

PROJETO FAPESP 2012/51424-2 (Eletromemória 2)

RELATÓRIO TÉCNICO 1ª EXPEDIÇÃO

USINAS DA REGIÃO DA SERRA DO MAR

Período: 5/7/2013 (“Henry Borden” externa e subterrânea, em Cubatão), 6/7/2013 (“Salesópolis”, em Salesópolis), 7/7/2013 (“Itatinga”, em Bertioga)

Participantes

1. Ana Luísa Howard
2. Denis Freitas (Salesópolis)
3. Edson Alves Filho (Henry Borden)
4. Giorgia Limnios (Itatinga)
5. Gildo Magalhães
6. Marcia Pazin (Henry Borden)
7. Marília Xavier Cury
8. Mirian Midori (Salesópolis)
9. Patrícia Gazoni
10. Renato Diniz
11. Sueli Furlan (Henry Borden e Itatinga)
12. Telma Carvalho (Salesópolis e Itatinga)

1) HENRY BORDEN

1.1 DADOS GERAIS

Localização

A barragem do Rio das Pedras se alcança por um portão na Estrada Velha de Santos, após passar pelo portal do Parque Caminhos do Mar. A barragem auxiliar tem acesso pelo km 34 da Via Anchieta. A casa de válvulas e o funicular ficam próximos do portão da barragem do Rio das Pedras. A usina se localiza em Cubatão, na Av. Bernardo Geisel Filho, 1451 e para ir lá parte-se do cruzamento da Rodovia Cônego Domenico Rangoni com a Via Anchieta em direção à serra.

Contato

Fomos recebidos e acompanhados na visita pelo engenheiro da EMAE, Antonio Roberto Hohmuth, que nos atendeu com boa vontade.

Funcionamento

O complexo Henry Borden, localizado no sopé da Serra do Mar, em Cubatão, é composto por duas usinas de alta queda (720 m), denominadas de externa e subterrânea, com 14 grupos de geradores acionados por turbinas Pelton, perfazendo uma capacidade instalada de 889 MW, para uma vazão de 157 m³/s. Desta forma, a Usina é, mesmo para os padrões atuais, de porte grande. O reservatório de acumulação do Rio das Pedras é parte da Represa Billings e se encontra no alto da Serra, no município de São Bernardo do Campo, integrando-se através da Billings ao Rio Pinheiros em São Paulo, no bairro de Pedreira.

Desde outubro de 1992, a operação desse sistema vem atendendo às condições estabelecidas na Resolução Conjunta SMA/SES 03/92, de 04/10/92, atualizada pela Resolução SMA-SSE-02, de 19/02/2010, que só permite o bombeamento das águas do Rio Pinheiros para o Reservatório Billings para controle de cheias, reduzindo em 75% aproximadamente a energia produzida em Henry Borden.

Usina Externa

A mais antiga das usinas possui oito condutos forçados externos e uma casa de força convencional. A primeira unidade foi inaugurada em 1926, as demais instaladas nas décadas de 1930 a 1950, num total de oito grupo geradores, com capacidade instalada normal de 466 MW. Todos os geradores são GE, sendo a unidade 1 com potência de 40 MW (turbinas suíças da Charmilles), unidade 2 com 35 MW (turbinas Charmilles), unidade 3 com 65 MW (turbinas alemãs Voith), unidade 4 com 65 MW (turbinas americanas Allis-Chalmers), unidade 5 com 65 MW (turbinas Voith), unidade 6 com 66 MW (turbinas Allis-Chalmers), unidade 7 com 65 MW (turbinas Voith) e unidade 8 com 65 MW (turbinas Charmilles).

Cada gerador é movido por duas turbinas tipo Pelton, acionadas pelas águas conduzidas do Reservatório do Rio das Pedras que atingem a vizinha Casa de Válvulas onde, após passarem por duas válvulas borboletas através de condutos forçados, descem a encosta atingindo as suas respectivas turbinas e geradores em Cubatão, perfazendo uma distância de aproximadamente 1.500 m.

Usina Subterrânea

A usina subterrânea, próxima à usina externa em Cubatão, é composta de seis grupos geradores, instalados no interior do maciço rochoso da Serra do Mar, em uma caverna de 120 m de comprimento, 21 m de largura e 39 m de altura, cuja capacidade instalada é de 420MW. O primeiro grupo gerador entrou em operação em 1956 e o último em 1961. Cada gerador é movido por uma turbina Pelton acionada por quatro jatos d'água, a partir do mesmo desnível da usina externa.

Cada gerador fornece 63, 75 MW de potência normal (não máxima). A unidade 1 é de 1956, com gerador GE e turbina canadense Dominion, a unidade 2 foi fabricada em 1955, com gerador GE e turbina Dominion, as unidades 3 e 4 são de 1955, com gerador

GE e turbina Dominion, as unidade 5 e 6 são de 1958, com gerador Westinghouse e turbina Charmilles.

Fonte:

Escames, Edson Fernando. *Usina Parque: Aproveitamento e Valorização do Patrimônio Energético, Ambiental e Histórico da Usina Hidrelétrica Henry Borden*.

Dissertação de mestrado, UFABC, 2011

Outras referências:

www.emaec.com.br

http://www.energiaesaneamento.org.br/media/26397/a_usinahenrybordenprojetoserra.pdf

<http://www.emaec.com.br/emaec/conteudo.php?id=Historico>

1.2 HISTÓRIA

A Usina Henry Borden foi construída para permitir a expansão da Light, necessária para contornar a crise de fornecimento de eletricidade na década de 1920, dada a grande estiagem que houve e em meio à grande expansão industrial, comercial e demográfica da cidade de São Paulo. Nesta época foi a maior hidroelétrica do mundo, uma obra de engenharia notável, e sua existência foi vital para a industrialização – para as plantas químicas, siderúrgicas e metalúrgicas no ABC e a indústria em geral no município de São Paulo, a partir da década de 1930, bem como durante o surto de industrialização representado pela instalação da indústria automobilística ao lado da Via Anchieta, a partir da década de 1950 e o polo petroquímico/siderúrgico de Cubatão.

A canalização e reversão do Rio Pinheiros para efeito de geração elétrica, bem como a ocupação irregular e urbanização precária às margens da Billings, além de problemas de despejo de esgotos nesta represa, e a construção da Represa de Guarapiranga com interligação também com o Rio Pinheiros por meio de canal, foram durante décadas objeto de inúmeros debates acalorados, reflexos da degradação ambiental na cidade de São Paulo ao longo dos Rios Pinheiros e Tietê, e que culminaram com a legislação citada atrás.

Outro fator histórico importante foi a compra da antiga proprietária, a Light, pelo governo federal em 1979 e sua transferência para o governo de São Paulo em 1981, que incorporou na nova empresa estadual, a Eletropaulo, a usina e as concessões de uso das margens nas represas Billings e Guarapiranga, e as usinas elevatórias de Pedreira e Traição no Rio Pinheiros. Com a privatização parcial da eletrificação paulista, foi criada em 1997 uma nova empresa, EMAE, ainda estadual, que o governo procurou também privatizar, sem sucesso até hoje. A Henry Borden, assim como o complexo das represas Billings e Guarapiranga, dos rios Pinheiros e do Tietê, desde a sua confluência com o Pinheiros e até a Usina Edgard de Souza, são atualmente operados pela EMAE, cuja sede fica no bairro de Pedreira, em São Paulo, ao lado da sede da CESP.

Em termos de possibilidade de pesquisa histórica, a Fundação Energia e Saneamento possui em seu acervo a documentação da Light/Eletropaulo desde 1899 até 1997, que

inclui a Usina Henry Borden com fotos, mapas, notícias da imprensa, etc. A partir de 1998 não se conhece a existência e a guarda de registros de interesse histórico da Henry Borden que, se houver, estarão com a EMAE em sua sede em São Paulo.

Em especial, são referências bibliográficas:

- “O dia em que a Usina de Cubatão foi bombardeada”, *Boletim Histórico Eletropaulo* nº 10
- Marta de Toledo Dias, “Cubatão, a saga da Serra”. *Memória Eletropaulo*. Ano II, nº 5, 1989
- Renato Diniz e Sueli Ferrari, “Henry Borden”. *Memória Eletropaulo*. Ano VI, nº 20, 1994
- Renato Diniz e Sueli Ferrari, “Barragem Edgard de Souza”. *Memória Eletropaulo*, nº 22, 1995
- Odette Carvalho de Lima Seabra, *Os meandros dos rios nos meandros do poder: Tietê e Pinheiros. Valorização dos rios e das várzeas na cidade de São Paulo*. Tese, FFLCH/USP, 1987.

Recebemos da Fundação Energia e Saneamento o DVD “Usina de Memórias”, referente a um projeto em andamento de História Oral com a EMAE, contendo trechos de 50 entrevistas de trabalhadores da Usina Henry Borden, bem como outras informações sobre a mesma.

Ficamos ainda de verificar se a Fundação Energia e Saneamento poderia nos fornecer arquivo digital com o conteúdo (fotos e textos) da exposição feita para comemorar a história da Usina Henry Borden, atualmente em exibição no seu centro de visitação.

1.3 ARQUIVOLOGIA E DOCUMENTAÇÃO

Os arquivos referentes à Henry Borden que estão na Fundação Energia e Saneamento se complementam com o arquivo que a EMAE mantém em sua sede em Pedreira. Obtivemos uma oferta para conhecer essas instalações e materiais, o que poderá ser feito durante o segundo semestre de 2013.

Por outro lado, após nossa insistência para conhecer o que pudesse haver de documentação de valor histórico na usina, a que se respondeu da forma tradicional (de que não havia mais nada ali), descobrimos na sala do supervisor do despacho de carga (ao lado da sala de controle da usina) que na sua escrivaninha se guardam livros com antigos registros de operação, como do primeiro ano de operação (1926) e do ano de 1932, quando a usina foi bombardeada pelas forças federais durante a Revolução Constitucionalista. Também ao lado desta sala se encontram duas outras que servem de arquivo morto, com documentos operacionais antigos diversos, em estado de desordem, com muita poeira e sem controle de temperatura/umidade. Os técnicos, questionados,

afirmaram que já tentaram, mas não conseguiram pessoas para catalogar e organizar o acervo, e dele cuidar.

Foi ainda devido à nossa insistência que descobrimos num galpão que abriga um almoxarifado de peças uma série de mapotecas de aço contendo desenhos técnicos antigos, alguns com legenda em inglês. Não há catalogação nem controle desses documentos.

1.4 PAISAGEM E MEIO-AMBIENTE

Considerações sobre os formulários usados e dados gerados por eles

Informações de geografia física de interesse

Área inundada (Billings)

Operação de 3 balsas na Billings; dados de percurso e quantidade de pessoas/veículos transportados

Represas e rios (conjunto da Billings e Guarapiranga e seus formadores, rios Pinheiros e Tietê), canal de saída da usina

Aspectos de flora e fauna nos reservatórios, rios e usina.

A paisagem da usina, das represas e barragens elevatórias do Pinheiros e seus entornos

Questões urbanísticas e ambientais

Demografia

Impactos associados na industrialização e na economia em geral

As malhas de transporte associadas: navegação fluvial, rodovias, ferrovias.

Cartografia

1.5 PATRIMÔNIO INDUSTRIAL

As turbinas e geradores originais das décadas de 1920 a 1950 estão operacionais. Houve modernização dos quadros de comando, que passaram de analógicos para digitais, de diversos medidores, relés, disjuntores e transformadores. Não há quadros com descrição dos equipamentos e de seu encadeamento funcional, do ponto de vista da história da ciência e tecnologia.

O funicular para transporte de funcionários e materiais entre a casa de válvulas e a usina externa é também da época da construção, seguindo um caminho na encosta da serra paralelo aos dutos de água que alimentam as turbinas, e se encontra em funcionamento.

A descida segue por inclinações bastante íngremes (até 40°) e permite apreciar os meandros da Baixada Santista, as cidades de Santos, São Vicente e Praia Grande, além do polo industrial de Cubatão.

Na barragem reguladora auxiliar, bem como na barragem de Rio das Pedras, no alto da serra, há pequenas edificações de valor arquitetônico e histórico, infelizmente sem cuidados de preservação. Em especial, fica evidente o grande abandono e deterioração da “Casa de Visitas do Alto da Serra”, em posição privilegiada pela vista em meio à mata atlântica (próximo à barragem de Rio das Pedras). Esta casa foi palco de muitos eventos sociais da Light e Eletropaulo – lá se hospedou antigamente o famoso escritor britânico Rudyard Kipling.

A arquitetura da casa de força (usina externa) e do edifício administrativo em Cubatão ainda é a original e se encontra bem conservada. Do lado externo da usina, mas ainda dentro da propriedade da EMAE se encontra a vila residencial, cujas casas também são da época da construção da usina. São casas de diversos padrões, antigamente ocupadas por engenheiros, administradores e pessoal técnico, edificadas em alvenaria com estilo reminescente do britânico/canadense para essa função. Há bastante deterioração por falta de conservação e há casas já totalmente abandonadas. O transporte coletivo para Cubatão e Santos atende a vila.

1.6 MUSEOLOGIA E POTENCIAL TURÍSTICO-CULTURAL

Além de se constituir em “museu vivo”, devido a equipamentos operando há quase 90 anos, a Usina tem no prédio de visitação uma exposição fotográfica, montada pela Fundação Energia e Saneamento, contando a história de sua construção e de atividades sociais no período da Light. Não há material impresso correspondente. Neste mesmo prédio há um modelo em escala reduzida de uma turbina Pelton, que demonstra bem sua funcionalidade, além de um modelo de gerador elétrico acoplado e alguns bicos feitos de materiais diversos para injeção de água nas turbinas. Não houve a preocupação de montar uma exposição com outros objetos da cultura material da usina, que certamente poderiam constituir um pequeno museu.

A EMAE instituiu em 2004 o Projeto Ecoturismo Caminhos do Mar, que foi administrado pela Fundação Energia e Saneamento. Destinado a caminhadas pela Estrada Velha de Santos, passa pelo mata atlântica, de grande beleza natural, e por vários marcos históricos, como a Calçada do Lorena, Pouso de Paranapiacaba, Rancho da Maioridade, Cruzeiro Quinhentista, de onde se descortina a vista da Baixada Santista. Atualmente o projeto está desativado e sem perspectiva clara de retomada - nem havia controle de entrada quando passamos pelo portal do Parque Estadual da Serra do Mar.

Naturalmente, as próprias construções referentes às barragens, à usina e vila residencial constituem um trajeto com potencial turístico. A EMAE também planejava usar o

funicular para essa finalidade, mas o vagão é aberto e precisaria de adaptações para segurança dos passageiros.

Pela proximidade com Santos e São Vicente, que já dispõem de equipamentos voltados para a cultura e o turismo, com instituições como o Museu do Café, Museu da Pesca e outros, é cabível cogitar uma integração da usina com outros circuitos culturais. Por outro lado, do ponto de vista da história da tecnologia, a usina se encontra próxima ao polo industrial de Cubatão, que inclui indústrias pioneiras para a modernização da economia paulista, como a COSIPA e outras plantas, que dependeram da existência de energia elétrica para funcionarem – o que pode sugerir um outro tipo de circuito cultural.

1.7 SELEÇÃO DE FOTOS



Billings: vertedouro da barragem auxiliar de Rio das Pedras. Autor: Gildo, 3/7/13



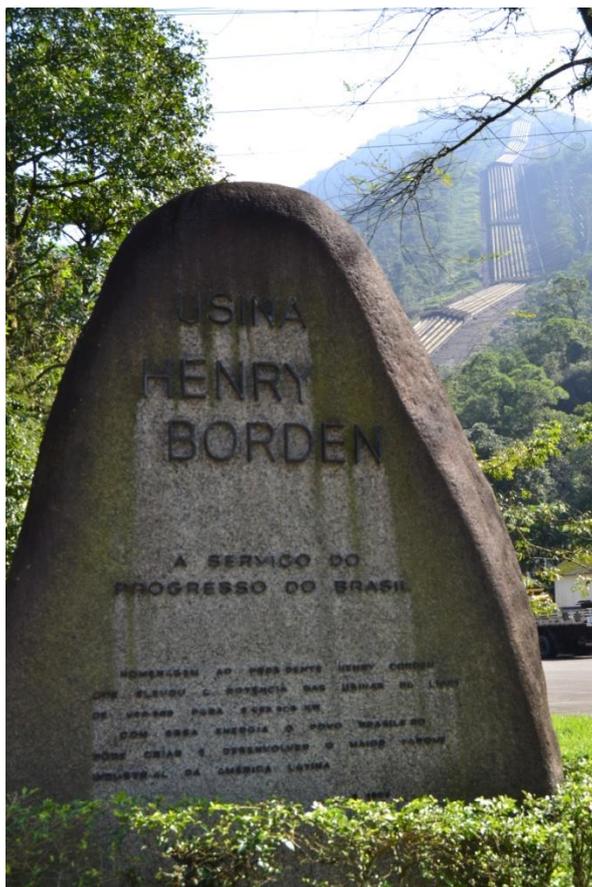
Billings: vertedouro e barragem de Rio das Pedras. Autor: Gildo, 3/7/13



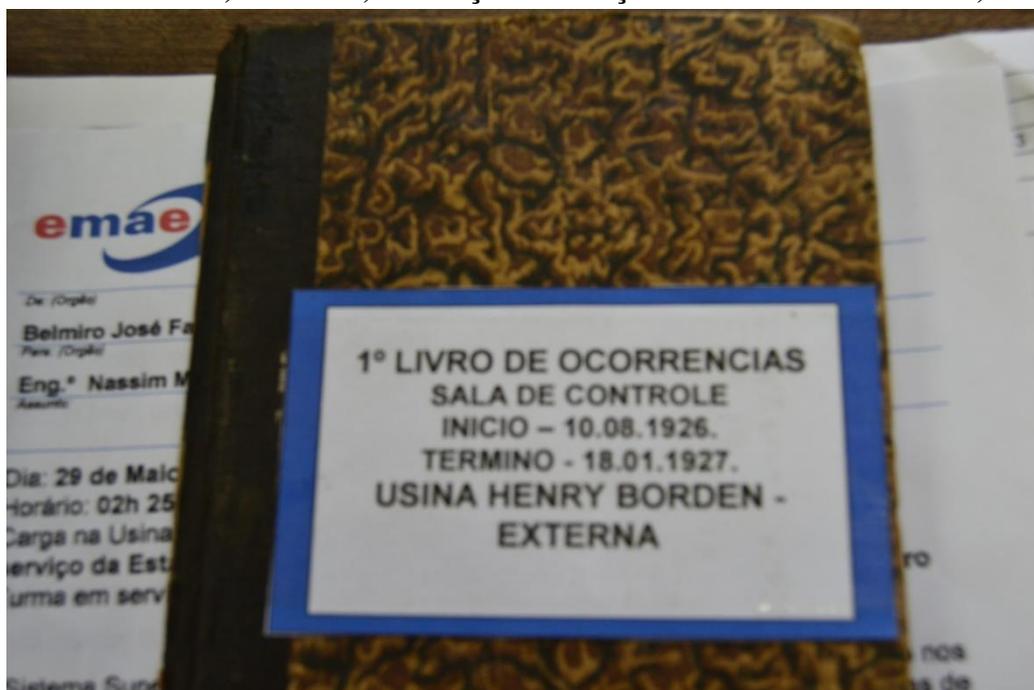
Billings: fachada frontal da Casa de Visitas, no alto da Serra. Autor: Gildo, 3/7/13



H. Borden: usina externa vista na descida do funicular. Autor: Gildo, 3/7/13



H. Borden: marco; ao fundo, tubulação de adução na serra. Autor: Gildo, 3/7/13



H. Borden: Livro de ocorrências operacionais de 1926/27. Autor: Gildo, 3/7/13



H. Borden: entrada do túnel da usina subterrânea. Autor: Gildo, 3/7/13



H. Borden: placa de turbina, usina subterrânea. Autor: Gildo, 3/7/13

2. SALESÓPOLIS

2.1 DADOS GERAIS

Localização

A usina fica num grande parque, na estrada dos Mirandas, que sai do centro de Salesópolis, dele distando 7 km. Da casa de força há escada com acesso para a barragem.

Contato

Fomos recebidos pela responsável local da Fundação Energia e Saneamento, Simone Villegas, e por um estagiário.

Barragem

A barragem, do tipo gravidade, foi construída em alvenaria de pedra, com fundações em rochas graníticas de boa qualidade geotécnica. Seu comprimento total é de 77 m e a altura máxima é de 6 m. Ela tem um vertedouro de superfície com 30 m², que opera como soleira livre, e incorpora um descarregador de fundo (comporta de 1,20 m x 2 m) e uma estrutura de controle do canal de adução (margem esquerda). As infiltrações no corpo da barragem são generalizadas; na ombreira direita observam-se infiltrações, através das fundações, de águas ferruginosas. As encostas situadas a jusante da barragem mostram-se com afloramentos rochosos ou recobertas por reflorestamento do tipo *pinus* e bambu. Alguns deslocamentos de placas rochosas ocorrem nas encostas, junto à passarela de acesso à barragem.

Canal de adução e canal de fuga

O canal de adução tem, no seu final, uma diminuta câmara de compensação/câmara de carga. Construído em alvenaria de pedra e concreto, possui 53 m de comprimento e seção retangular com largura média de 4,50 m. O fluxo para a tubulação adutora é controlado por comportas existentes nos dois compartimentos da câmara. Uma delas permanece normalmente aberta para permitir descarga d'água à tubulação da Sabesp (diâmetro de 0,20 m), para abastecimento da cidade de Salesópolis. A tubulação adutora, do tipo forçada, é constituída por dois condutos de 177 m cada um, e diâmetro interno de 1 m. Os seus apoios em alvenaria de pedra ou concreto foram assentados em rocha ou solo de alteração de granitos. As condições de conservação da tubulação e dos apoios são muito boas.

O canal de fuga inicia-se nos porões da casa de força e, cerca de 30 m abaixo, integra-se ao curso do Rio Tietê. Suas laterais são revestidas em alvenaria de pedra. O sistema de descarga é engenhoso, com disposição de condutos para continuidade operacional de uma das unidades geradoras quando dos serviços de manutenção na outra unidade.

Casa de força

A casa de força, construída em alvenaria de pedra e concreto, tem fundações em rochas graníticas. Suas dependências e equipamentos acham-se em bom estado de conservação. As unidades geradoras são duas turbinas tipo Francis, fabricadas por Amme Giescke & Konegen (eixo horizontal - 1.500 HP cada), e dois geradores AEG (50 Hz nominal - 1.250 kVA cada). A subestação possui um transformador de tensão, e se localiza ao lado da casa de força. Dela, nos primeiros anos de funcionamento da usina hidrelétrica, partia a linha de transmissão de energia em direção à cidade de Jacaréí.

Fonte: AMARAL, Cristiano A. e PRADO, Fernando Amaral A. (orgs.). *Pequenas Centrais Hidrelétricas no Estado de São Paulo*. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2004

Outras referências:

http://www.saneamento.sp.gov.br/noticias/2008/03marco08/12_03b.html

http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias_area/arquivo.cfm?tipo=PDF&idNoticia=4826&idAreaNoticia=1

<http://www.energiaesaneamento.org.br/media/28614/reativacaopchs.pdf>

2.2 HISTÓRIA

Em 1909 a empresa M. Vilela & Cia. assinou um contrato com a Câmara Municipal de Mogi das Cruzes para fornecimento de eletricidade e iluminação pública à cidade. Em 1910 a Empresa Força e Luz Norte de São Paulo, sucessora da M. Vilela, assinou contratos semelhantes com a Câmara Municipal de Salesópolis outras cidades da região, e em 1911 inicia a construção de uma hidrelétrica na Cachoeira dos Freires. Neste mesmo ano são completadas as obras civis da casa de máquinas, o que propicia o início da montagem da unidade geradora I, terminada em 1912. Em 1913, essa máquina gera eletricidade pela primeira vez e a transmite para a cidade de Mogi das Cruzes. No ano seguinte é montada a unidade II e a usina passa a fornecer energia elétrica para os municípios de Caçapava, Jambuí, Santa Branca e Salesópolis. Em 1927, a Light adquire o controle acionário da Companhia Força e Luz Norte de São Paulo com o objetivo de interligar São Paulo e Rio de Janeiro num único sistema elétrico através da expansão para o vale do Paraíba.

A Eletropaulo, que sucedeu à Light, foi privatizada e sofreu cisão em 1998, cabendo a Usina de Salesópolis à EMAE, empresa controlada pelo Estado de São Paulo. Nessa ocasião, a EMAE doou as instalações e o imóvel para a Fundação Energia e Saneamento, sendo que a usina estava desativada desde 1988. Como a Fundação Energia e Saneamento recebeu todo o arquivo Light/Eletropaulo, a documentação da Usina de Salesópolis lá se encontra, o que permite realizar pesquisas históricas, mas tendo sido descontinuado a partir de 1998.

Em 2007 a usina foi reativada com apenas uma das duas turbinas, após restauração feita pelo Grupo Bertin, que atualmente administra de forma terceirizada a produção de eletricidade, vendida para a concessionária local – a Bandeirante, de propriedade da empresa portuguesa EDP. Ela produz 1,5 megawatts após sua reativação, o suficiente para abastecer em média 2 mil pessoas, sendo portanto uma PCH modesta.

Em 2006 a Fundação Energia e Saneamento iniciou um projeto no parque ao redor da usina, a UniBio, Universidade Livre para a Conservação da Biodiversidade, com várias parcerias. Pelo que apuramos, a ideia não foi bem sucedida e o projeto foi abandonado.`

Em visita ao arquivo da Câmara Municipal, a funcionária Tânia nos sugeriu futuramente entrevistar Graciela Miranda de Souza, que coordenou uma Comissão Histórica da Câmara, hoje extinta. Também nos forneceu os contatos do Sr. Chico Wuo e seu filho Eden Wuo, descendentes do engenheiro húngaro Wuo que veio para Salesópolis na época da construção da usina e se estabeleceu na cidade – além de fonte para história oral, há a possibilidade de alguma documentação de interesse histórico estar em posse da família.

Como referência cita-se:

Sueli Ferrari e Renato Diniz. “Salesópolis – onde o Tietê ainda é limpo”. *Memória Eletropaulo* nº 12, 1991

.

2.3 ARQUIVOLOGIA E DOCUMENTAÇÃO

(Telma e Marcia: complementar)

A pequena equipe local da Fundação Energia e Saneamento não possui material documental, que se encontra no Arquivo em São Paulo, cobrindo o período da construção até a doação pela EMAE (1998). No entanto, foi-nos informado que o fotógrafo da cidade, Benedito Faria, por sua vez filho de antigo fotógrafo ativo em Salesópolis na primeira metade do século XX, tem uma coleção de fotos antigas herdadas do pai, com negativos em vidro, que incluem a região da usina. Fomos na sua loja (Foto Faria), na rua principal, mas ele estava fora da cidade.

Por outro lado, nada encontramos de interesse no arquivo da Câmara Municipal.

2.4 PAISAGEM E MEIO-AMBIENTE

(Sueli e Odette: favor corrigir/complementar)

A usina Salesópolis está implantada no vale formado por dois espigões da serra do Mar, bem próximo às nascentes do Rio Tietê. As encostas do reservatório da barragem de

Salesópolis apresentam cobertura arbórea nativa da Mata Atlântica e já se delimita com o Parque Estadual da Serra do Mar. O parque da usina tem 156 hectares.

Considerações sobre os dados gerados pelos formulários (se usados)

Informações de geografia física de interesse

Área inundada do reservatório

Barragem de Ponte Nova e Estação Biológica de Boracéia (se forem de interesse)

Represas e rios da região: Tietê e Paraibuna

Aspectos de flora e fauna nos reservatórios, rios e usina.

População e questões urbanísticas e ambientais

Atividades econômicas da região

Vias de transporte

Cartografia

2.5 PATRIMÔNIO INDUSTRIAL

(Cristina: favor completar com o que julgar necessário)

As turbinas e geradores são da década de 1910 (apenas um conjunto opera, o outro está desligado – o que daria boas possibilidades de examinar seu interior), assim como o painel de controle e medidores, embora o despachador de carga tenha controle a microcomputador, e sua tarefa seja facilitada pela pequena dimensão da produção elétrica. Os dutos estão bem conservados, mas as comportas da barragem têm sinais de forte deterioração.

A vila é composta por cinco residências unifamiliares dispersas na área. Do início da construção da usina só há uma, com características arquitetônicas diferenciadas: varanda em uma das laterais e o arremate superior do frontão tem em seu cume uma forma quadrangular. As demais foram construídas entre o final da década de 1930 e início da de 1940. Duas casas ainda servem de residência, as demais foram adaptadas para atividades de cunho educativo para as visitas de escolas.

2.6 MUSEOLOGIA E POTENCIAL TURÍSTICO-CULTURAL

(Marília: favor completar/corriger)

A existência de um parque com atrativos naturais (inclusive observação de pássaros) poderia ser melhor aproveitada em termos de turismo ecológico, levando em conta

outros pontos de interesse próximos, como o Parque das Nascentes do Tietê e da Rota Dória (um caminho para transporte clandestino de escravos).

A usina conta com um pequeno espaço para demonstrar princípios de energia hidráulica e eletromagnética, ilustrando como a queda d'água gera eletricidade, mas parte dos equipamentos demonstrativos está inoperante, denotando dificuldades de investimento. Associado a esse espaço há também painel de pano com a história do rio Tietê e outro pequeno espaço sobre a fauna e flora do local, bem como exposição fotográfica. O público-alvo dessas instalações é infanto-juvenil, dada a visitação de escolas que tem ocorrido regularmente na usina. A pequena loja da Fundação Energia e Saneamento está bastante desfalcada e sua função precisaria ser repensada.

Há uma feira na cidade, na primeira quinta-feira do mês, que atrai turistas com música sertaneja e venda de artigos regionais, e coincidiu com nossa visita.

2.7 SELEÇÃO DE FOTOS



Salesópolis: casa de força e vertedouro de saída. Autor: Gildo, 4/7/13



Salesópolis: turbina e gerador. Autor: Gildo, 4/7/13



Salesópolis: quadro de comando original. Autor: Gildo Magalhães, 4/7/13



Salesópolis: tubulação de adução. Autor: Gildo Magalhães, 4/7/13



Salesópolis: barragem e comporta. Autor: Gildo Magalhães, 4/7/13



Salesópolis: vista a partir da barragem, com paisagem do Parque e casas dos trabalhadores. Autor: Gildo, 4/7/13

3. ITATINGA

3.1 DADOS GERAIS

Localização

Para ir à usina vai-se pela BR-101 até a Rua Manuel Gajo, do lado oposto da entrada para a cidade de Bertioga, daí até o terminal fluvial (“portinho”) da CODESP, atravessando o Rio Itapanhaú, depois toma-se o bonde até a vila de Itatinga. Há alternativa a pé pelo Sertão do Freire (Mogi-Guaçu), para descer a serra por trilha até chegar à barragem. Para ir à barragem saindo da Vila de Itatinga, pode-se subir a pé por trilha ou tomar o funicular até a câmara de armazenagem, depois continuar subindo pela trilha.

Contato

Fomos recebidos e acompanhados com cortesia excepcional pelo engenheiro Itamar Barbosa, responsável pela Usina.

Acesso

O projeto da Usina de Itatinga tem infraestrutura hidroferroviária e urbana de apoio implantada em áreas de encostas da Serra do Mar e nas baixadas litorâneas do Município de Bertioga. O acesso principal, utilizado desde o início do projeto na década de 1890, é feito a partir da margem direita do rio Itapanhaú. Desse ponto hidroferroviário partem e chegam os veículos de transporte (bonde elétrico ou a diesel), que alcançam a vila de Itatinga. A estação terminal ferroviária situa-se junto à casa de força e à subestação. As encostas íngremes da Serra do Mar foram utilizadas para a implantação da tubulação adutora, vencendo o desnível de mais de seis centenas de metros. Da usina, esse desnível é vencido pelo uso da infraestrutura ferroviária operada por sistema funicular, até alcançar o local da barragem do rio Itatinga, na cachoeira Gafrée. O reservatório de Itatinga tem pequenas dimensões, afetando muito pouco o curso do rio Itatinga (vindo do município de Mogi das Cruzes) e de seu tributário Cachoeira, da margem direita, antes das águas despencarem nas escarpas da Serra do Mar.

Parte hidráulica

As encostas e margens são ocupadas por vegetação da Mata Atlântica, sem evidências de pontos de assoreamento e com águas de boa limpidez. Por ocasião de chuvas torrenciais, podem se acumular blocos de rocha e restos vegetais de grande porte junto à barragem, e o nível chega a subir até cerca de 2 m do normal de operação. Ao contrário, por ocasião de estiagem prolongada, o volume armazenado impõe restrições de vazões às turbinas, podendo chegar a limitá-las em até 50% de sua capacidade. O pequeno volume de água acumulado acima da cachoeira Gafrée decorre da construção de dois

diques de retenção para barragem do rio Itatinga, em alvenaria de pedra argamassada em ambas as margens, aproveitando como ombreira a saliente exposição de rocha local. Os dois diques foram assentados em rochas gnáissicas de excelentes características geotécnicas, funcionando como soleiras livres. O dique da margem direita é menor e incorpora a tomada d'água para o canal e túnel de adução. A tomada d'água foi construída em alvenaria de pedra argamassada, com duas comportas integradas. O canal de adução foi construído nas encostas gnáissicas do fronte da Serra do Mar e tem comprimento aproximado de 3.100 m, declive de 3,5% e seção retangular de 1,50 m x 1 m. As paredes e a cobertura são de alvenaria de pedras rejuntadas com cimento; a pouco mais de 200 m do seu início e a 2.200 m, o canal incorpora estrutura desarenadora.

Cinquenta anos após sua construção e operação, obras auxiliares foram feitas para evitar danos provocados por escorregamentos. Dois segmentos em túneis contornam três grotas fundas da escarpa serrana, com extensão próxima de 945 m; adicionalmente à garantia da integridade do canal, esses túneis têm função suplementar de recarga de vazões na eventual interrupção do fluxo pelo canal, pelo funcionamento de dispositivos de captação de águas naturais. No trecho mais superior (da grotta do Prumo até a grotta do Pati), em terrenos gnáissicos de meia encosta, a seção de escavação é retangular livre, com abóboda semicircular média de 2 m x 2,20 m e raio de 1,30 m. Os apoios e revestimento são feitos em concreto ciclópico e simples. O trecho inferior (da grotta do Pati até a estaca dos 2.300 m do canal) contorna os profundos talwegues da Volta Fria. Quando a seção de escavação era plena em rochas ou solo de alteração de gnaisses, a geometria foi circular, com diâmetro de 2,50 m. No final do canal de adução, foi construída a câmara de carga, com capacidade para 700 m³ de água.

Dessa estrutura hidráulica, até os diques de retenção, é possível caminhar ao longo do traçado ferroviário do funicular, dada a pequena declividade do trecho. A câmara de carga foi construída em alvenaria de pedra argamassada, na porção superior de uma crista topográfica, poucos metros acima do ponto em que a escarpa da Serra do Mar tem seu trecho mais íngreme. Esse acidente topográfico marca a separação da drenagem das bacias dos rios Itatinga e Tachinhos.

A câmara é constituída de dois compartimentos de acumulação, resultantes da bifurcação do trecho final do canal de adução. Os compartimentos podem comunicar-se entre si através de um sistema de comportas. Lateralmente, cada um deles possui um vertedouro de superfície livre que conduz as águas à drenagem do rio Tachinhos; engenhosamente, o vertedouro do compartimento esquerdo dirige suas águas sob a câmara de carga para o lado direito, antes do desaguamento em canal até o curso montante da drenagem do rio Tachinhos. Os dois compartimentos de carga hídrica comunicam-se com outro, da câmara de carga (amortecimento), antes da alimentação da tubulação adutora, que é realizada por sistema operacional flexível de comportas.

Tubulação

A tubulação adutora é do tipo forçada e possui cinco condutos; nos seus trechos inicial e intermediário, ela possui válvulas de alívio de pressão. A operação de quatro dos cinco

condutos permite o funcionamento da usina a plena carga. A instalação dos condutos forçados foi realizada ao longo da crista topográfica (ou lombada) que separa as drenagens do Itatinga e Tachinhos, por 2.034 m, vencendo o desnível de 640 m desde a câmara de carga até a casa de força. Lateralmente, foram implantados os sistemas funicular de tração ferroviária, de transmissão elétrica e de telefonia, além daquele de drenagem superficial.

A fragilidade dos terrenos geológicos da escarpa da Serra do Mar exigiu a consolidação de diversos trechos de encostas, basicamente com serviços de estabilização e drenagem. As constatações de desgaste interno (fluxo aquoso) e de corrosão externa (ação de agentes intempéricos) nas tubulações foram contornadas pela aderência de segmentos de arco de aço com mesma espessura da tubulação original e pela aplicação de resina do tipo epóxi. A data do tratamento da tubulação, ao pé da escarpa, é de dezembro de 1987.

A tubulação adutora é composta por segmentos de 5 m e encaixe do tipo bolsa; juntas de dilatação existem apenas no trecho mais próximo da casa de força. O forte declive, a acomodação sob carga e a variação de temperatura, exigem permanentemente uma equipe de manutenção para reapertar os parafusos e melhorar a vedação, dentre outros serviços. Instalados um ao lado do outro, os condutos são sustentados por 64 maciços de concreto e outros de pedras argamassadas, os últimos executados em 1928, em solos de alteração e rochas gnáissicas; em pontos de quebra topográfica e mudança do eixo do traçado, as estruturas de apoio foram reforçadas. Os diâmetros dos condutos forçados iniciam-se com 900 mm, reduzindo-se, gradativamente, para 800/700/600 mm. Individualmente, eles admitem vazão de 600 litros por segundo. No último seguimento da tubulação adutora, foi construído um reservatório de água para suprimento das necessidades em caso de incêndio na casa de força, independente do sistema de adução às máquinas.

Casa de força

A casa de força da Usina Itatinga é uma obra majestosa, em forma da letra T, construída em alvenaria de pedra argamassada (rochas gnáissicas). O acesso principal admite a continuidade da via férrea até a unidade geradora mais distante em seu interior. Suas fundações estão fincadas em rochas, solos de alteração e aterro parcial, passíveis de acomodação localizada, como ocorre com a parede do lado direito, devidamente instrumentada e monitorada. O conjunto arquitetônico é muito bem conservado, limpo e preservado.

As tubulações adutoras chegam à sala das válvulas reguladoras, e se conectam a uma tubulação longitudinal, que permite diferentes alternativas de alimentação das turbinas. A sala de máquinas tem segmentos para oito unidades geradoras, sendo três para máquinas de corrente contínua de 226 kW. Delas, resta apenas uma, para demonstração. As outras unidades geradoras são para potência de 3.000 kW cada uma. Em 1993, o desgaste das conchas da turbina da máquina cinco exigiu sua completa recuperação, incluindo a caracterização inicial da liga metálica e a moldagem conforme o original. Em dezembro de 1997, o rompimento de parte das conchas da turbina da máquina três

exigiu a revisão completa do conjunto gerador. Os 16 transformadores elevadores da subestação acham-se instalados no interior da casa de força, em compartimentos estreitos localizados no andar térreo. A refrigeração contínua dos mesmos é realizada por um sistema de abastecimento, que se inicia no reservatório de água construído no último seguimento da tubulação adutora. O sistema de arrefecimento dos mancais dos geradores é independente e parte de outro reservatório construído em meia-encosta junto ao curso do rio Itatinga. Complementam esse sistema de segurança operacional, vários extintores de incêndio, distribuídos em cada vão de janela da sala de máquinas, nas paredes que abrigam os transformadores elevadores e nas dependências da sala de operação e comando.

O canal de fuga foi concebido para atender às vazões turbinadas de todas as unidades geradoras, a partir do porão da casa de força. Sua descarga é feita em estreito e curto canal, construído em alvenaria de pedra argamassada, até o leito do rio Itatinga. O sistema de controle hidrológico restringe-se à instalação de uma régua limnométrica junto à tomada d'água do canal de adução, na margem direita do reservatório. Por esse controle de nível d'água e das vazões admissíveis nas turbinas, calcula-se diariamente a vazão utilizada na geração elétrica. Duas estações pluviométricas operadas pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, do Estado de São Paulo, auxiliam no controle das precipitações para análise de estabilidade das encostas da Serra do Mar.

A subestação localiza-se no interior da casa de força e cada um dos transformadores elevadores aumenta a tensão primária de 2,30 kV para 44 kV. Na entrada da casa de força, acha-se instalada a central para transmissão de energia elétrica na tensão de 44 kV, em circuito duplo e aéreo, até as dependências do Porto de Santos. Junto à sala das válvulas, no lado externo da casa de força, há dois transformadores elevadores de tensão de 2,30 kV para 6,60 kV destinados ao sistema de distribuição local (vila de Itatinga e suprimento no alto da serra) e ao sistema de transporte ferroviário.

Um sistema de telefonia conecta todo o complexo hidroferroviário, hidrelétrico e urbano, com mais de 60 ramais instalados, a partir de uma central de telefonia situada ao lado da sala de operação e comando.

O suprimento de energia até o alto da serra é realizado com posteamento instalado em solos de alteração e rochas alteradas de gnaisses, aparentemente com boas condições de fundação. Tais condições também são observadas na rede de postes instalada na vila de Itatinga, em solos coluvionares e aluvionares. Os mesmos cuidados de fundação e manutenção podem ser observados na rede de transmissão e posteamento até o porto hidroferroviário do rio Itapanhaú, e até mesmo nos trechos em que o alteamento do subleito ferroviário foi realizado em terrenos de mangue. A transmissão de energia até o Porto de Santos é feita por cerca de 30 km, contando com cerca de 160 torres em toda a extensão, com fundações em terrenos aluvionares, coluvionares e mangues.

A área da hidrelétrica de Itatinga é visitada por pessoas integradas em incursões ecológicas e ambientais. O acesso pode ser feito através de Mogi das Cruzes (30 km de distância) ou por Bertioga (14 km de distância). Desde o ano 2000 cresceu o interesse

pelo patrimônio arquitetônico associado ao projeto hidrelétrico, no sentido de proceder ao seu tombamento, preservando as características originais da usina hidrelétrica concebida em 1890.

Fonte: Amaral, Cristiano A. e Prado, Fernando Amaral (orgs.). *Pequenas Centrais Hidrelétricas no Estado de São Paulo*. São Paulo: Páginas & Letras Editora e Gráfica, 2004

3.2 HISTÓRIA

Conhecido desde o início do século XVI como Porto dos Escravos, o porto de Santos pode ser considerado núcleo formador das duas cidades que hoje ocupam a ilha de São Vicente: Santos e São Vicente. Pelos séculos XVII e XVIII continuou sendo a principal ligação entre o planalto paulista e o resto do mundo; pelo porto saíam o açúcar, outros produtos agrícolas e pessoas e ali também chegavam pessoas e mercadorias vindas principalmente da Europa.

No final do século XIX, a cidade de Santos se transformou num polo para modernização do país, graças às exportações de café paulista pelo seu porto. O “ouro verde” chegava pela Estrada de Ferro Santos-Jundiaí, inaugurada em 1867 e ligada a outras ferrovias do interior do estado. Por outro lado, o porto recebia grande quantidade de imigrantes para trabalhar nos cafezais e na indústria incipiente e as instalações portuárias eram obsoletas e deficientes.

Nesta altura os empresários Cândido Gaffré e Eduardo Guinle já tinham percebido que a energia elétrica era vital para operar grandes guindastes e outras máquinas necessárias para a modernização do porto, do qual tinham recebido em 1890 uma concessão para operação por um prazo de 90 anos. Assim, inauguraram um primeiro cais e armazéns em 1892 e asseguraram uma licença em 1891 para construir uma usina hidrelétrica no litoral de Bertioga a partir do represamento do rio Itatinga no alto da Serra do Mar. A usina foi concebida pelo engenheiro brasileiro Guilherme Weinschenk e os trabalhos de construção civil começaram em 1906, permitindo a inauguração em 1910. O projeto foi concebido com maestria, atestando o crescimento da capacidade da engenharia nacional.

Houve muitos obstáculos a serem vencidos para isso. O terreno da usina se localiza em área próxima ao manguezal, aonde é necessário cruzar antes o rio Itapanhaú; desbravar a exuberante mata atlântica da encosta da Serra acarretava perigos para os trabalhadores. A abertura de picadas na mata começou em 1904, mas no ano seguinte foi interrompida devido ao surto epidêmico de malária. Para cuidar disso, foi designado o sanitariano Carlos Chagas, que ordenou a desinfecção e calafetação dos alojamentos dos trabalhadores.

Foi necessário instalar uma linha de transmissão de 44 kV com 30 km de extensão de dois circuitos trifásicos para levar a eletricidade até o porto de Santos. Uma pequena vila foi construída junto à usina para alojar seus trabalhadores com 70 casas, além de venda, capela, posto médico e escola. Atualmente, cerca de metade das casas ainda é utilizada pelos trabalhadores, mas não funcionam mais a escola e o posto médico. O transporte era e continua difícil, pois a Estrada de Bertioga acaba no rio Itapanhaú, onde a empresa fornece a travessia por barco, seguida de linha férrea de bitola estreita (800 mm) com 7 km, utilizando bonde movido a energia elétrica gerada na usina, ou locomóvel com tração diesel.

Itatinga é uma hidrelétrica a fio d'água, que captada com grande altura pode produzir até 20 MW de eletricidade, a uma vazão máxima de 3.600 litros por segundo, sendo portanto uma PCH de dimensões avantajadas. O equipamento original, com turbinas americanas da GE e geradores alemães da Voith, disjuntores, válvulas, etc., ainda está em uso. Nos últimos vinte anos foram introduzidos equipamentos modernos de controle e segurança.

Com a entrada em operação de Itatinga, a eletricidade substituiu os motores a vapor na operação portuária. Sendo a geração maior do que a demanda do porto, o excesso de energia foi comercializado e vendido para as cidades de Santos e São Vicente até a década de 1930. Os empreiteiros Gaffrée e Guinle viram que era lucrativa a venda de eletricidade e conseguiram ainda em 1909 uma concessão do Estado de São Paulo para a distribuição de energia na cidade de São Paulo e se interessaram também pelo transporte eletrificado, uma vez que as ferrovias brasileiras usavam locomotivas movidas a carvão, que era importado e caro. Isto ensejou uma grande disputa comercial e política com a Light (*The São Paulo Tramway, Light and Power Co.*). A Light foi formada como empresa subsidiária de um grande conglomerado anglo-americano sediado no Canadá, que rapidamente conquistou mercados na América Latina (México, Cuba e Argentina), além de países europeus (Bélgica, Espanha, Portugal).

Como resposta à investida da Companhia Docas de Santos, a Light tentou comprar aquela e passou a fazer pressão através do governador paulista e do prefeito de São Paulo, que acabaram por revogar a concessão para Itatinga fornecer energia a São Paulo, criando as bases favoráveis para a Light exercer seu monopólio. É interessante que na década de 1920 Itatinga forneceu energia elétrica para sua ex-rival durante a etapa de construção da Usina Henry Borden, da Light.

Em 1980, com o término da concessão de 1890, o porto e a usina passaram para a CODESP (*Companhia Docas do Estado de São Paulo*), uma empresa estatal federal. Ainda hoje o porto funciona com a energia de Itatinga e, graças a isto, não foi afetado pelos severos apagões que atingiram muitos estados brasileiros em 2001. Atualmente o fornecimento de energia ao porto é complementado pela Companhia Piratininga de Força e Luz. Está em curso um contrato para nova impermeabilização do túnel em rocha e a instalação de novos disjuntores e equipamentos de proteção elétrica. Discute-se

também a privatização do porto, assunto político com grandes controvérsias, envolvendo de um lado grandes interesses econômicos e de outro lado categorias sindicais como os da estiva, de caminhoneiros e outros setores da sociedade. Pairam dúvidas nesse contexto quanto ao futuro da Usina de Itatinga.

Referências:

Ana Luísa Howard de Castilho, *O Porto de Santos e a História do Brasil*. São Paulo: Neotrópica, 2010

Ana Luísa Howard de Castilho, *Itatinga, a hidrelétrica e seu legado*. São Paulo: Neotrópica, 2011

Alexandre Macchione Saes, *Conflitos do capital. Light versus CBEE na formação do capitalismo brasileiro (1898-1927)*. Bauru: EDUSC, 2010

“Bondes – as últimas linhas”, *Boletim Histórico Eletropaulo*, nº 9, maio/1987

<http://usinitatinga.blogspot.com.br/>

<http://www.rotasdesaopaulo.com.br/destinos/bertioga/137350.shtml>

<http://folhadolitoralnorte.net/companhia-docas-em-santos-pode-perder-a-concessao-da-hidreletrica-de-itatinga-em-bertioga/>

<http://www.costanorte.com.br/blog/editorias/cidades/bertioga/reabertura-da-vila-de-itatinga-depender-de-reuniao>

3.3 ARQUIVOLOGIA E DOCUMENTAÇÃO

(Telma e Marcia, favor rever)

A CODESP tem em Santos a documentação histórica sobre a Usina e a Vila de Itatinga. Parte dessa documentação foi disponibilizada para preparo do livro de Ana Luisa Howard de Castilho, já citado, e se encontra no Museu do Porto, também da CODESP. Tivemos notícia de que há mais informações documentais em um dos armazéns de uso administrativo da CODESP, mas que seu acesso não seria fácil.

Por outro lado, na sala do supervisor da Usina se encontram manuais técnicos de equipamentos da primeira metade do século XX, bem como plantas com esquemas técnicos do início do século XX, algumas ainda confeccionadas em linho azul. Esse material está bem conservado, apesar de não dispor de local adequado para sua guarda.

Em uma das casas vazias da vila estão se guardando documentos e objetos de forma totalmente inadequada, com risco de deterioração. Sugerimos ao supervisor o uso de “containers” adaptados para essa finalidade.

3.4 PAISAGEM E MEIO-AMBIENTE

(Sueli e Odette, favor rever, são apenas sugestões de tópicos – há ainda informações que podem ser recortadas de 3.1, caso interessem)

- Análise de dados obtidos a partir de formulários
- Bacia formadora do rio Itatinga no planalto de Mogi-Guaçu
- Aspectos geomorfológicos da barragem e dos terrenos das tubulações adutoras
- A restinga e o manguezal ao longo da estrada do bonde
- O rio Itapanhaú e seus formadores; o canal no local de travessia do barco da CODESP
- A região da linha de transmissão de alta tensão, da usina até o porto
- Aspectos da flora e fauna
- A vila da usina
- Aspectos populacionais e econômicos da região da usina
- Um impacto de longa duração e à distância: a contribuição econômica da usina para Santos

3.5 PATRIMÔNIO INDUSTRIAL

(Cristina, favor rever)

Itatinga é um exemplo singular de usina hidrelétrica em funcionamento contínuo desde o início do século XX. No geral as edificações estão bem conservadas, em especial a usina.

O conjunto da represa, câmaras de carga, dutos de adução, válvulas, usina, subestação, linha de transmissão, vila, bonde e travessia fluvial tem características únicas e tão significativas que se poderia tornar um modelo de arqueologia industrial. Para isso seria necessário estruturar e descrever o patrimônio industrial associado de forma adequada à visitação.

A vila tem casas feitas com tábuas de madeira, num estilo americano, e está no geral bem conservada, embora algumas casas estejam vazias e precisando de reparos.

Obs.: Estamos aguardando como referência a tese de Denise Geribello (FAU/USP, a ser defendida em breve) sobre o patrimônio industrial de Itatinga.

3.6 MUSEOLOGIA E POTENCIAL TURÍSTICO-CULTURAL

(Marília, favor rever)

Os terrenos da usina ocupam uma área de 37 km² em região de rara beleza natural, que vai da mata atlântica para a vegetação litorânea e de mangue, com cachoeiras e muitos cursos d'água, ricas em diversidade de flora e fauna. Grupos de turismo fazem uso dessa parte natural, mas as excursões são desvinculadas da visitação ao patrimônio industrial.

Verificamos a existência de diversos instrumentos elétricos antigos em uma das casas abandonadas da vila, simplesmente amontoados e em meio a bastante sujeira. Estes

objetos de cultura material poderiam ser aproveitados em uma instalação museológica no local, que poderia abranger também a parte de fauna e flora. Para isso poderia ser aproveitada uma das casas vazias, com instalações complementares adequadas.

O potencial turístico da usina é bem grande, em que pese uma relativa dificuldade de acesso, podendo ser inserido em circuitos já existentes, como o núcleo cultural do porto de Santos, e ligado a várias atrações desta cidade (Museu do Café, Museu da Pesca, Aquário); o mesmo vale para Bertioga (Forte de Bertioga, Engenho dos Erasmos) e Guarujá.

3.7 SELEÇÃO DE FOTOS



Bertiooga: barco, travessia do Itapanhaú para terminal do bonde. Autor: Gildo, 5/7/13



Bertiooga: terminal no Itapanhaú e bonde para Itatinga. Autor: Gildo, 5/7/13



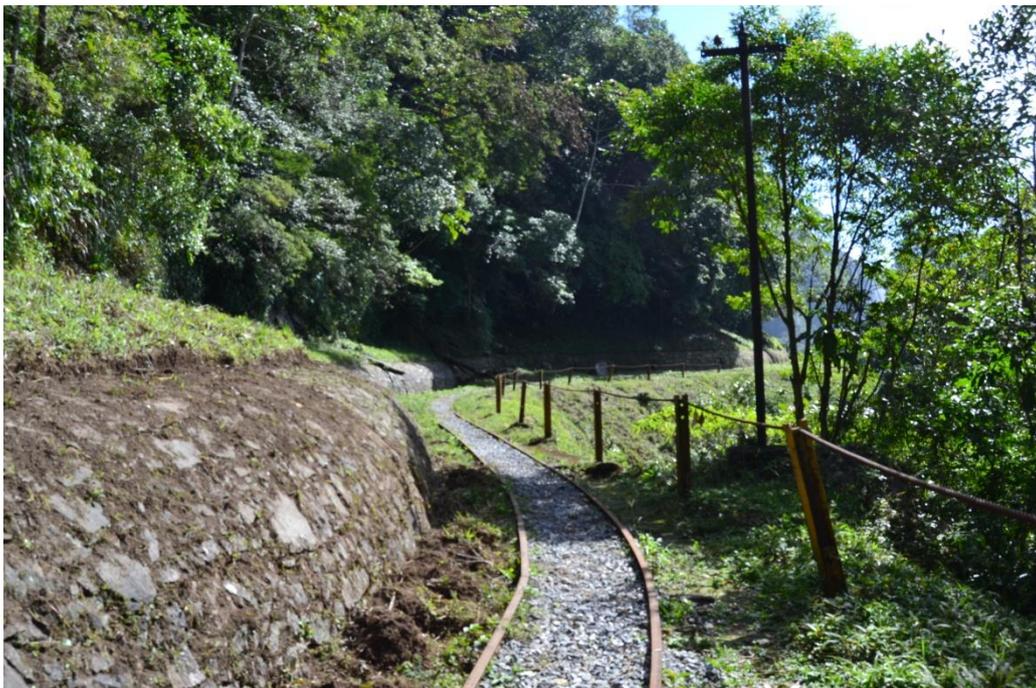
Itatinga: vista da vila. Autor: Gildo Magalhães, 5/7/13



Itatinga: tubos de adução e leito ferroviário do funicular. Autor: Gildo, 5/7/13



Itatinga: câmaras de carga e comportas na Serra do Mar. Autor: Gildo, 5/7/13



Itatinga: túnel de pedra para adução e via férrea de manutenção. Autor: Gildo, 5/7/13



Itatinga: represa e vertedouro no alto da serra. Autor: Gildo Magalhães, 5/7/13



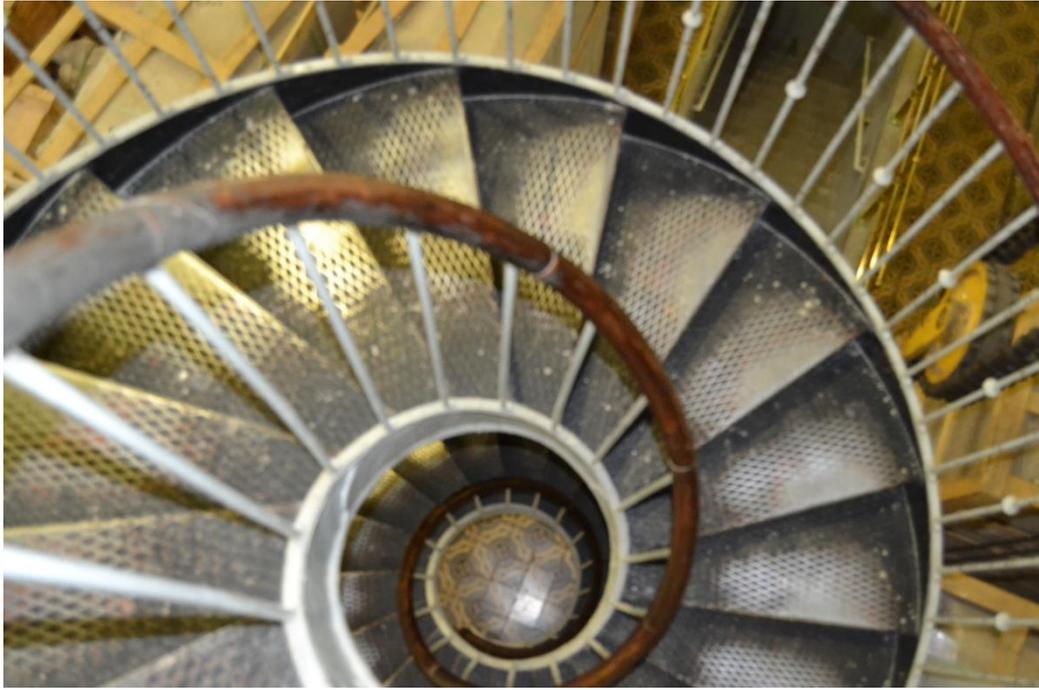
Itatinga: início da linha de transmissão em 44 kV. Autor: Gildo, 5/7/13



Itatinga: gerador GE original. Autor: Gildo Magalhães, 5/7/13



Itatinga: placa da turbina Voith original (1906). Autor: Gildo Magalhães, 5/7/13



**Itatinga: escada metálica em caracol na casa de força. Autor: Gildo Magalhães,
5/7/13**