmara Municipal da cidade em 1907, ao passo que a empresa que atuava em Itapira foi vendida na década de 1910 a outro pioneiro da energia elétrica em São Paulo, Albert J. Byington. Dessa maneira, a Companhia Paulista de Eletricidade passou a centrar suas operações nos municípios de São Carlos e Descalvado.

Nesse momento a usina de Monjolinho não correspondia ao desenvolvimento do centro a que servia. A CPE decidiu já em 1908 construir outra barragem mais alta, com desnível de 80 m, para alimentar uma nova casa de força (Monjolinho 2), equipada com duas máquinas trifásicas de 250 kVA cada (vide também o histórico da usina de Capão Preto, neste relatório). A nova usina foi inaugurada em 1912.

Em 1973 a CPE passou à propriedade da CPFL, então controlada pela Eletrobrás. O período de paralisação da usina hidrelétrica, por quatro anos (de 1974 a 1977), deveu-se ao rompimento da tubulação. Durante vários anos a seguir, a usina funcionou apenas nas horas de pico, sendo desativada em 1995. Quando a usina foi reinaugurada em 2002 contava com

controle semiautomatizado, funcionando continuamente, com capacidade de 600 kW. Monjolinho 2 funciona perfeitamente com as máquinas e o painel de instrumentos originais de 1912.

Devido à forte estiagem, a usina se encontrava parada no momento da visita.

3.5 Referências

- Amaral, Cristiano e Prado, Fernando (orgs.). *Pequenas Centrais Hidrelétricas no Estado de São Paulo*. São Paulo: Páginas & Letras, 2004
- CPFL. “Um século desenvolvendo o interior – 100 anos de Monjolinho”. São Carlos: 1993

3.6 Arquivologia e documentação

Na edificação em alvenaria ao lado de Monjolinho 1 foi encontrado um manual em alemão do regulador de turbina Voith, datado de 1905 e com a assinatura de Alois Partel, famoso funcionário da CPE. Há no Arquivo Municipal de São Carlos bastante documentação, parte da qual pudemos copiar.

3.7 Paisagem e meio ambiente

O Ribeirão Monjolinho continua sendo bastante poluído com esgoto doméstico e com forte mau-cheiro apesar da instalação de uma estação de tratamento de esgotos na cidade, com capacidade reduzida demais para o volume de esgoto despejado. Um grande conjunto de prédios com apartamentos populares da CDHU foi construído logo após a barragem, beirando a margem esquerda do ribeirão, tendo sofrido rachaduras devido ao terreno não ser firme.

A usina, embora atualmente em plena zona urbana, está circundada por uma bela área de mata nativa. Cachoeiras de grande beleza fazem parte da paisagem e seriam um atrativo turístico, mas trata-se de água poluída e a região é frequentada por consumidores de drogas devido ao seu isolamento.

3.8 Patrimônio industrial e potencial turístico-cultural

Valem as mesmas observações que para Capão Preto. Observe-se que a tentativa de criar um museu em Monjolinho 1 levou à construção de um caminho de acesso bem interessante e que poderia ser parte de um empreendimento de valorização do patrimônio industrial, além de constituir local de atração turística, desde que se despoluíssem as águas do ribeirão.

3.9 Museologia

No município há o Museu TAM, único de grande porte relativo à história da aviação brasileira. A usina de Monjolinho poderia ser associada com a usina de Capão Preto, ambas em São Carlos. Em 2002, quando Monjolinho 2 foi reinaugurada, a CPFL pretendeu lá instalar na casa de força de Monjolinho 1 um “museu da energia”, mas o empreendimento não foi adiante, pois não há visitação. No local há alguns instrumentos antigos, sem explicações, e uma série de equipamentos para demonstrar princípios e aplicações da eletricidade, tampouco sem explicações e fora de funcionamento. Ao contrário do inicialmente pretendido, não há em exibição documentos antigos. Durante a restauração da casa de força, foi encontrado um alçapão que levava ao canal de fuga da antiga usina.

3.10 Seleção de Fotos



Monjolinho. Vista da barragem; ao fundo prédios da CDHU. Foto: G. Magalhães, 22/7/14



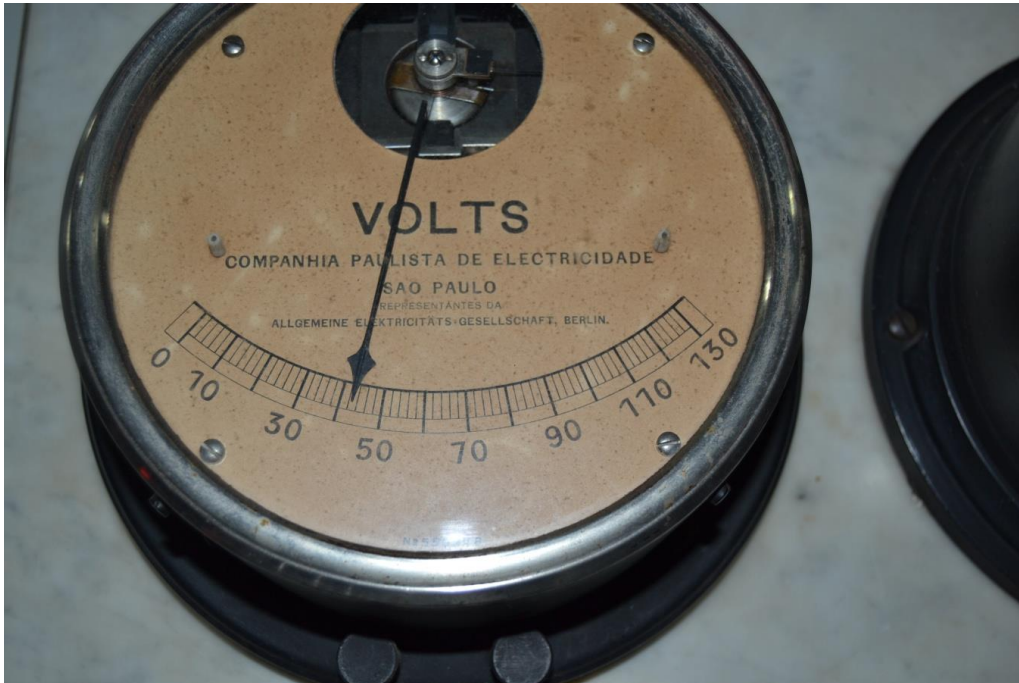
Monjolinho . Casa de força “nova” (1909) e subestação. Foto: G. Magalhães, 22/ 7/14



Monjolinho. Interior da casa de força, painel de controle original (1909) de mármore em uso; ao fundo, barramento de saída. Foto: G. Magalhães, 22/7/14



Monjolinho. Gerador 2, AEG (Alemanha). Foto: Gildo Magalhães, 22/7/14



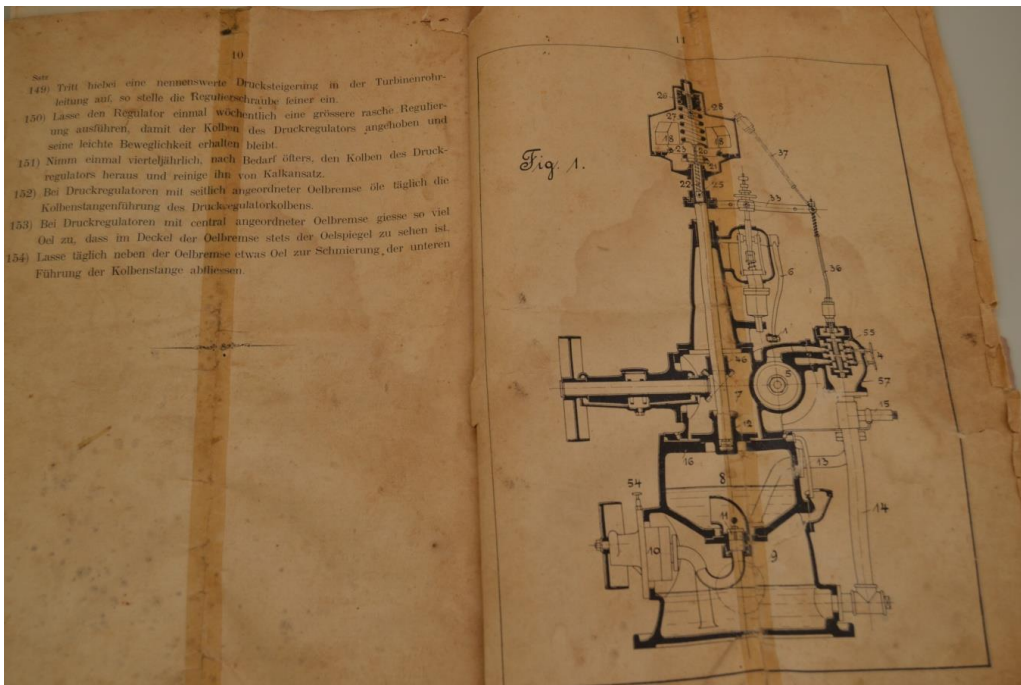
Monjolinho. Instrumento (voltímetro) em uso, marca AEG, comercializado pela CPE. Foto: G. Magalhães, 22/7/14



Monjolinho. Placa de turbina Voith (Alemanha). Foto: G. Magalhães, 22/7/14



Monjolinho. Queda d'água (esgoto) ao lado da usina. Foto: G. Magalhães, 22/7/14



Monjolinho. Manual do regulador da turbina Voith (1905). Foto: G. Magalhães, 22/2/14



Monjolinho. Casa de força “velha” (1893), hoje museu CPFL. Foto: G. Magalhães, 22/7/14



Monjolinho. Aparelhos didáticos (desativados) do museu CPFL. Foto: G. Magalhães, 22/7/14

4. LIA-MARMELOS

4.1 Dados gerais

Localização

O acesso da Mineração Correa é dificultado pela inexistência de sinalização. Fomos até a região da Água Minalba e depois pegamos uma estrada terra bastante acidentada, por 11 km, praticamente até a divisa com a cidade de Piranguçu (MG).

Contato

Fomos recebidos com muita cordialidade e eficiência por Ivan Camargo, assessor da Fundação Lia Maria Aguiar.

4.2 Sistema hídrico

As usinas de Marmelos 1,2 e 3 estão sendo informalmente designados pela atual Mineração Correa por Lia 1, 2 e 3, respectivamente. Neste relatório optou-se por designá-las Lia-Marmelos 1, 2 e 3. Apenas Lia-Marmelos 1 foi construída aproveitando o Ribeirão dos Marmelos, ao passo que Lia-Marmelos 2 e 3 aproveitam as águas do Rio Sapucaí-Guaçu. Lia-Marmelos 1 e 2 estão abandonadas.

Construído em área de preservação de matas nativas, as encostas e margens do reservatório da barragem Lia-Marmelos I têm matas ciliares, exposição de afloramentos de rochas graníticas, encostas íngremes e evidências de vários escorregamentos. As margens do reservatório exibem faixas de assoreamento. A barragem tem cerca de 15 m de extensão e 2 m de altura. Construída em concreto ciclópico e revestimento de argamassa nos paramentos a montante e a jusante, seu corpo apresenta cavitação e erosão que a levou a perder parte de seu material de construção. As fundações estão em rochas graníticas de boas qualidades geotécnicas. No lado esquerdo, junto à ombreira, foi instalada a estrutura de controle do canal de adução que incorporava um vertedouro de superfície de soleira livre (rompido) e uma comporta de madeira cintada (hoje inexistente), de acionamento manual, para regulagem do fluxo ao canal. O trecho superior do canal de adução tem 350 m de extensão e seção de 1,50 m x 1,50 m. Ele foi construído em concreto e recebeu com frequência solos de escorregamentos marginais, até um desbarrancamento fatal, pois a usina foi abandonada depois disto. Após esse trecho, a adução passava a ser feita em conduto de chapa de aço, rebitada, com diâmetro de 0,80 m, numa extensão de 200 m, até uma câmara de carga, que possui um conjunto de grade e comportas de acionamento manual. Dela, parte a tubulação adutora (30 m de extensão e diâmetro de 0,80 m) para alimentação da unidade geradora. A queda d'água era de 22 m.

As usinas hidrelétricas Lia-Marmelos 2 (abandonada) e Lia-Marmelos 3 possuem reservatório de acumulação comum. As encostas são rochosas, íngremes e com muita mata

nativa. A barragem, também comum aos dois empreendimentos hidrelétricos, tem comprimento de 20 m e altura máxima de 3 m. Construída em concreto, ela preenche espaços das reentrâncias graníticas das cachoeiras no local, que têm mais de 10 m de desnível. A parte superior da barragem é um vertedouro de superfície de soleira livre, em cujo paramento a jusante foi incorporado um rápido para as descargas das águas. Na parte central, existe um descarregador de fundo, inoperante. A queda d'água total é de 60 m.

4.3 Usina

A casa de força Lia-Marmelos 1, em alvenaria de tijolos, tem em suas imediações acúmulo de massa terrosa e vegetais trazidos pelos escorregamentos e está abandonada. Ela abriga uma unidade com turbina, o quadro de comando em mármore de Carrara e um transformador elevador. A usina funcionava como reforço para a terceira usina, até ser desativada. A segunda usina foi desativada quando se construiu a terceira, instalada num anexo da casa de força da segunda usina. A subestação era abrigada, com um transformador elevador de tensão para consumo nas atividades industriais da mineração. A eletricidade que não se destina às máquinas mineradoras é fornecida pela CEMIG.

Lia-Marmelos 1 tinha uma unidade com potência de 225 kW, Lia-Marmelos 2 possuía três unidades, cada uma com potência de 125 kW. Lia-Marmelos 3 possui uma unidade com 450 kW,.

4.4 História

As usinas foram construídas para operar os equipamentos industriais das jazidas de mármore do local. Inicialmente explorados por uma empresa carioca que se instalou em meados do século 20, mas que fechou em 1960 e foi vendida no final desta década para o empresário João Correa. A Mineração Correa funcionou até 2005, transformando o mármore em calcário e seixos ornamentais e deixando uma área ambientalmente devastada. A empresa foi comprada em 2008 pela Fundação Lia Maria Aguiar, que recuperou a mineradora em 2009. Essa instituição é dedicada a projetos sociais, tais como educação ambiental e artes no município de Campos do Jordão, e possui outra mineradora em Caldas (MG), além de produzir água mineral. A empresa pretende transformar o mármore em placas decorativas, tendo o projeto de uma nova PCH (Cachoeira do Diamante), que se pretende que comece a operar em 2015.

O conjunto das três usinas do local apresenta uma peculiaridade curiosa: todos os equipamentos foram comprados de segunda mão, de outras localidades (dos estados do RJ e MG), evidenciando uma sobre-vida notável e a existência de um mercado para equipamentos em desuso nas usinas originais, bem como uma grande desigualdade de fabricantes. Assim, em Lia-Marmelos 1 a turbina era SKF (Suécia) e o gerador ASEA (Suécia); segundo plaquetas no equipamento da SKF, a fabricação é de 1937. Em Lia-Marmelos 2 as turbinas eram da SKF (Suécia), da Escher Wyss (Suíça), os geradores eram

de fabricação Brush (Inglaterra), de 1910 e o quadro de comando da Ferranti (Inglaterra). Lia-Marmelos 3 possui turbina Witz e turbina Garber/Lahmeyer (Alemanha), de 1951. Na região não tem faltado água e esta usina estava em plena operação.

4.5 Referências

- Amaral, Cristiano e Prado, Fernando (orgs.). *Pequenas Centrais Hidrelétricas no Estado de São Paulo*. São Paulo: Páginas & Letras, 2004
- Fundação Lia Maria Aguiar. *Anuário 2013/2014*. Campos de Jordão, 2014.

4.6 Arquivologia e documentação

A documentação das 3 usinas faz parte dos arquivos da mineração e estão na sede da proprietária, Fundação Lia Maria Aguiar, à Av. Dr. Victor Godinho, 455, na Vila Capivari, em Campos do Jordão.

4.7 Paisagem e meio ambiente

Visando a implantação de uma nova e mais potente PCH (“Cachoeira do Diamante”) para a Mineração Correa, foram realizados estudos ambientais através de um levantamento florístico englobando também um plano piloto de inventário florestal na Área Diretamente Afetada (ADA) pelo empreendimento, definindo o estágio sucessional da vegetação. Também foi realizado um diagnóstico ambiental considerando a herpetofauna, avifauna e mastofauna na ADA da PCH e algumas áreas do entorno. Foram identificadas as espécies ameaçadas de extinção presentes no local além da proposição de medidas mitigatórias e compensatórias, tais como a educação ambiental.

O Ribeirão Marmelos é relativamente limpo, porém o Rio Sapucaí-Guaçu traz as águas poluídas por esgoto de Campos do Jordão.

4.8 Patrimônio industrial e potencial turístico-cultural

Toda a área da mineradora está em paisagem belíssima da Serra da Mantiqueira, com destaque para as cachoeiras de Lia-Marmelos 2 e 3, que serão aproveitadas também para a nova PCH. Os equipamentos usados são bastante ecléticos e são de fabricantes diferentes daqueles até agora encontrados nas expedições. A dificuldade de acesso, porém, torna difícil o aproveitamento do local em termos de visitação ao patrimônio industrial e potencial turístico.

As construções das casas de força não têm interesse arquitetônico. A da primeira usina está bastante mal conservada.

4.9 Museologia

O maquinário (turbinas e geradores) de Lia-Marmelos 1 e 2 estão abandonados e inoperantes. Um grande quadro de comando manual para a segunda usina está praticamente intacto e há ainda funcionário no local (Bira), que se lembra de como era operado. Esses equipamentos poderiam se constituir no núcleo de um museu tecnológico, ao qual se poderiam agregar equipamentos de mineração.

4.10 Seleção de Fotos



Lia-Marmelos I. Equipamentos abandonados na casa de força. Foto: G. Magalhães, 23/7/14



Lia-Marmelos I. Eclusa, barragem abandonada. Foto: G. Magalhães, 23/7/14



Lia-Marmelos. Casa de força 2 (à frente) e 3 (atrás, oculta). Foto: G. Magalhães, 23/7/14



Lia-Marmelos 2. Turbinas e geradores abandonados na casa de força. Foto: G. Magalhães, 23/7/14



Lia-Marmelos 3. Casa de força em operação. Foto: G. Magalhães, 23/7/14



Lia-Marmelos 3. Barragem. Foto: G. Magalhães, 23/7/14

5. ISABEL

5.1 Dados gerais

Localização

A usina fica no município paulista de Pindamonhangaba, no local denominado Cachoeira do Sacatrapo, no rio do mesmo nome (tributário do Paraíba do Sul). O acesso é por estrada municipal em direção à serra e início ao lado da ponte sobre o Rio Paraíba, na estrada SP-132 que liga a estrada para Campos de Jordão a Pindamonhangaba, a usina fica a 28 km do centro desta cidade. O reservatório tem acesso por estrada de terra ao lado da entrada para o Horto Florestal, no município de Campos de Jordão, no alto da Serra da Mantiqueira. Para chegar no portão do reservatório percorre-se 18 km de caminho precário e bastante acidentado, que é uma rota de peregrinação para Aparecida do Norte. Da entrada até o início da tubulação de adução segue-se uma trilha íngreme de aproximadamente 2 km.

Contato

Fomos recebidos em Campos de Jordão e Pindamonhangaba pelo eng^o Paulo Victor Branco Braun, da EMAE, que nos acompanhou com cortesia e atenção.

5.2 Sistema hídrico da usina

A hidrelétrica Isabel detém uma das maiores altura de queda d'água para geração elétrica. Possui dois reservatórios de acumulação, com duas barragens represando o Rio Sacatrapo no alto da serra, próximo a Campos do Jordão: uma superior em terra e outra inferior em concreto. As águas são conduzidas de um reservatório a outro através do próprio leito do ribeirão.

O reservatório inferior funciona como tanque de compensação do canal adutor, com volume de 4.000 m³. Sua barragem de concreto armado (de 1915) mede 35 m de extensão e 6,8 m de altura máxima. As fundações estão em rochas e solos de alteração de granitos. Seu vertedouro de superfície tem 8 m de extensão, possui um descarregador de fundo, com uma comporta de 1 m x 0,30 m, e na ombreira esquerda uma tomada d'água com válvula do tipo gaveta para controle do fluxo de água até o canal de adução. O reservatório alimenta a câmara de compensação através de um canal a céu aberto e que acompanha o contorno da montanha, com 800 m de extensão e largura média de 4 m, vencendo um desnível total de 40 m. Da câmara de compensação a água é transportada para o castelo d'água, onde se encontram as comportas que controlam a vazão para o duto forçado. Através do duto as águas chegam à casa de máquinas. Próximo às barragens e à câmara de compensação existem três abrigos de alvenaria de tijolos que eram utilizados pelos operadores e vigilantes, mas atualmente estão abandonados e depredados (foram roubados os fios de comunicação com a usina).

A barragem superior, construída em 1916, é do tipo aterro compactado, tem 91 m de extensão e altura máxima de 16 m. Suas fundações estão em rochas e solos de alteração de granitos, possui um vertedouro de superfície com 8,50 m de comprimento e uma comporta de fundo, desativada e substituída por um sifão. Funciona como reservatório de acumulação, com volume útil de 57.800 m³, numa bacia de 1,5 km². A barragem de terra, com cortina central de concreto, mede 91m de extensão e 16m de altura máxima.

O canal de adução foi construído em terra e rocha, com revestimento em concreto e possui uma mureta lateral de alvenaria de tijolos argamassada. Tem 1.400 m de comprimento e forma trapezoidal, com larguras médias de 0,50 m e 0,95 m. O traçado segue o contorno do relevo entre a barragem inferior e uma caixa de concreto onde, através de um tubo de queda, as águas são conduzidas 15 m abaixo, até a câmara de amortecimento. Ao longo do canal de adução, foram instalados diversos sangradouros para descarga da água em casos de eventuais entupimentos do canal. Após a passagem da água pelos poços de amortecimento e de decantação, a descarga é feita na câmara de compensação; posteriormente, as águas são conduzidas à câmara de carga, onde se encontra o mecanismo de controle de vazão para a tubulação adutora.

A tubulação adutora, do tipo forçada, é constituída por um conduto com diâmetros externos de 0,40 m e 0,50 m e comprimento de 2.414 m. Os apoios de alvenaria de pedra e concreto estão assentados em solos de alteração de rochas graníticas. Alguns trechos da tubulação estão recobertos por solos.

5.3 Usina

Com o represamento no alto da Serra da Mantiqueira, o desnível natural do reservatório até o jato da turbina é de 998 metros e a queda utilizada entre o tanque de compensação e o jato da turbina é de 931 metros. Na Casa de Força, as unidades geradoras encontram-se em excelente estado de conservação, chamando a atenção por sua limpeza e pelo brilho de seus instrumentos. O canal de fuga inicia-se nos porões da Casa de Força, e tem 39 m de extensão, 1,20 m de largura e 2,60 m de altura. A subestação localiza-se ao lado da Casa de Força, com quatro transformadores elevadores de tensão.

A casa de máquinas está situada num patamar; uma pequena ponte de madeira interliga o patamar à vila residencial. O edifício da casa de máquinas, em alvenaria de tijolos, possui planta retangular (13m x 32m) formando dois corpos interiores: um maior de pavimento único e um menor de dois pavimentos, com mezanino. O corpo maior possui pé direito alto, amplas janelas e abriga o maquinário, a ponte rolante e o painel de controle original que se destaca no interior do edifício. Esse painel, montado em placas de mármore no centro do mezanino da sala de máquinas é acessado por duas escadas laterais simétricas, que dão acesso ao segundo pavimento. Na parte inferior as escadas formam um nicho, tendo ao

centro um compartimento para chaves auxiliares. No corpo menor o pavimento inferior abriga em três compartimentos disjuntores, chaves e baterias; o pavimento superior abriga o novo painel de controle, o escritório, o rádio e equipamentos auxiliares. As janelas e portas externas possuem verga reta e caixilharia em madeira. Externamente as molduras decorativas em argamassa sugerem vergas em arco abatido. O telhado de duas águas em cada corpo possui telhas francesas. Os dois corpos possuem a mesma modulação, dando unidade ao edifício.

O maquinário da usina atende às características de queda elevada e pequeno volume de água: duas turbinas Pelton, fabricadas pela J.M. Voith, de 2.200 HP cada, acopladas a geradores Siemens-Schuckert, de 1.650 kVA e 60 Hz (nominal de 50 Hz). A excitatriz é Siemens-Schuckert, com 15 kw de potência nominal, operando a 720 rpm. Para a manutenção e instalação dos equipamentos dispõe a usina de uma ponte de 10 toneladas.

5.4 História

A história da usina começa em julho de 1910 quando a Câmara Municipal de Lorena autorizou José Cândido de Souza a "produzir energia elétrica usando a força hidráulica do rio Paraíba" e a fornecê-la à cidade sob a forma de força, luz e calor. O mercado de energia elétrica se ampliou e, em junho de 1911, capitalistas liderados por Ataliba Valle organizaram em São Paulo a "Empresa de Eletricidade São Paulo e Rio". Imediatamente a empresa passou a construir uma usina no rio Sacatrapo, em propriedade comprada em novembro do mesmo ano do coronel Costa Bueno. Os 20 alqueires adquiridos são desmembrados da Fazenda Ribeirão Grande, localizada na serra da Mantiqueira, na Freguesia de Nossa Senhora do Bom Sucesso de Pindamonhangaba.

De posse da concessão em Lorena, arrematada de José Cândido de Souza, a Empresa São Paulo e Rio assina em 1912 contratos de fornecimento de energia elétrica com as câmaras municipais de Taubaté e Tremembé, garantindo, assim, mercado para os 2.640 kW que a usina produz a partir de sua inauguração em 1915. Até então a energia consumida nessas cidades era fornecida por pequenas usinas termelétricas e um gasômetro.

Em 1927 a empresa, Brazilian Traction Light and Power Co., *holding* do grupo Light, adquiriu o controle acionário da Empresa de Eletricidade São Paulo e Rio e Isabel passou a ser administrada segundo os interesses do grupo canadense. Em 1929 foi ligada em paralelo às usinas Sodrê, que alimentava Guaratinguetá e Aparecida, e à Usina Bocaina, que alimentava Cachoeira Paulista e Cruzeiro; completou-se a interligação com o sistema de usinas da Light, através da subestação de Pindamonhangaba. Para se adequar a esse sistema sua frequência de geração foi alterada de 50 para 60 Hz, o que acarretou algumas adaptações em suas máquinas, por exemplo, a mudança de rotação do eixo das turbinas e geradores de 600 para 720 rpm.

A Light promoveu na década de 1940 uma série de estudos, visando melhorar e ampliar a capacidade de geração de suas usinas e daquelas operadas pelas "companhias aliadas". As prospecções para ampliação da usina Isabel são iniciadas em 1947, mas o reduzido volume de água da bacia hidrográfica inviabilizou economicamente o projeto e se optou por manter inalteradas a represa superior, a capacidade e as demais características da usina.

Em 1967 o governo federal autorizou a Light a incorporar todas as companhias de eletricidade que a empresa mantém sob seu controle. Consequentemente o patrimônio e as concessões da Companhia de Eletricidade São Paulo e Rio, sucessora, entre outras, da Empresa de Eletricidade São Paulo e Rio, são transferidos à Light – Serviços de Eletricidade S.A. Nesse momento as usinas Isabel, Sodré, Bocaina, Salesópolis, Porto Goes e outras tornam-se efetivamente propriedade da companhia canadense.

Em 1971 relatórios internos apontaram as pequenas usinas herdadas das companhias aliadas, inclusive Isabel, como responsáveis por apenas 0,1% da energia distribuída pela Light, um argumento forte para a gradual desativação dessas unidades. Enquanto se discutia na empresa a conveniência em mantê-las ou desativá-las, problemas técnicos provocaram a paralisação em 1974 de uma das máquinas da Usina Isabel. A desativação completa ocorreu em 1979 com o desligamento da segunda máquina.

A Light, já sob controle federal, iniciou em 1980 o desenvolvimento de um projeto de recuperação e ampliação de Isabel segundo orientação da Eletrobrás para aproveitamento de pequenas centrais elétricas. Em 1981 a Eletropaulo assumiu o patrimônio da Light no Estado de São Paulo e em 1982 deu início às obras de recuperação da sua usina em Pindamonhangaba, tendo sido mantidas todas as características originais. Constaram das obras, além da recuperação dos equipamentos e dispositivos eletromecânicos, a recuperação da casa de máquinas e das residências da vila, a demolição de construções condenadas e a construção de abrigos junto às barragens e à tubulação. Em 1986 a Usina Isabel foi reintegrada ao sistema de geração da Eletropaulo, acrescentando uma carga de cerca de 3.300 kW, a um custo relativamente baixo quando comparado com o da construção de uma nova usina.

Um detalhe curioso é que, devido ao desnível de praticamente mil metros entre os reservatórios e a usina a impraticabilidade de acesso rodoviário entre estes, o transporte de materiais e a circulação dos trabalhadores foi tradicionalmente feita em lombo de mula através de um caminho em zigue-zague com cerca de 5 km que liga o castelo d'água no alto da serra à casa de máquinas. As mulas foram usadas até 2004, quando problemas de recalque e vazamento na tubulação de adução levaram ao desligamento das máquinas. Por motivos políticos, os equipamentos de geração têm sido mantidos em ótimo estado, permitindo que a usina tenha sido ligada por curtíssimos períodos, mas a situação dela deve

ser classificada como inoperante. Do ponto de vista técnico, suas máquinas estão em condições de perfeito funcionamento e, se valer a pena a recuperação da tubulação, a usina ainda estaria apta a fornecer a energia elétrica que começou a produzir em 1915, pois não tem faltado água na região do alto da Mantiqueira.

5.5 Referências

- Amaral, Cristiano e Prado, Fernando (orgs.). *Pequenas Centrais Hidrelétricas no Estado de São Paulo*. São Paulo: Páginas & Letras, 2004
- Eletropaulo. “A restauração de Izabel”, *Boletim Histórico* nº 6, 1986
- Diniz, Renato e Ferrari, Sueli. “Usina Izabel. A energia que vem do Ribeirão Sacatrapo”. *Memória. Eletropaulo*, nº 15, 1992

5.6 Arquivologia e documentação

A documentação da usina está no Arquivo da Fundação Energia e Saneamento de São Paulo. No entanto, há um armário numa das casas da vila residencial onde estão livros de visitas na usina (vimos das décadas de 1980 a 2000), além de livros antigos com registro de ponto dos funcionários (aproximadamente da década de 1920 à de 1980); o estado desse material é bastante precário.

5.7 Paisagem e meio ambiente

A usina está localizada no sopé da serra da Mantiqueira, região de bastante beleza e acidentada, onde a série de montanhas de perfil arredondado forma uma paisagem de variadas composições de planos e cores. A mata densa e o desenho das montanhas compõem um ambiente ainda dominado pela natureza, e em que a interferência humana foi relativamente pequena. A trilha aberta na mata densa acompanha a tubulação adutora num terreno de declividade acentuada. Em alguns pontos da caminhada ao longo dessa trilha é possível se ter uma vista panorâmica da cidade de Pindamonhangaba e do vale do Paraíba. No topo da montanha, em dias claros se avista bem a Serra do Mar e o próprio mar.

A usina construída há praticamente um século tem tido um papel na conservação do meio ambiente onde foi instalada. A operação de suas estruturas hidráulicas pressupõe que se mantenha a vegetação que protege suas represas, canais de adução, tanques e tubulação.

5.8 Patrimônio industrial e potencial turístico-cultural

Na parte referente à arquitetura, na última restauração as casas da vila residencial e suas respectivas áreas envoltórias foram delimitadas com cercadura. O edifício que abriga os equipamentos de geração também passou por trabalhos de restauração. Nesses trabalhos, procurou-se manter as características arquitetônicas originais. Os edifícios que compõem a

vila residencial e a casa de força não têm vínculos estilísticos com nenhuma corrente arquitetônica. São prédios de alvenaria de tijolo, construídos entre 1911 e 1915, com ornamentação simples, característica da mão-de-obra de mestres empreiteiros. A vila residencial tem sete residências unifamiliares distribuídas ao longo da via de circulação interna, numa estreita faixa de terra. Os desníveis são tão acentuados que as casas ficam escondidas em meio à vegetação. Pintadas em bege com frisos nos frontões e arremates nas portas e janelas em marrom, as casas possuem uma unidade no conjunto. Aquelas próximas ao Sacatrapo mantêm com este uma profunda relação: o limite dos quintais é dado pelas águas e as pedras de seu leito avançam pelo terreno formando, em alguns casos, o sólido alicerce das construções.

Os edifícios de apoio (cinco alojamentos junto às barragens e à tubulação) estão abandonados; há ainda depósito de materiais, depósito de óleo, oficina; a sala de treinamento e recreação está inoperante; a baia para duas mulas próxima à casa de máquinas se transformou em depósito.

O maquinário e a instrumentação na casa de força são um magnífico exemplo de conservação (e possível operação) da tecnologia do início do século 20.

5.9 Museologia

Isabel integra um contexto que abrange outras usinas da Light/Eletropaulo, nomeadamente Sodré e Bocaina, que representariam, se totalmente restauradas, além de fontes adicionais de energia elétrica, museus vivos de tecnologia em uma região que só atingiu o atual nível de industrialização e desenvolvimento tecnológico e agropecuário graças à implantação dessas usinas pioneiras.

5.10 Seleção de Fotos



Isabel. Fachada da usina e transformador da subestação. Foto: G. Magalhães, 24/7/14



Isabel. Vista da sala de máquinas da casa de força. Foto: G. Magalhães, 24/7/14



Isabel. Brilhante medidor Voith (Alemanha) de pressão de turbina. Foto: G. Magalhães, 24/7/14



Isabel. Mezanino da sala de máquinas, com painel de instrumentos. Foto: G. Magalhães, 24/7/14



Isabel. Detalhe do painel de controle em mármore com instrumentação. Foto: G. M., 24/7/14



Isabel. Detalhe do painel, chave de acionamento. Foto: Gildo Magalhães, 24/7/14



Isabel. Vista da usina e oficinas no início da trilha da tubulação. Foto: G. Magalhães, 24/7/14



Isabel. Baias das mulas para transporte de material até o alto da serra. Foto: G. Magalhães,
24/7/14



Isabel. Vista do lago do Sacatrapo na barragem superior. Foto: G. Magalhães, 24/7/14



Isabel. Barragem inferior, comporta e canal de adução (seco). Foto: G. Magalhães, 24/7/14