UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO

GABRIEL RODRIGUES GRINSPUM

Metamorfose da Várzea Paulistana

energia, saneamento e urbanização.

São Paulo

2014

GABRIEL RODRIGUES GRINSPUM

Metamorfose da Várzea Paulistana

energia, saneamento e urbanização.

Dissertação apresentada a Faculdade de
Arquitetura e Urbanismo da Universidade
de São Paulo para obtenção de título de
Mestre em Arquitetura e Urbanismo

Área de concentração:

Projeto de Arquitetura

Orientador:

Prof. Dra. Anália Maria Marinho de
Carvalho Amorim

São Paulo

2014

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

E-MAIL DO AUTOR: gabriel.grinspum@gmail.com

G868m Grinspum, Gabriel Rodrigues
Metamorfose da várzea paulistana: energia, saneamento e urbanização / Gabriel Rodrigues Grinspum. -- São Paulo, 2014. 244 p. : il.

Dissertação (Mestrado - Área de Concentração: Projeto de Arquitetura) – FAUUSP.
Orientadora: Anália Maria Marinho de Carvalho Amorim

1.Bacia hidrográfica 2.Planícies 3.Urbanização 4.Saneamento
5.Obras de desvio de cursos d'água 6.Geração de energia elétrica
7.Navegação fluvial 8.Tratamento de esgotos sanitários
9.Abastecimento de água I.Título

CDU 556.51

Aos meus avós, Breno e Nydia, Frima e Saul.

Nascidos na década de 20.

A Marina e minha filha Cora.

Recém-nascida.

Agradecimentos:

Aos professores Maria Aparecida Rodrigues, Maria Luiza Correa, Helena Aparecida Ayoub Silva, Julio Roberto Katinsky, Ana Lúcia Duarte Lanna, Alexandre Delijaicov, Ricardo Toledo Silva, Eduardo Colonelli, Álvaro Luís Puntoni e Fernando Viegas.

Aos arquitetos Francisco de Paiva Fanucci e Marcelo Carvalho Ferraz;

Ao Nelson Kon e Ana Luisa Amendola Pinheiro;

À orientadora deste trabalho Anália Maria Marinho de Carvalho Amorim.

Resumo:

O complexo hidrelétrico da Serra de Cubatão foi considerado a grande obra de engenharia da primeira metade do século XX no Brasil. Este complexo polêmico foi possível graças à opção do poder público de legitimar o predomínio das forças produtivas e do capital na incorporação das planícies aluviais do rio Pinheiros à malha urbana da cidade, permitindo a execução de um projeto de infraestrutura que transformou o leito natural e sinuoso do rio Pinheiros em um canal de derivação das águas do rio Tietê, que passam pela bacia de São Paulo e são desviadas para a geração de energia, lançando esta água Serra do Mar abaixo.

A sinergia obtida com as múltiplas funções incorporadas ao projeto da São Paulo Tramway, Light and Power Company acelerou o processo de construção da cidade sobre os novos terrenos metamorfoseados. Este ganho de tempo, proporcionado pelo capital internacional investido, contrapõe-se à ausência, no espaço urbano, de infraestruturas e equipamentos públicos essenciais para o equilíbrio socioambiental da metrópole paulistana.

A dissertação aborda a transformação da natureza do lugar e a transformação das prioridades na infraestrutura urbana já instalada. Apresenta, em seu desenvolvimento, um diálogo entre o *Projeto da Serra* executado pela Companhia Light e o plano apresentado pelo Município de São Paulo, através da Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê, para o combate às enchentes, diluição de efluentes e navegação no trecho do rio que fazia frente à cidade. Os dois projetos, delineados na década de 20, são partes distintas de uma mesma iniciativa da sociedade, que tinha como os principais propósitos o progresso, o avanço sobre as planícies aluviais paulistanas, a valorização da terra, o saneamento e a integração da metrópole.

Palavras-chave:

Bacia hidrográfica, planícies, obras de desvio de cursos de água, urbanização, saneamento, geração de energia elétrica, navegação fluvial, tratamento de esgoto, abastecimento de água.

Abstract:

The hydropower complex of Serra de Cubatão was considered the greatest engineering work of the first half of the 20th Century in Brazil. This controversial complex was made viable because the government has chosen to legitimize the predominance of the forces of production and capital in the incorporation of the floodplains of the Pinheiros River into the urban network of the city allowing the implementation of an infrastructure project that turned the river's natural and sinuous bed into a bypass channel of the waters from the Tietê River, which flow through the basin of São Paulo and are diverted for power generation , being discharged down the Serra do Mar.

The synergy resulting from the multiple functions that were incorporated to the project implemented by São Paulo Tramway, Light and Power Company accelerated the process of construction of the city on new metamorphosed land plots. This time saving initiative, which was enabled by the international capital invested, is opposed to the lack of essential public infrastructure and equipment in the urban space, which are essential for the socio-environmental balance of the metropolis of São Paulo.

This dissertation addresses the transformation in the nature of the place and the changes in the priorities related to the infrastructure already installed. It introduces throughout its development a dialog between the *Projeto da Serra* performed by Companhia Light and the plan created by the City of São Paulo, through the *Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê* (Comission for Improving the Tietê river), which established initiatives to fight floods, approached the dilution of effluents and navigation in the part of the river that stretched along the city. Both projects, outlined during the 20's, are different parts of the same initiative performed by society, whose main objectives were progress, the occupation of the floodplains of São Paulo, increasing land value, sanitation and the integration of the metropolis.

Keywords:

River basin, lowlands, works that divert courses of water, urbanization, sanitation, generation of electricity, inland waterway transport, sewage treatment, water supply.

Sumário

Introdução

1. Origem da pesquisa – espaço e tempo.
2. A modernidade, a força do sítio geográfico e o projeto.

I. Um panorama das ações históricas na planície aluvial paulistana

1. Controle de inundações, abastecimento público de água e diluição de efluentes na cidade de São Paulo.
2. A Companhia Light e a produção de energia na Bacia do Tietê.

II. F. Saturnino R. de Brito – Defesa Contra Inundações –1924-1925

(Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê – Município de São Paulo)

1. Algumas noções de hidrologia – águas superficiais - 1925
2. Melhoramentos do rio Tietê na cidade de São Paulo - 1925

III. Asa. W. K. Billings – Complexo Hidroelétrico da Serra de Cubatão – 1924-1927

(The São Paulo Tramway Light & Power CO. LTD)

1. 1º concessão do Projeto da Serra – 1924.
2. 2º concessão construída do Projeto da Serra – 1928-1944.

Conclusão

Bibliografia

Introdução

O objetivo deste trabalho é estudar as transformações morfológicas e fluviais sofridas pelas planícies e pelos rios de São Paulo com a canalização e implantação das usinas elevatórias no rio Pinheiros, que integram o complexo energético da Serra de Cubatão. Os trechos de canais entre a usina de Pedreira até a usina de Traição, e desta até a barragem do Retiro configuram o objeto principal da pesquisa. Os limites destas alongadas planícies de relevo praticamente nulo, que eram sujeitas à submersão e que foram incorporadas ao tecido urbano da cidade, são balizados pelas cotas de 719 e 723m em relação ao nível do mar (AB'SABER, 2007, p.145) ¹.

A dissertação tem como base analítica dois projetos para a urbanização e saneamento das planícies aluviais paulistanas realizados entre os anos de 1924 e 1927, com suas intenções políticas, econômicas e sociais:

O primeiro projeto, a ser estudado, é aquele executado pela São Paulo Tramway, Light and Power Company e projetado pelo engenheiro elétrico americano Asa White Kenney Billings entre 1924-27².

¹ Aziz Ab'Sáber em **Geomorfologia do Sítio Urbano de São Paulo** caracteriza os elementos topográficos da cidade e delimita os limites altimétricos dentro dos quais estão contidas as planícies aluviais do Tietê, Pinheiros e seus afluentes. "As várzeas do Pinheiros, praticamente idênticas às do Tietê, perfazem 20km, de Santo Amaro até a confluência com o rio principal, conservando largura média de 1 a 1,5km." (AB'SABER, 2007, p.145).

² Na curta Biografia de Asa White Kenney Billings – Engenheiro Hidroelétrico, escrita por Adolph J. Ackerman, publicado em 1953 nos EUA e em publicações de época realizadas pela Companhia Light no Brasil, encontra-se o projeto documentado.

O segundo projeto a ser analisado é o de Defesa contra Inundações, apresentado pela Comissão Municipal de Melhorias do Rio Tietê e projetado pelo engenheiro sanitário brasileiro Francisco Rodrigues Saturnino de Brito entre 1924-25³.

O contraponto entre estas duas visões de projeto, para o mesmo sítio metropolitano, fornece subsídios históricos e técnicos para construir hipóteses sobre as intenções dos agentes⁴ e que predominaram para a formação da atual morfologia do objeto delimitado. Estas formulações sobre a produção humana e suas consequências no espaço⁵ balizam as análises e dão direção à pesquisa.

³ Nas Obras Completas de Saturnino de Brito, volume XIX, publicado em 1944 pelo Instituto Nacional do Livro do Ministério da Educação e Saúde, se encontra o relatório com textos e desenhos sobre o projeto de saneamento para o rio Tietê sobre o título: **Defesa contra as inundações – Melhoramentos do Rio Tietê, do Rio Paraíba e da Lagôa Feia.**

⁴ Giulio Carlo Argan fala da crise da arte contemporânea em uma perspectiva Husserliana e penetra na órbita da investigação voltada a estudar a transformação global do homem e do seu modo de estar no mundo. Nesta análise, a modernidade, expressa pela técnica da máquina, se confronta com a fase histórica, aquela em que o comportamento humano é assinalado por certo modo de consciência e intencionalidade, a coordenar as ações para um fim. Argan recoloca em discussão o sentido da vivência humana no mundo: é preciso saber se tudo aquilo que houve foi projeto ou destino, se o homem construiu segundo os próprios desígnios ou se, pensando fazê-lo, fez algo que já estava dito e decidido. (ARGAN, **Projeto e Destino**, 2004, p.12).

⁵ Milton Santos coloca que o espaço está no centro das preocupações dos mais variados profissionais. No capítulo Paisagem e Espaço, o autor apresenta os “Objetos Culturais, que segundo Carl Sauer, pai da geografia cultural, “à medida que o homem se defronta com a natureza, há en”tre os dois uma relação cultural, que é também política, técnica e etc. É a marca do homem sobre a natureza [...]”(2012, p.70).

1. Origem da pesquisa – espaço e tempo

Milton Santos (2002, p.63) diz que “o espaço é formado por um conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como o quadro único no qual a história se dá.”⁶

O contato com o pensamento geográfico, apresentado nesta definição de espaço, marca o início desta dissertação de mestrado e surgiu ao me deparar com a questão dos rios urbanos de São Paulo e suas possibilidades de desenho para o Trabalho Final de Graduação (TFG)⁷. Neste processo empírico de análise da cidade, a geografia tornou-se objeto de projeto e os conceitos presentes na obra de Milton Santos aguçaram a percepção da escala da ação do homem sobre a natureza e suas possibilidades.

⁶ No capítulo O Espaço: Sistemas de Objetos, Sistemas de Ação, Milton Santos utiliza um conjunto de teorias geográficas de outros autores que amparam a definição do sistema de objetos e de ações proposta: os objetos são produto de uma elaboração social, e a ação é um comportamento orientado, a execução de um ato projetado (SANTOS, 2002, p. 61-87).

⁷ A matéria “Reciclagem e Reforma de Edificações” (AUP- 185) foi cursada no primeiro semestre de 2002, com a orientação dos professores Ângelo Bucci, Arnaldo Martino, Antonio Carlos Barossi e Marcos Acayaba. O objeto de trabalho era a gleba urbana ocupada pelo CEAGESP na Vila Leopoldina, SP. A matéria “Arquitetura – Projeto” (AUP-171) foi cursada no segundo semestre de 2002, com a orientação de Alexandre Delijaicov e Angelo Bucci. O objeto de trabalho eram as várzeas dos principais rios de São Paulo e sua infraestrutura. No trabalho Final da Graduação, sob orientação de Maria Cecília Loschiavo, foi desenvolvido um projeto de habitação e equipamentos sociais que tinha por objetivo o diálogo entre o design dos objetos, o edifício e o urbanismo proposto para o sítio da várzea do Rio Pinheiros, em uma confrontação das escalas de projeto envolvidas.

A visão do homem como agente formador da geografia permeou as reflexões do trabalho interdisciplinar proposto em 2003 e já norteavam um caminho para o desenvolvimento científico e acadêmico a ser trilhado. Este projeto, relacionado à universidade, ficou adormecido ao longo dos anos iniciais da vida profissional como arquiteto e foi ressurgir em 2010 quando retomei meus estudos e também passei a atuar como professor assistente na matéria Metodologia de Projeto III e IV na Escola da Cidade⁸.

No programa de pós-graduação, o curso denominado Civilização América – Um Olhar Através da Arquitetura – Geografia, Cidade e Arquitetura, trouxe novamente a escala geográfica relacionando-a com a arquitetura, e deu subsídio ao projeto de pesquisa desenvolvido nesta dissertação de mestrado.

Outro fator que contribuiu para o formato final do trabalho e na definição do objeto de estudo foi atuar como profissional da arquitetura⁹. Participar de projetos e obras realizados em espaços já habitados, com a mudança de uso de edificações históricas, a subtração e a adição de volumes, a formulação de novas estruturas com materiais

⁸ Durante os anos de 2010-2011 lecionei no ateliê de Metodologia de Projeto como professor assistente do curso de Arquitetura e Urbanismo da Escola da Cidade e participei da primeira turma do curso de pós-graduação- Geografia Cidade e Arquitetura - que se propõe a discutir, através da arquitetura, a ocupação do território americano e de suas cidades. Além do corpo docente da Escola e de convidados nacionais de diversas áreas do conhecimento, a especialização contou com a participação de professores internacionais das faculdades de arquitetura conveniadas à Escola da Cidade.

⁹ No período de 2002 a 2012 colaborei com o Escritório Brasil Arquitetura Ltda, dos arquitetos Francisco Fanucci e Marcelo Ferraz, na realização de diversos projetos relacionados com o patrimônio histórico e artístico no Brasil. Esta experiência profissional contribuiu para a convergência do olhar sobre o constante movimento das coisas e dos objetos, fato que está enfatizado na escolha do objeto desta dissertação.

que foram manipulados em épocas distintas e que abrigavam outras funções. Esse universo de projeto trouxe o dinamismo humano à tona e proporcionou exemplos concretos das ações contínuas sobre os objetos construídos. Uma das formas de revelação desse fenômeno está na transformação constante do espaço ao longo do tempo (SANTOS, 2012, p.42), tema que permeia a análise do projeto de infraestrutura no combate às enchentes e geração de energia, que com a metamorfose da geologia do lugar proporcionou a mudança da “natureza natural” das planícies aluviais do Rio Pinheiros¹⁰, a obra de implantação do Complexo Hidroelétrico da Serra de Cubatão. A constatação de que o fenômeno humano é dinâmico leva ao confronto do atual paradigma da sustentabilidade da vida no planeta – morada única do homem – que permeia as mais variadas atividades econômicas e sociais, campanhas de marketing e cartilhas ecológicas. Confrontar e questionar a forma de propor o reestabelecimento do equilíbrio ambiental, não mais na base da conservação, mas sim aceitando a dinâmica e a transformação constante das coisas, ação que bem orientada pode gerar preservação. Dentro deste panorama da mudança entra a noção de intencionalidade na contemplação do processo de produção dos objetos, no caso em estudo a construção de infraestruturas urbanas e sua contribuição, considerados como um resultado da relação entre o homem e o mundo, entre o homem e seu entorno¹¹.

¹⁰ Na tese de doutorado de Odette Seabra - *Os meandros dos rios nos meandros do poder: Tietê e Pinheiros, valorização dos rios e das várzeas na cidade de São Paulo*, o termo “alteração na natureza natural dos rios” de São Paulo é utilizado para explicitar as mudanças ocorridas que resultaram na valorização das várzeas; a tese defendida pela autora é que os investimentos para tal transformação foram obtidos com o poder público e os ganhos obtidos foram explorados pela poder privado.

¹¹ A primeira formulação da hipótese de pesquisa para a dissertação de mestrado levava em conta a transformação e o movimento constante das coisas e a busca de um equilíbrio dinâmico para o espaço

No início do século XX São Paulo viveu um momento histórico onde ocorreu o crescimento galopante da população da cidade; este fenômeno mundial de crescimento demográfico foi decorrente dos avanços da medicina, conquistados lentamente no século anterior, e de um progressivo bem-estar social decorrente dos avanços científicos. Este aumento populacional foi muito mais sensível nos países “novos” ou “subdesenvolvidos” (SANTOS, 2012, p.42)¹² e, nos antigos Campos de Piratininga, foi ainda mais potencializado como fruto de um ciclo econômico agrícola e industrial que impulsionou o progresso vertiginoso da cidade: “São Paulo apresentava uma economia em rápida expansão e diversificação e demandava uma modernização crescente quando a Light se instalou para gerar e distribuir energia elétrica para tração de bondes e trens, iluminação de ruas e casas e força motriz industrial” (SAES, 1986, p.21)¹³.

habitado; dentro deste panorama a intenção de projeto passou a ser o objeto central. Este tema preliminar tinha o tempo e o espaço como objetos de estudo, objetos de pesquisa de difícil recorte. Nesta atividade especulativa e de pesquisa o capítulo “O Espaço Geográfico, um Híbrido” do livro “A Natureza do Espaço” de Milton Santos trouxe elementos que tornaram palpáveis a investigação intuitiva e embrionária que resultou no estudo atual (2002, p.90).

¹² No capítulo Metamorfose do Espaço Habitado (2012, p.42-43) Milton Santos discorre sobre a expansão da população mundial, seus períodos históricos e suas causas para introduzir como se deu a expansão dos espaços habitados e a criação de um meio geográfico artificial com o aumento da população urbana e o advento da modernidade após a revolução industrial.

¹³ Esta colocação faz parte da apresentação do artigo de Flávio Saes - Café, Indústria e Eletricidade em São Paulo - publicado na revista **História e Energia** nº1 de 1986, que aborda o Grupo Light no Brasil e na economia paulista; o surgimento da indústria e o monopólio e expansão do mercado de serviços públicos; a questão do capital estrangeiro.

Nas colocações do geógrafo Aziz Ab´Saber (2007, p.65), em termos de fisiografia geral brasileira, a região de São Paulo é um pequeno compartimento topográfico, de grande individualização morfológica no extenso conjunto de maciços antigos que constituem a porção sudoeste do Planalto Atlântico. Neste compartimento está contida a rede de drenagem do alto Tietê (imagem 01, p.8) que possui os vales principais com extensas e largas planícies de inundação que existiam antes dos serviços de retificação; redes de drenagem típicas de planícies de soleira, fortemente submersíveis (2007, p.78).

A canalização do rio Pinheiros e as obras de retificação do Rio Tietê, aliados à ação do sistema hidráulico criado pela Light, destruíram o antigo regime hidrológico da região. Enquanto a cidade permanecia nas colinas e por elas se expandia nas mais diversas direções e planos altimétricos, as várzeas paulistanas mantiveram-se com uma história urbana muito modesta e marginal. O encarecimento da vida e a valorização crescente e incontrolável do preço dos terrenos determinaram a extensão dos bairros de colina e da cidade sobre as grandes várzeas.

Após a recuperação extensiva, através dos serviços de retificação do Tietê e das modificações artificiais do regime do rio, impostas pelo sistema hidráulico da Light, surgiram novas possibilidades para o aproveitamento destas áreas de várzea.

As planícies dos rios, Tietê e Pinheiros, foram um dos elementos topográficos mais hostis à expansão da cidade. Na história da formação dos grandes blocos do organismo urbano, as várzeas principais da região de São Paulo exerceram um papel, negativo, de verdadeiras fronteiras naturais, impedindo a comunicação do tecido urbano entre os diferentes blocos da cidade. As obras de saneamento intensificaram o processo de urbanização e de implantação de infraestruturas urbanas de escala

Imagem 01- (AB'SABER, 2007, p.72) ¹⁴

¹⁴ imagem 01 – Rede de drenagem da região de São Paulo.

metropolitana, em ambas as planícies, permitindo a unificação dos diferentes blocos que formavam o núcleo urbano¹⁵.

Constatada a criação de um meio geográfico artificial, que se apropriou dos elementos herdados da natureza e alterou a compartimentação original do terreno das planícies aluviais paulistanas, em função de questões sociais e ambientais, fica o objetivo deste trabalho de analisar as opções de projeto adotadas pelo engenheiro hidroelétrico Asa White Kenney Billings na implantação das instalações do Complexo da Serra da Companhia Light, suas possibilidades técnicas, suas intenções e propósitos¹⁶. As várzeas do rio Pinheiros, de Santo Amaro até a confluência com o rio Tietê, receberam as usinas elevatórias de Traição e Pedreira, que transformaram o leito natural do rio em um canal de derivação das águas da Bacia do Tietê para a vertente oceânica da Serra do Mar, estratégia de projeto que foi objeto de glórias e críticas. Este eixo do projeto avançou sobre a cidade e delineou as infraestruturas de base para a futura ocupação

¹⁵ No capítulo -Os Elementos Topográficos do Sítio Urbano de São Paulo- Tese de Doutorado, Aziz Ab-Saber apresenta um panorama detalhado das características das diferentes topografias presentes na cidade. Nesta descrição dos elementos geológicos, o autor nos apresenta um depoimento histórico sobre a expansão urbana que se dava em cada elemento topográfico e suas peculiaridades no período de realização do trabalho, entre os anos de 1952 e 1956. Nesta fase, as obras do complexo da Serra de Cubatão já estavam concluídas e a ocupação das terras saneadas foi retratada e analisada, demonstrando a transformação da morfologia e da rede hídrica das planícies aluviais dos principais rios de São Paulo e sua modernização (AB-SABER, 2007, p.150-162).

¹⁶ As duas versões oficiais do projeto dos reservatórios e canais do Complexo da Usina Henry Borden, amparado nos estudos de Combate a Enchentes desenvolvido pela Comissão de Melhoramentos do rio Tietê do Município de São Paulo, foram propostas na década de 20 e dão apoio para as hipóteses e análises das obras de urbanização realizadas.

deste vasto território agregado à malha urbana. Seu desenho influenciou e influencia na forma metropolitana e contribui, até os dias de hoje, para o cotidiano do cidadão paulistano.

2. A modernidade, a força do sítio geográfico e o projeto.

A dissertação se desenvolverá com a leitura de ambientes espaciais e sociais criados pelo homem, como a construção de represas, canais e usinas de força que expressam algumas das preocupações especificamente modernas. Preocupações movidas pelo desejo de mudança, de autotransformação e de transformação do mundo ao redor.

O objeto de pesquisa é assim considerado como parte da experiência vital de tempo e espaço do chamado “modernismo”, caracterizado pelo insaciável desejo de crescimento que acelerou o próprio ritmo da vida no século XX. Os processos sociais deram vida a este turbilhão, mantendo-o em perpétuo estado de mudança.

“Modernização”, experiência ambiental que anula todas as fronteiras geográficas e coloca a sociedade em permanente movimento e interação com seu meio¹⁷.

O projeto do Complexo de Geração de Energia e Defesa Contra Inundações da Serra de Cubatão se inseria em um plano desenvolvimentista de larga escala e de longo prazo. A implantação desta infraestrutura demandava recursos financeiros elevados e visava incrementar as forças produtivas; para isso o poder público se aliou ao poder privado; o primeiro com a função de dirigir o trabalho como um todo e criar os recursos legais que viabilizassem a obra, e o segundo para executar a maior parte do trabalho e introduzir o capital internacional, capaz de reunir recursos materiais, técnicos e humanos. Este modelo moderno de desenvolvimento colocou o intelecto na

¹⁷ A introdução do livro **-Tudo que é Sólido Desmancha no Ar: A Aventura da Modernidade-** de Marshall

Berman apresenta o significado das raízes da modernidade. O tempo, o espaço e a constante transformação explícita neles são elementos primordiais para definir a modernidade em contraponto com os outros períodos históricos (BERMAN, 1986, p.15-16).

liderança das ações e permitiu aperfeiçoar e diminuir o tempo para a realização destas melhorias, com o incremento de novos mecanismos políticos e tecnológicos¹⁸.

O dinamismo presente na modernidade torna recicláveis as estruturas de produção e as relações sociais; o capitalismo burguês descarta as conquistas recém-formatadas, tornando-as obsoletas antes mesmo da sua estabilização. Neste transformar constante, o progresso segue adiante com formas cada vez mais lucrativas.¹⁹ Com a perspectiva de maior lucro e com o menor investimento, a urbanização, que resultou da recuperação extensiva das várzeas, não correspondeu à grandeza da ação sobre a geografia do lugar; as obras de infraestrutura metropolitana, realizadas nas terras saneadas pelas obras da Light, seguiram um modelo liberal de cidade que registra as mudanças materiais sem uma intervenção pública adequada para controlar estes fatos²⁰. Esta ausência do poder público na construção do espaço deixou lacunas significativas para a qualificação urbana destas novas regiões habitadas de São Paulo.

¹⁸ No capítulo “O Fausto de Goethe: A tragédia do desenvolvimento” (BERMAN 1986, p.72-73) o autor define o “modelo Fáustico” de desenvolvimento que confere prioridade absoluta aos gigantescos projetos de energia e transporte em escala internacional presentes nas ambições modernas. Esta definição foi amparada na leitura literária das grandes obras de infraestrutura. Fazendo um paralelo, podemos transpor, para o contexto da cidade de São Paulo, a implantação do Complexo da Serra de Cubatão como uma obra “Fáustica”, considerada a grande obra de engenharia no Brasil na primeira metade do século XX.

¹⁹ No capítulo “Tudo o que é Sólido desmancha no ar: Marx, Modernismo e Modernização” (BERMAN, 1986, p.87-89) o autor analisa o Manifesto Comunista de Marx não só pela dialética do proletariado/ burguesia e a luta entre ambos, mas coloca uma visão da vida moderna como diluidora de todos os valores e conquistas materiais para logo depois reinventá-las, uma celebração da burguesia e do mundo por ela criado com todo seu poder revolucionário, a autodestruição inovadora presente na modernidade.

²⁰ No artigo *a Cidade na História*, Leonardo Benevolo (2009, p.23) toma como modelo a situação européia e apresenta dois processos: o desenvolvimento material e tecnológico da cidade e o desenvolvimento das formas

Para compreender historicamente o desenvolvimento da cidade sobre os Campos de Piratininga, com a superação do obstáculo natural das terras alagáveis e sua posterior ocupação, é fundamental atrelá-lo ao fator geográfico que determinou a formação do principal núcleo urbano da região nesta localidade (PRADO JR, 2012, p.101). As causas que determinaram a grandeza de São Paulo vêm atuando desde o início da colonização e se mantêm até hoje com todas as transformações econômicas, sociais e políticas ocorridas no Brasil. Estabeleceu-se aqui o primeiro centro habitado do Planalto Atlântico, proporcionado pelo estreitamento da faixa costeira e uma passagem de Serra com só um a abrupto para vencer e que depois disso encontrava um terreno plano de percurso fácil. Fixado o ponto inicial de partida do povoado e colonização do planalto, a localização privilegiada se confirmou por ser São Paulo o centro natural do sistema hidrográfico da região, de onde se irradiam, em quase todas as direções, vias naturais de comunicação que são os cursos d'água. São Paulo ocupa o centro de comunicação do planalto, sendo o Caminho do Mar o mais importante (PRADO JR, 2012, p.109-116).

Com o movimento de expansão da região no século XIX, tendo como base econômica principal os produtos agrícolas como o café e o açúcar, a capital conservou sua posição central e sua hegemonia urbana. Um último fator, derivado dos já citados, veio completar esta obra de consolidação da hegemonia paulistana: a localização das indústrias. Neste aspecto, São Paulo apresenta as maiores vantagens, inclusive a capacidade de gerar a energia necessária para esta atividade. Inicialmente com o curso encachoeirado do Tietê, logo adiante do núcleo urbano, e em seguida com a

utilização do formidável desnivelamento da Serra do Mar para fornecer força hidráulica em abundância. “O Desenvolvimento de São Paulo é fruto do progresso de toda esta parte, a mais rica do Brasil, de que a cidade é o centro econômico natural e necessário” (PRADO JR, 2012, p.120-121)²¹.

Neste processo de modernização da Nação, São Paulo apresentou um crescimento urbano vertiginoso e uma demanda crescente por energia. Para atender a esta demanda, a São Paulo Tramway, Light and Power Company Ltd realizou o monumental e revolucionário projeto hidroelétrico da Serra do Cubatão, que verdadeiramente mudou o curso das águas da Bacia do Tietê. Antes, corriam para o interior do continente rumo ao Rio Paraná e agora são despejadas no oceano, transpondo a Serra do Mar. Com a conclusão dos sistemas de reservatórios do complexo, a reserva de energia potencial, ali acumulada, era aproximadamente 30 vezes superior ao que era disponível em 1925, data de apresentação do projeto (LIGHT, 1929, p11-22)²².

²¹ Em 1935, Caio Prado Jr publica, na revista *Geografia* n°3 (órgão da Associação dos Geógrafos Brasileiros), o artigo *-O fator geográfico na formação e no desenvolvimento da cidade de São Paulo-* em que demonstra a influência da geografia para a história do maior centro urbano localizado em um Planalto, a mais de 700m do nível do mar. As observações in loco feitas no estudo de campo realizado pelo autor, junto ao geógrafo francês Pierre Deffontaines, para o artigo, retratam a expansão urbana de São Paulo no período de implantação do complexo energético da Serra de Cubatão.

²² O segundo volume da revista *Light*, publicado em 1929, pela própria companhia, apresenta um artigo denominado “Projecto de desenvolvimento hydroelétrico da Serra do Cubatão” que dá um panorama das obras que estavam a realizar na época. Neste artigo, o projeto é apresentado com um caráter heroico, em que a companhia assume a construção das bases para o progresso e se vangloria da grandeza da obra de engenharia que se realizava naquele momento.

Imagem 02 - Foto: arquivo Fundação Energia e Saneamento²³

²³ Imagem 02 - Vista frontal da secção externa da usina Henry Borden.

A escala do projeto apresentado pela “Light” respondeu à demanda por energia que a cidade apresentava, segundo Caio Prado Jr em seu artigo (2012, p.101-121). A geografia do lugar proporcionou as condições para a expansão da cidade e essa mesma condição geográfica condicionou a estratégia de projeto adotada para o Complexo da Serra. A especificidade da solução de reversão das águas da Bacia do Tietê, pelo canal de derivação do rio Pinheiros, só foi possível pela peculiaridade do sítio, onde nas fraldas da Serra do Mar nasce o fio de água que, mesmo a poucos quilômetros do oceano, tem seu fluxo direcionado para o interior do continente. A engenhosidade da obra e o grau de intervenção praticados no ambiente transformaram este projeto na vitrine das ações da “Light” no país; mais do que atender a uma demanda específica, este complexo se tornou um exemplo das possibilidades que os novos avanços científicos e tecnológicos proporcionavam ao bem estar da sociedade. A ação feita mudou a estrutura dos rios da cidade de São Paulo, nas palavras de Giulio Carlo Argan “O projeto é, no sentido mais atual e preciso do termo, estrutura. Traçando as linhas mestras segundo as quais se desenrolará a existência da sociedade, [...] já que a estrutura não é concebível como forma acabada e imóvel, mas como estruturação [...]” (2004, p.51)²⁴. Esta direção assumida pela “Light”, e legitimada pelo estado regulador dos serviços públicos, seguiu um plano comprometido com o progresso e a modernização da sociedade brasileira, plano este ainda inacabado.

²⁴ No livro **Projeto e destino**, Argan apresenta o projeto como plano: “Devemos encarar o plano na sua objetividade: é um conjunto de signos, uma escrita em código [...] Em outros termos, o plano não é um projeto de uma ação futura, mas um agir no presente segundo um projeto. [...] Assumindo como forma autônoma e significativa, o plano é a forma específica da *intencionalidade*, no sentido preciso, husserliano do termo: pode-se dizer também que o planejar é uma redução fenomenológica [...]” (2004, p.50-51).

Concomitantemente a este plano progressista, a introdução do capital internacional e os novos negócios que surgiam fortaleciam as elites nacionais e os grandes trustes e cartéis internacionais, evidenciando a existência de um plano conservador para a nação²⁵.

A infraestrutura do Complexo da Serra, instalada na época, tinha como prioridade gerar energia; mesmo com este objetivo bem delimitado, outras demandas foram incluídas para legitimar uma intervenção deste porte na natureza dos rios. Uma delas foi a incorporação do combate às enchentes ao sistema do complexo. O reservatório Guarapiranga, que servia de regulador do fluxo de água para a Usina de Parnaíba²⁶, a primeira da Companhia no Brasil, passou a contribuir com o abastecimento de água da cidade e a drenagem das várzeas do Rio Pinheiros permitiu que novos terrenos fossem incorporados à área urbanizada de São Paulo, com a “Light” capitalizando sobre esta ação imobiliária. No decorrer do tempo, novos usos foram agregados ao Complexo da Serra e as prioridades se alteraram. Hoje este sistema estruturado pode dar sequência ao movimento que agrega novas funções à infraestrutura já instalada e

²⁵ “O grupo Light foi uma criação típica da nova era capitalista, surgida entre meados do século passado e início da Primeira Guerra Mundial e caracterizada pela substituição da livre concorrência pelos monopólios, pela exportação maciça de capitais para os países coloniais e dependentes e pela formação de grandes empresas internacionais” (SZMRECSÁNYI, A era dos trustes e cartéis, 1986, p.6-20). Para a entrada e estabelecimento destas novas empresas a elites, econômica e política, atuaram de forma determinante (MARANHÃO. McCrimmon. Revista Memória Eletropaulo 1989, p.35-38).

²⁶ Em 23 de Setembro de 1901 é inaugurada Usina de Parnaíba, a primeira da “Light” no Brasil. A hidroelétrica de Parnaíba foi decisiva para que a Companhia pudesse estender suas linhas de bondes, iniciar o fornecimento de força às indústrias e disputar com a São Paulo Gás a iluminação de ruas e residências (A Chegada da Light: os fatos; Revista História e Energia vol. 01, p.4-5. 1986).

contribuir para as questões ambientais contemporâneas, não com a negação da técnica que a Usina representa, mas vislumbrando-a como inovação técnica interagindo com a “rede de atores, humanos e não humanos” ²⁷.

²⁷ A noção de rede, desenvolvida por Bruno Latour, considera que o social é constituído pelo entrelaçamento entre seres humanos e objetos (não humanos); referindo-se a “fluxos, circulações, alianças e movimentos”, e não a uma entidade fixa, aponta para uma transformação na maneira em que a ação é localizada e colocada; a ação não está isolada, se torna importante olhar os eventos e as consequências práticas para seus atores (2010).

I. Um panorama das ações históricas na planície aluvial paulistana

Nos contrafortes da face ocidental da Serra do Mar, brotam águas limpas de um terreno cristalino. Este pequeno fio d'água, ao rumar ao interior, ganha volume com a água de vários contribuintes vindos das fraldas serranas e atinge uma planície sedimentar, cercada por colinas, conhecida como Campos de Piratininga, desde séculos atrás, e hoje ocupados por milhares de edificações paulistanas (PONTES, 1992, p.9).

Um conjunto de ações, com propósitos definidos, transformou o sitio original da Bacia de São Paulo com um projeto de estruturação das bases materiais para o desenvolvimento econômico da metrópole; este projeto determinou que as áreas das planícies fluviais, naturalmente impróprias, fossem metamorfoseadas radicalmente para permitir sua ocupação. Após a superação do entrave para a expansão urbana sobre este território conquistado, estabeleceu-se uma estratégia para a implantação das principais atividades geradoras do desenvolvimento nas antigas várzeas dos principais rios da cidade, o Tietê e o Pinheiros (FRANCO, 2005, p.10)²⁸.

Os agentes que atuaram e atuam sobre a construção deste ambiente urbano são muitos e de naturezas diferentes; as ações envolveram escalas distintas e resultaram em impactos variados; dentro deste universo dinâmico de movimentos propositados, o objeto se definiu sobre a matéria que permitiu alterar a essência do lugar: a água e suas múltiplas funções. A ocupação da região, hoje estruturada, só ocorreu após a

²⁸ Na sua tese de doutorado, Fernando Melo Franco (2005) apresenta uma hipótese de estruturação da metrópole através de uma conformação técnica das várzeas da Bacia de São Paulo; foi um caminho escolhido deliberadamente para o progresso e o desenvolvimento da metrópole, sendo esta uma decisão de projeto explícita no espaço da cidade.

conclusão das obras de infraestrutura promovidas pelos dois agentes protagonistas da transformação das planícies aluviais paulistanas: o Estado Nacional e a Companhia operadora de serviços públicos, a “Light”²⁹.

A manipulação do recurso natural das águas apresenta múltiplas utilidades públicas e as prioridades sobre tal riqueza se alteraram ao longo do século XX. Historicamente, os rios paulistanos eram referenciais importantes para transporte. O início da expansão urbana trouxe questões de saneamento e retificação de alguns trechos; com a chegada da modernização, a geração de energia tornou-se prioritária e sua base era a força hidráulica; com o crescimento da metrópole surgiram questões urbanas crônicas de controle de enchentes, abastecimento de água e diluição de efluentes (VASCONSELLOS, 1995).

Situar, historicamente, os anos de 1924-27 e os projetos, apresentados pelo engenheiro hidráulico Asa White Kenney Billings e pelo engenheiro Sanitarista Francisco Saturnino de Brito, para a Bacia de São Paulo, é conteúdo indispensável para compreender os propósitos técnicos, políticos e econômicos contidos nas soluções espaciais apresentadas pelos dois protagonistas das obras realizadas, ações que alteraram a estrutura morfológica das extensas planícies paulistanas.

²⁹ O Decreto de 1934 de nº 24.643 apresentava O Código das Águas que, na época, regularizava o uso das águas e as definia como de utilidade pública. Esta Lei contribuiu para a viabilidade legal e a realização das obras estruturais na Bacia do Tietê praticadas pela Companhia Light e pelo Município de São Paulo.

1. Controle de inundações, abastecimento público de água e diluição de efluentes na cidade de São Paulo.

“A água é elemento fundamental para todas as formas de vida, animal e vegetal, sendo utilizada pelo ser humano de várias formas, em todas as fases do ciclo hidrológico, que se constitui em precipitações atmosféricas, escoamentos superficiais, subterrâneos e evaporação” (SOUZA, 1995, p.30).

Para conhecer os fatores hidrológicos que regulam a área de uma bacia hidrográfica é necessário estruturar uma rede de levantamento de dados fluviométricos e pluviométricos e dispor de tempo para traçar períodos longos de observação, obtendo séries históricas das condições hidrológicas da bacia; os resultados dos dados levantados amparam as ações para armazenamento de recursos hídricos, regularização dos cursos d'água, controle de inundações, navegação, diluição de efluentes, lazer e uso do potencial hidroelétrico, obras praticadas pela sociedade nas áreas antropomorfizadas.

Em 1885, o presidente da província de São Paulo convidou o engenheiro Orville Adelbert Derby, americano do Estado de Nova York, para elaborar um plano para a criação de serviço capaz de reunir informações geográficas precisas da região. O convite do mestre de Geologia Física, o professor Charles Frederic Hartt, levou Derby a participar de duas expedições no Brasil, em 1870 e 1871; em seguida ingressou na “Comissão Geológica e Mineralógica do Império do Brasil”, criada em 1875 e extinta em 1877(SOUZA, 1995, p.31-32). Num período de dezenove anos, contados a partir de 1886, a “Comissão Geográfica e Geológica da Província de São Paulo”, composta por um corpo técnico gabaritado e dirigida por Derby, apresentou trabalhos sobre

geografia, geologia, meteorologia, botânica, arqueologia, etnografia, terminologia indígena, história e outros. Destes estudos resultou, em 1887, a criação oficial do serviço meteorológico do Estado de São Paulo.

Em 1892 foi criada a Comissão de Saneamento da Província de São Paulo, após um surto de febre amarela, que providenciou a instalação de séries de escalas para observações de níveis d' água da bacia do rio Tietê; as observações foram feitas diariamente até 1898, quando foi dissolvida a comissão (SOUZA, 1995, p.33-34). Estes dados obtidos através dos levantamentos metódicos realizados por iniciativa do poder público foram relevantes para a Companhia Light definir, em 1899, o local de instalação da sua primeira usina hidroelétrica; após esta fase, a Light assumiu os estudos de hidrologia em suas áreas de concessão.

Em 1866, o então presidente da Província de São Paulo demonstrou o intuito de dissecar os terrenos das margens do Tietê e Tamanduateí para que fossem utilizados. O movimento de saneamento da várzea levou as cheias dos rios, naturais e periódicas, a inundarem as áreas urbanas que se apropriaram das planícies aluviais. Surgia o histórico problema das enchentes em São Paulo! Para muitos, ele foi agravado pelas obras realizadas pela companhia Light³⁰.

³⁰ Em artigo intitulado “Enchentes em São Paulo”, Catullo Branco, engenheiro e especialista em energia elétrica, apresenta um parecer sobre a polêmica do alteamento da barragem em Santana do Parnaíba e sua influência nas enchentes, com base nas informações fornecidas pela própria Light, na época da conclusão da obra: “A fim de permitir o aproveitamento de maior volume de água da bacia do Tietê para produção de energia elétrica na Serra do Mar, foram decididas a elevação da antiga Barragem Edgar de Souza e a construção de outra em Pirapora. Em consequência dessa obra o remanso das águas se estenderá a todo o trecho do Rio Tietê fronteiro à cidade de São Paulo, para além da barra do Rio Pinheiros, alçando quase o nível de Guarulhos” (BRANCO, 1995, p.46-47).

O Alto Tietê, com o rápido crescimento da cidade de São Paulo, passou a ser considerado o principal manancial de água potável, em uma perspectiva de longo prazo. Em 1904 foi recomendado, pela Repartição de Águas do Estado de São Paulo, que se organizasse um plano de estudo para as águas do Tietê. Em 1912 foi apresentado um primeiro estudo, pelo engenheiro Henrique Novais, para a capacitação e adução das águas do Rio Claro, nas cabeceiras do Rio Tietê. Este tema não estava em pauta apenas para o Estado de São Paulo, responsável pelo suprimento de água na capital, mas era assunto prioritário para a municipalidade, que tinha interesse no controle das águas do Tietê. O Município de São Paulo contratou os serviços do eminente engenheiro nacional, Saturnino de Brito, que apresentou um extenso projeto de obras necessárias ao completo controle do principal rio da cidade (BRANCO, 1995, p.48-49). Estas obras abarcavam múltiplas funções: o combate às enchentes, a navegação, a diluição de efluentes e o lazer nas áreas ribeirinhas. As obras elencadas neste relatório emitido pela “Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê”, em 1926, tinham como responsáveis tanto a municipalidade como o Governo do Estado.

Com as sucessivas concessões sobre os mananciais obtidas pela Companhia Light, a partir de 1925, e com o intuito de viabilizar a Usina Hidroelétrica de Cubatão, os princípios básicos do global e exequível projeto de Saturnino de Brito foram gradualmente alterados³¹, cedendo espaço para uma solução técnica engenhosa, mas

³¹ Catullo Branco, no artigo sobre o controle das enchentes em São Paulo, cita a opinião do ilustre engenheiro Plínio Whitaker, diretor da Repartição de Águas e Esgotos, que se manifestou da seguinte forma, em 1952, sobre a não regularização do Alto Tietê: “Preferiu a empresa concessionária de energia elétrica [Light] aproveitar as águas do Rio Tietê em regime de vazão variável, de acordo com as descargas naturais do rio, em vez de o fazer em regime uniforme, por meio do represamento das águas a montante de São Paulo. Esta

localizada³², que colocou os interesses da geração de energia em primeiro plano. Essa solução levou a uma estruturação física e econômica, colocando o controle das enchentes na capital a serviço dos reservatórios que alimentavam a Usina da Serra (BRANCO, 1995, p.53-59). Esta solução técnica, que alterou a estrutura hídrica da Bacia de São Paulo, permitiu uma sinergia entre as obras de saneamento e abastecimento de água com as obras de geração de energia; todavia, deixou a questão da diluição de efluentes e da navegação para as gerações futuras equacionarem.

A necessidade de retificação do Rio Tietê justificou-se pelo crescimento da cidade e de questões sanitárias pertinentes a sua ocupação. No Rio Pinheiros, a retificação e saneamento da várzea se anteciparam, com relação a sua urbanização, em função da ligação com os programas de produção de energia postos a cabo pela Light. Grandes obras de infraestrutura, que alteravam o sistema de drenagem dos principais coletores da Bacia de São Paulo, estavam condicionadas à execução de longa duração; estas ações se estenderam por quase trinta anos e percorreram tempos econômicos, sociais e políticos distintos da vida de São Paulo, fato que permitiu várias mudanças de concepção e execução dos projetos originais, que continham intenções visivelmente contraditórias (SEABRA, 1995, p.67).

solução foi por ela adotada há mais de 20 anos, tendo em vista somente o seu próprio problema” (BRANCO, 1995, p.59).

³² O Projeto da Serra apresentado pelo engenheiro hidroelétrico Asa W. K.Billings, em 1927, modificava a primeira solução, que previa uma sequência de reservatórios no Alto Tietê, para a construção de um grande reservatório no Rio Grande e a transformação do Rio Pinheiros em um canal de derivação das águas da Bacia do Tietê, que passaram a servir à geração de energia e resolviam, na escala das concessões da Light, a crescente demanda de energia.

A apropriação dos rios e das várzeas paulistanas, através da canalização e da drenagem, pelo capital social, tanto para geração de energia como para abrigar as obras de infraestrutura de transporte, que pousaram sobre os terrenos saneados, foi o caminho da socialização dos bens naturais; esta apropriação se deu pelo viés da produção material de riquezas, integrando as planícies aluviais e os recursos hídricos ao circuito produtivo do capital privado e subtraindo os espaços públicos ribeirinhos dos habitantes da cidade (SEABRA, 1995, p.70).

O sistema hidroenergético do complexo da Serra de Cubatão, em sua situação atual, atende a três configurações distintas de esquemas operativos: operação essencialmente energética, operação de saneamento e operação de controle das cheias. De acordo com as regras e procedimentos, atualmente em vigor, as ações com foco no controle das enchentes, nas bacias do Alto Tietê e Cubatão, são prioritárias em relação a qualquer outro uso das águas. A implantação do sistema hidroenergético da Light desempenhou um papel importante ao atenuar as enchentes do Rio Tietê, tornando possíveis o saneamento e recuperação de extensa faixa de terras na várzea do Rio Pinheiros (MAFFEI, 1995, p.77-83).

A contribuição, para o controle das cheias na metrópole, do sistema proposto pela Light é notória até os dias de hoje. Esta ação priorizou a geração de energia e a exploração imobiliária. Como mencionado anteriormente, não resolveu o problema das enchentes, agravado ao longo do tempo com o crescimento da metrópole, e descartou questões como a navegação e o lazer nos rios da cidade.

As obras do Complexo da Serra não excluem a necessidade de contenção das águas, no Alto Tietê, para outros usos importantes dos recursos hídricos, como o combate às

enchentes e a navegação nos rios de São Paulo³³. Estas funções estavam contidas no estudo aprofundado e completo do problema hidrológico da região apresentado, em 1925, pelo maior especialista em hidráulica fluvial e sanitária do nosso país, o engenheiro Francisco Saturnino de Brito, projeto que se mantém atual quase um século depois da sua publicação³⁴.

O plano inicial do Projeto da Serra foi entregue ao Ministério de Obras Públicas (Requerimento A-471) em 10/03/1925. Uma das justificativas para o projeto era que este compartilhava os objetivos de controle de enchentes, estudadas pela Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê. O plano foi aprovado pelo Decreto Federal 16.884 de 27/03/1925, sem mencionar o problema das enchentes. Em paralelo, a Light encaminhou à Secretaria de Agricultura, Comércio e Obras Públicas do Estado de São Paulo, em 22/08/1925, o plano detalhado (Requerimento A-386), destacando que o alinhamento das obras de retificação do leito do Rio Tietê, de armazenamento e desvios de enchentes, fossem combinados com a produção de energia elétrica. Assim, o problema ficaria economicamente resolvido. Diante destas vantagens, o plano foi aprovado, em 29 de Dezembro de 1925, por Lei Estadual 2109 (HELOU, 1995, p.138).

³³ Ao longo do século XX, muitas obras de canalização dos rios e córregos da cidade, substituições de pontes, reservatórios de retenção de água foram implantados pelo poder público para amenizar o problema estrutural das enchentes na cidade de São Paulo; ações que envolveram o Município, o Estado e a Federação.

³⁴ Hoje, estão em pleno desenvolvimento, projetos de implantação de sistema de transporte fluvial na cidade de São Paulo, pelos órgãos responsáveis. Nestas propostas estão previstos, ao longo da Bacia de São Paulo, os reservatórios do Alto Tietê, bem como construção de eclusas, entre outros equipamentos de infraestrutura e lazer (<http://www.metropolefluvial.fau.usp.br/>).

A cota do Reservatório do Rio Grande, prevista no plano, era de 738 metros. Nesta cota, o reservatório teria um volume de 300 milhões de metros cúbicos. Em 1927, o projeto inicial seria profundamente alterado porque o governo do Estado concordou com a retirada dos túneis e canais de interligação entre os Reservatórios de Taiaçupeba do Alto e do Rio Grande, bem como sua substituição por novos percursos através dos rios Tietê e Pinheiros, transformando o rio Pinheiros em canal de declividade negativa e de derivação das águas da Bacia de São Paulo, dotado de estações de bombeamento. O Requerimento A-1331, de 09/11/1927, dizia: “A canalização do rio evitará definitivamente as inundações, as mudanças de curso, os depósitos de aluvião e saneará a região, facilitando as drenagens dos brejos e águas estagnadas [...] A tudo isso se pode acrescentar a conveniência da construção de avenidas laterais, ramais de estradas de ferro e outros meios de transporte, por cuja realização por Suplicante, auxiliada pelos proprietários, se interessará, a fim de criar nas margens do rio Pinheiros um dos mais valiosos bairros fabris, operário e residenciais de São Paulo.” O requerimento que solicitava esta revisão incluía a elevação do nível do Reservatório do Rio Grande até a cota 747m, que elevava o volume armazenado para 1,2 bilhões de m³ (HELOU, 1995, p.138).

A alteração do projeto original teve aspectos técnicos, de redução de custos e aumento de ganhos no aproveitamento energético dos recursos hídricos, somados a perdas ambientais profundas e estruturais no sistema hídrico da região, que fundiu os reservatórios dos mananciais com as águas que fazem a diluição dos efluentes urbanos. Além disso, o sistema é praticamente irreversível porque a várzea saneada do Rio Pinheiros é dependente do bombeamento realizado pelas usinas elevatórias de Traição e Pedreira (HELOU, 1995, p.141-143).

Com a derivação das águas do Rio Tietê pelo canal do rio Pinheiros, a construção dos reservatórios do Alto Tietê, para a geração de energia, não era mais necessária. Se mantidos estes reservatórios, sem as conexões de bacias, haveria apenas ganho energético de regularização; em compensação, deixando de executá-los, os benefícios de sua contribuição para a regularização da vazão do Rio Tietê, necessários ao controle das enchentes e à navegação não ocorreriam. Na época da realização das obras de retificação do leito do rio Pinheiros a Light manteve os dois planos, segundo o requerimento A -1.331 de 09/11/1937 (HELOU, 1995, p.142).

O problema relativo aos múltiplos usos da água, provocado pelo desvio Tietê-Pinheiros-Billings, resultou da evolução de diversos fatores ao longo das décadas, em decorrência do desenvolvimento urbano da Região Metropolitana de São Paulo. Para compreender os benefícios e os equívocos das opções de projeto, adotadas entre 1924-27, é importante demonstrar a transformação das prioridades no uso da água, em cada momento, relacionando-as com as obras implantadas pela Companhia Light, à época:

1º estágio (1901-1925) – Inicia-se o aproveitamento hidroenergético do Alto Tietê com a Usina de Parnaíba e a construção da barragem do Reservatório de regularização de Guarapiranga (1908).

2º estágio (1926-1929) – Implantada a primeira etapa do Projeto da Serra, com a construção da barragem do Rio das Pedras na vertente oceânica e a instalação do primeiro gerador da atual Usina Henry Borden. Em 1927, é construído o Reservatório do Rio Grande, interligado ao Reservatório do Rio das Pedras por um canal e vencendo o espigão da Serra do Mar, dando condições de expandir a capacidade da Usina e iniciando a reversão das águas, originalmente pertencentes à vertente

continental, para a vertente marítima. Nesta fase o sistema passa a ter um segundo uso, prioritário, designando-se o Reservatório Guarapiranga para o abastecimento público de água.

3º estágio (1930-1954)- Realiza-se a segunda etapa do Projeto da Serra, com a implantação das obras do desvio Tietê-Pinheiros-Billings, com a construção do canal e das elevatórias de Pedreira (1939), da Usina Elevatória de Traição (1940) e da Estrutura do Retiro na confluência dos dois rios. Completa-se a capacidade instalada de geração na Seção Externa da Usina Henry Borden. Nesta época, o uso do Reservatório de Guarapiranga para abastecimento público de água se intensificou e introduziu-se um terceiro uso importante, relativo ao controle de inundações.

4º estágio (1955-1961) - O projeto da Serra é concluído com a introdução da reversão do Rio Juqueri, com a construção da Barragem de Pirapora e a transformação da Usina de Parnaíba de geração de energia para uma usina elevatória, e completa-se a capacidade da Usina Henry Borden com a implantação da Seção Subterrânea. Em 1958 é introduzido o uso de abastecimento público de água ao braço do Rio Grande, um dos formadores do atual Reservatório Billings (VASCONCELLOS, 1995, p.120-121). Podemos citar outros usos para as águas servidas pelo sistema do Projeto da Serra: a utilização da água lançada Serra do Mar abaixo por parte de importantes indústrias implantadas na região, para o abastecimento público de água complementar para a Baixada Santista, para atividades de lazer em trechos dos reservatórios Guarapiranga e Billings. Além disso, agrava-se o problema de poluição das águas pelo não tratamento de efluentes domésticos, levando a uma degradação ambiental do reservatório Billings e dos principais rios urbanos de São Paulo. O uso inicial de geração de energia foi sendo preterida. Com o desenvolvimento urbano da cidade

viabilizaram-se as obras de implantação e manutenção das instalações, propiciadas pela venda de energia e pelas ações imobiliárias decorrentes do saneamento das várzeas (VASCONCELLOS, 1995, p.126).

A configuração do sistema e os interesses presentes em cada uso eram, muitas vezes, conflitantes. Exemplificando: a diluição de efluentes gera prejuízo para todos os outros usos; com o aumento de lançamentos, nos corpos d'água, de efluentes não tratados provocou-se um impacto ambiental muito sério, independente do destino dado às águas (reservatório Billings ou a jusante do rio Tietê). Em 1992, o governo do Estado, através da Secretaria de Meio Ambiente e de Energia e Saneamento, baixou a Resolução Conjunta SMA/SES-3/92 suspendendo, por tempo indeterminado, o bombeamento das águas poluídas do rio Pinheiros para o sistema Billings, exceto em cinco situações excepcionais, a exemplo: o controle de enchentes, evitando uma acentuada redução da capacidade do reservatório para atendimento emergencial de energia na região (VASCONCELLOS, 1995, p.130).

Na atual configuração do sistema implantado pelo Projeto da Serra percebe-se a prioridade do controle de enchentes, nos canais urbanos, e a prioridade do abastecimento público de água, nos reservatórios dos mananciais, tendo a geração de energia, na Usina Henry Borden, reduzida a 10% do seu potencial. Nesta conjuntura, a reconquista do potencial energético da Usina Henry Borden, que pela sua localização (no centro da carga de consumo) é peça estratégica do complexo energético já implantado, representa mais uma vez a oportunidade de utilizar os recursos, advindos da venda de energia, em recuperação ambiental das várzeas paulistanas, que desfilam suas águas, em estado deplorável, nos principais eixos estruturadores da metrópole. O Rio Pinheiros pode ser descrito, hoje, como dois lagos entrincheirados entre os

reservatórios do Projeto da Serra e a confluência com o Rio Tietê; uma água parada, sem movimento, sem vida.

2. A Companhia Light e a produção de energia na Bacia do Tietê.

Em 1870, uma comissão de engenheiros, chefiada por Orville Derby, fez um levantamento topográfico da bacia do Tietê. Os dados foram base para o estudo do engenheiro norte-americano Hugh L. Cooper, para a primeira usina da Light, realizado em 1899. Cooper era especializado em hidráulica e estava vinculado ao escritório de engenharia de Frederick Stark Person, em Nova York. Os estudos resultaram na escolha do local conhecido como Cachoeira do Inferno, no rio Tietê, perto da Vila de Parnaíba e a jusante da Cidade de São Paulo, distante 33 km. Destes, 20 km eram servidos pela linha férrea Sorocabana (English Railway). A Usina de Parnaíba foi o movimento inicial da implantação da Light no Brasil. Representou a primeira hidroelétrica que pode ser considerada de grande porte, para os padrões da época. A construção enfrentou e superou dificuldades como a falta de infraestrutura de transporte e comunicação, a escassez de mão de obra qualificada e a necessidade de importar todo o maquinário, e até o cimento, requerido para as edificações, sendo concluída em um prazo recorde. De 1901 a 1914 a usina foi a principal fonte de energia elétrica utilizada e distribuída pela Light em São Paulo (ELETROPAULO, 1986, p.54).

A apropriação e interferência na Bacia de São Paulo, com a finalidade de geração de energia, pela Companhia Light, foi estratégica para a consolidação dos serviços públicos básicos na cidade de São Paulo. Estes serviços de comunicação, transporte, geração e transmissão de energia foram fruto da segunda revolução industrial, e representaram a modernidade que se instaurava globalmente³⁵.

³⁵ O sentido de modernidade aplicado se apoia na visão de Marshall Bermann (1986).

A Light chegou a São Paulo a partir da união de forças econômicas e políticas locais, que facilitaram as concessões municipais dos serviços públicos básicos, com grupos internacionais que detinham os conhecimentos técnicos e os vultosos recursos requeridos para os empreendimentos. Um grupo de capitalistas canadenses, articulados pelo engenheiro norte-americano Frederick Stark Pearson, entre os quais James Gunn e Willian Mackenzie, presidente da Canadian Northern Railway, fundaram a The São Paulo Railway Light and Power Company Limited, com sede em Toronto, em sete de Abril de 1899 (ELETROPAULO, 1986, p.4-5).

As técnicas aplicadas pela Companhia Light haviam surgido algumas décadas antes e se difundiram pelo globo, marcando transformações na forma de produção e de hábitos sociais. Entre estas inovações pode-se citar o registro da patente do telefone, em 1876, e o registro da patente, por Thomas A. Edison, da lâmpada incandescente, em 1879. No mesmo ano, Werner Son Siemens fez a demonstração da primeira ferrovia eletrificada, na Exposição Industrial de Berlin (SAES, 1986, p.22). Estes novos recursos de comunicação, mobilidade e produção ampliaram as possibilidades de ação e marcaram uma nova era do capitalismo. Nesta, a chegada da Light se insere³⁶. A energia elétrica aplicada na iluminação, no transporte, na comunicação, veio afirmar o novo tempo da indústria, utilizando-se de técnicas que potencializavam as ações do homem sobre seu meio e canalizavam alterações significativas no sistema econômico

³⁶ “O Grupo Light foi uma criação típica da nova era capitalista, surgida entre meados do século passado e início da Primeira Guerra Mundial. Caracterizada pela substituição da livre concorrência pelos monopólios, pela exportação maciça de capitais para os países coloniais e dependentes e pela formação de grandes empresas internacionais” (SZMRECSÁNYI, 1986, p.6).

e político dos países que se modernizavam³⁷. A nova energia dominante marcou uma época de grandes transformações urbanas. A Companhia Light fixou-se em São Paulo e com isto ocorreu um “tsunami de modernização”, atingindo a todos, independentemente de classe social e ideologia. Esta onda de inovações e conquistas urbanas na cidade está retratada nos poemas de Oswald de Andrade, como *Postes da Light*, da coletânea *Pau Brasil*. Os retratos do cotidiano de São Paulo, contidos no poema, mostram a dinâmica frenética que os adventos científicos trouxeram aos novos tempos. Todo esse dinamismo foi captado pelos principais movimentos culturais da época e sintetizado pela Semana de Arte Moderna de 22³⁸.

Esta movimentação econômica e cultural foi um fenômeno em escala mundial; as novas descobertas deram sequência ao advento da ciência e contribuíram ainda mais, para a expansão do capitalismo, do que a primeira revolução industrial. O período, situado entre meados do século XIX e o início da Primeira Guerra Mundial, marca a consolidação e a expansão do sistema capitalista em âmbito internacional. O imperialismo permitiu a difusão desse sistema, transformando as relações econômicas internacionais e gerando uma dicotomia entre os países centrais, altamente industrializados e exportadores de tecnologia e capital, e países capitalistas periféricos, especializados na produção e exportação de algum gênero primário, mas

³⁷ A evolução tecnológica, em que a eletricidade foi descoberta de primeira importância, está bem retratada no Artigo de Ruy Gama, *Os Caminhos da Luz* (GAMA, 1988, p.9-13).

³⁸ O poeta de vanguarda, o brasileiro Oswald de Andrade, tem em sua obra o tema recorrente da transformação urbana da cidade de São Paulo. Os feitos da Light são explicitados e documentados, no artigo *Luzes da modernidade*, de Benjamin Abdalla Junior. A chegada dos novos avanços tecnológicos e sua relação com os movimentos culturais, ocorridos em São Paulo, é abordada e exemplificada (ABDALLA JR, 1988, p.14-17).

principalmente importadores. Esta nova fase do capitalismo resultou de um excesso de produtividade, proporcionada pelos novos adventos tecnológicos e pela crescente concentração dos capitais, que provocou a expansão das fronteiras econômicas e políticas, a transformação dos mecanismos empresariais e a crescente subordinação do Estado aos interesses deste capital acumulado³⁹. O investimento estrangeiro, nos países capitalistas periféricos, fez-se na infraestrutura de transporte indispensável ao comércio exterior. Primeiramente no trinômio: ferrovias, portos e navegação marítima; em seguida os investimentos se direcionaram para os serviços de utilidade pública: transporte urbano, iluminação, água, esgoto, geração e distribuição de energia elétrica. Consolidando-se as novas demandas de exportação e importação, fortalecendo-se os vínculos comerciais e financeiros entre a periferia do sistema e os

³⁹ O período, situado entre 1870 e 1914, marca uma transformação complexa do sistema capitalista. Ela criou mecanismos, empresariais e institucionais, estruturadores da economia, até os dias de hoje. Exemplo: o mercado de capitais abertos e as modernas sociedades anônimas. As novas formas de lidar com os recursos financeiros potencializaram ainda mais a capacidade produtiva; técnicas que encurtaram as distâncias, no espaço e no tempo, permitiram a globalização da circulação de produtos, pessoas e informações. A crescente concentração e centralização dos capitais, e o aumento do volume investido, marca a transição do capitalismo concorrencial ao capitalismo monopolista, com a consequente substituição do liberalismo econômico para o intervencionismo estatal, mecanismo de garantia aos vultosos investimentos empresariais. As relações internacionais vão, cada vez mais, assumindo um caráter econômico e os países capitalistas centrais formaram e expandiram impérios coloniais e “zonas de influência”. A Companhia Light é um braço importante deste movimento geopolítico na América Latina. Compreender estas forças externas é fundamental para mapear as intenções e propósitos das ações da Companhia, no Brasil. Este contexto econômico e político estão sintetizados no artigo - *A era dos trustes e cartéis*- de Tamás Szmrecsányi, presente na bibliografia (SZMRECSÁNYI, 1986, p.6-20).

países capitalistas centrais, criou-se um repertório moderno, que abriu novos mercados e possibilidades (SZMRECSANYI, 1996, p.6-9).

A indústria de eletricidade compunha-se de dois ramos distintos: a indústria eletrotécnica (de aparelhos e equipamentos elétricos) e a indústria de energia elétrica, que produz e distribui eletricidade aos consumidores. A indústria eletrotécnica adquiriu rapidamente a forma de organização em grandes empresas monopolistas ou vinculadas ao esquema de trustes e cartéis. O investimento de grandes empresas internacionais, associadas a grupos financeiros, também ocorreu na geração de energia elétrica (SAES, 1986, p.22).

A Light ostentava as características empresariais da época do capital financeiro. Sua presença em São Paulo atendia à finalidade original: produção de energia elétrica para tração, iluminação e força motriz. A carta patente, expedida pela Rainha Vitória, do Reino Unido da Grã-Bretanha e Irlanda, delineava os objetivos para a Companhia: “estabelecer, construir, completar, manter e fazer funcionar obras para produção, utilização e venda de energia elétrica [...]”. Para tanto, dava poderes para “adquirir bens móveis e imóveis, terras e direitos inerentes, inclusive referentes à energia hidráulica”. Esta chegada da Companhia, sem dúvida, foi atraída pelo desenvolvimento econômico que a cafeicultura havia delineado em São Paulo, a partir de 1850, com a expansão das novas plantações para o chamado Oeste Paulista, que inicialmente aconteceu ao longo do Vale do Paraíba (SAES, 1986, p.25).

O crescimento da população ocorreu em ritmo acelerado, concomitantemente ao aumento da produção de café, encorpada pela imigração maciça de trabalhadores europeus, para as fazendas, após abolição da escravidão. Novas atividades foram estimuladas pelo capital cafeeiro, após este incremento populacional. Primeiramente, o

comércio e a atividade portuária ganharam novas dimensões e, na sequência, surgiram ferrovias para o transporte das cargas e conexão do planalto com o litoral. Bancos estrangeiros e nacionais se estabeleceram nas principais cidades da região. São Paulo, Santos e Campinas tornaram-se núcleos urbanos de grande importância comercial e financeira. Instalaram-se empresas para a exploração dos serviços de utilidade pública e a Light tornou-se o grande expoente. Estas transformações advindas do ciclo econômico do café se completaram com o surgimento da indústria. Estava configurada a base para o desenvolvimento das atividades produtivas da Light em suas vertentes fundamentais: o transporte urbano movido à tração elétrica e a produção/distribuição de energia elétrica. O monopólio das concessões dos serviços públicos era peça fundamental para investir em sua expansão e para atender à demanda da economia paulistana, em rápido desenvolvimento. Inicialmente, a Light obteve as concessões para competir com as empresas já estabelecidas na cidade, porém, pelos recursos financeiros e técnicos de que dispunha, inviabilizou a continuidade das suas concorrentes e obteve as condições ideais para usufruir dos benefícios da ampliação do mercado, pelo rápido crescimento urbano. O peso financeiro das duas atividades principais da Companhia era diferente e foi se alterando ao longo do tempo. A receita advinda da viação urbana era bem superior à que se obtinha com a eletricidade; com o incremento da indústria e com diferentes interesses nas políticas públicas ligadas à expansão urbana e ao transporte, permitidas principalmente pelo surgimento do motor a combustão e do rodoviarismo⁴⁰, a atividade ligada à eletricidade ganhou importância decisiva, fato que justificou os vultosos

⁴⁰ O monopólio da Light na viação urbana em São Paulo é quebrado com a introdução do sistema de ônibus rodoviário, com base no motor a combustão.

investimentos na geração de energia hidráulica na Bacia de São Paulo (SAES, 1986, p.27-29).

É inegável que a Light criou algumas condições importantes para o desenvolvimento urbano, como os bondes elétricos e as usinas de energia de grande porte. Este capital estrangeiro, investido através da Light, fruto do movimento mundial capitalista e das condições políticas favoráveis à vinda destes capitais externos com a criação da República, apresenta aspectos positivos e negativos, como a injeção de recursos fartos em uma economia que tinha escassez de investimentos de grande porte e, ao mesmo tempo, com o envio dos lucros resultantes destes serviços para o exterior, montantes que superam, em muito, o capital estrangeiro efetivamente investido (SAES, 1986, p.30-31).

No período da Primeira República, de 1889 a 1930, a dependência dos grandes centros capitalistas é fundamental. A explicação histórica para a vitória da Light no Brasil, logicamente, se relaciona com as forças externas do progresso, mas, somado a este fato, foi bem casada com a política oligárquica e excludente da maioria do povo, predominante na época. A Light teve de se entender com a classe dominante paulista e brasileira; fez política, foi precursora nos *Lobbies*, articulando as áreas financeiras, políticas, jornalísticas e diplomáticas. A proclamação da República, em 15 de novembro de 1889, foi produto, basicamente, da ação de dois setores sociais bem definidos: os militares e os cafeicultores paulistas, ao contrário do Império, onde ocorria forte centralização política na Corte do Rio de Janeiro. A Constituição Republicana de 1891 estabelecia uma clara descentralização do poder no nível dos Estados e Municípios, garantindo-se a manutenção do poder nas mãos dos grandes latifundiários e oligarquias locais. A Light atuou intensamente na política do Estado e,

particularmente, na do Município, para a eficaz implantação da infraestrutura necessária aos serviços públicos de primeira necessidade, que ela oferecia à população (ELETROPAULO, 1986, p.32-33).

Com a expansão da área ocupada pela cidade, o solo urbano tornou-se um elemento de atração de capitais, sendo mais uma opção aos investimentos industriais. Neste negócio, os bondes elétricos da Light foram, a partir de 1900, elementos estruturais para a reordenação espacial de São Paulo. A relação política com a oligarquia dominante tinha, nas ações sobre as terras servidas pelos serviços públicos básicos, moeda valiosa de troca. A valorização acrescida aos terrenos, nas áreas servidas pelos bondes, incrementou a especulação imobiliária e resultou em uma expansão urbana excessiva, que não garantia o bom funcionamento do organismo urbano. A Light era uma empresa oligopolista moderna e o mercado imobiliário se tornou mais uma atividade de ação da Companhia. Esta constatação indica que não existia apenas um critério para o assentamento de novas linhas; além dos lucros obtidos com as tarifas cobradas e com a venda de energia elétrica, a valorização das terras adquiridas, para viabilizar os seus investimentos, era ponto importante para as decisões assumidas. Desta forma, tanto os bondes quanto os imóveis da Light tornaram-se instrumentos de especulação, ampliando a ocupação do solo urbano em função dos interesses privados. Não houve uma pré-determinação, por parte do poder público, do rumo que a cidade tomaria. (ELETROPAULO, 1886, p.41-45).

A atuação da Companhia Light na viação pública contribuiu para a estruturação da metrópole paulista e sua espacialização; todavia, esta contribuição urbana, não foi mais importante do que a contribuição, para a morfologia da cidade, que as intervenções, em escala regional, na Bacia de São Paulo. As obras da Light, na

estrutura hídrica da cidade, permitiram a integração do território pelo saneamento das várzeas. Elas potencializaram as atividades produtivas e de acumulação de riqueza, que moldaram a face urbana da metrópole.

Para realizar o projeto de construção da principal fonte de energia do sistema da Companhia, o Complexo da Serra de Cubatão, e estabelecer um plano de longo prazo para o fornecimento de energia que visava dar cabo às recorrentes crises energéticas ocorridas no início do século XX, a engenhosidade dos técnicos da Companhia transformou as condições adversas da região em fatores favoráveis à vida civilizada. O aproveitamento hidroelétrico das correntes fluviais, do planalto meridional do Brasil, foi ampliado com artifícios da engenharia. O desvio e o represamento de rios localizados nos pontos altos das escarpas da Serra do Mar, as chuvas abundantes da região, e a queda abrupta para o lado da vertente marítima vieram participar do sistema hidroelétrico através do represamento destes contingentes de água, armazenando imensos volumes. As barragens, canais e estações elevatórias também contribuíram para a geração de energia abundante, necessária ao desenvolvimento da metrópole. Este engenhoso sistema permitiu o aproveitamento da água das chuvas, criando uma queda d'água onde, antes, nada existia. Sua concepção é relativamente simples, mas para sua execução foram necessárias operações complexas de engenharia, de política e financeira. Os estudos para as obras da Serra do Mar tinham como complemento a retificação do rio Pinheiros, a fim de tornar possível o aproveitamento das águas do Tietê, que poderiam ser elevadas para o reservatório do alto da serra. Os rios Pinheiros e Tietê são rios de planície, sujeitos a violentas enchentes, que inundavam as regiões marginais. A execução dessas obras propiciou a redução desse inconveniente,

beneficiando extensas faixas de terras do município da capital, que ficaram valorizadas. Saneou a cidade e evitou prejuízo à população (LIGHT, 1952, p.1 e 12). A Companhia Light utilizou-se da valorização das terras, no entorno das obras, para potencializar e viabilizar os movimentos financeiros necessários. Esta operação, de escala estadual, tinha como principal objetivo atender às demandas municipais. Foi uma obra de infraestrutura ambiciosa que correspondeu à demanda da época e, através de “próteses e enxertos”, alterou a natureza dos rios paulistanos, criando um sistema interligado de combate a enchentes, geração de energia e expansão urbana, agregando novas funções aos recursos hídricos do complexo implantado inicialmente. Esta ação, sobre o espaço da Bacia de São Paulo, soma-se a outras de menor escala, realizadas anteriormente, como a Usina de Parnaíba. As recorrentes concessões do poder público, para a implantação das usinas e dos reservatórios da Light na bacia do Tietê, foram base para todas as outras operações da Companhia e, pela proximidade com o centro de consumo da carga, a do Tietê foi sempre prioritária em relação às outras bacias hidrográficas, nas quais a Light operava. Para compreendermos a importância que a obra da Usina de Cubatão representou faz-se necessário esclarecermos os propósitos que moveram essa construção, a principal obra de engenharia da primeira metade do século XX, no Brasil.

Após a fundação da The São Paulo Light and Power Company Limited, o então Presidente da República, Manuel Ferraz de Campos Salles, concedeu a autorização para o seu funcionamento. O grupo Light instalou-se em São Paulo para, inicialmente, gerar energia elétrica e implantar os serviços de bondes. Primeiramente, implantou uma usina provisória, a vapor, no bairro da Luz, com o intuito de cumprir o contrato com a prefeitura do município e inaugurar o serviço de bondes elétricos no prazo de

dois anos. Em 1901 foi inaugurada a primeira usina hidrelétrica da Light no Brasil.

Primeira usina hidrelétrica brasileira de grande porte construída com os melhores recursos técnicos disponíveis na época. Sua construção ocorreu em 23 meses e, até o ano de 1912, sofreu sucessivos incrementos na sua capacidade geradora.

O local escolhido para a construção da Usina de Parnaíba foi a Cachoeira do Inferno, com uma queda d'água de 12m e alimentada por uma bacia com superfície de 700 mil hectares, a Bacia de São Paulo (ELETROPAULO, 1993, p.1-2).

No início de 1912, a Light enfrentava dificuldades para manter o fornecimento regular de energia elétrica. Essa dificuldade advinha do crescimento acelerado de São Paulo e da política da empresa de investimento, que ampliava a margem entre capital aplicado e ganhos obtidos. A política de racionamento, também em 1912, não ajudava o relacionamento da Companhia com os usuários da energia que vendia. Desde 1910, estudos para o estabelecimento de novas fontes geradoras de energia elétrica estavam sendo realizados; todavia, a urgência da situação não permitia espera e a Light instalou mais uma usina a vapor, no bairro da Luz, ao lado de instalações já existentes. Foi construída a Usina Paula Souza. Para diminuir a disparidade entre demanda e consumo foi utilizado um recurso, a aquisição de novas usinas. Essa aquisição ia ao encontro dos interesses da empresa em exercer o monopólio do setor, obtendo mais garantias nos grandes investimentos, necessários à ampliação de sua capacidade geradora. Em 1914, a Light inaugurou a Usina de Itupararanga, depois de ter adquirido os direitos concessórios sobre o Salto de Itupararanga, no rio Piracicaba, da Empresa de Eletricidade de Sorocaba.

Em 1927, a Usina de Sodr foi adquirida pela Light e interligada ao seu sistema. A

Usina de Sodr foi construída em 1912, pela firma Guinle e Cia, em um afluente do rio

Parnaíba, para abastecer a cidade de Guaratinguetá. Essa empresa foi a grande protagonista da maior disputa realizada pela Light para conquistar o monopólio do fornecimento de energia de São Paulo e Rio.

Na época, 1914, a usina de Itupararanga se tornou a maior da América Latina e a sétima no mundo (ELETROPAULO, 1993, p.5-9).

Em 1924, os rios Tietê e Sorocaba apresentavam uma vazão de apenas 62% em relação aos dez anos anteriores. A Light ficou deficitária no fornecimento de energia e foi obrigada a comprá-la, com alto custo, de outras empresas. Para solucionar esta equação providenciou o aumento da capacidade de produção da usina Paula e Souza, duplicando sua produção. Mesmo assim, o prolongamento da seca levou ao racionamento de energia. Em meio a mais uma crise, o engenheiro Asa White Kenney Billings, que estava no Brasil desde 1922, encarregado do Departamento de Novas Construções da Light, propõe a construção de mais uma usina no rio Tietê, no local a jusante da usina de Parnaíba conhecido como Rasgão. No final de 1924 as obras são iniciadas e, após onze meses de intenso trabalho, a primeira unidade geradora começa a funcionar. Em outubro de 1925 a Light publica o seguinte informe no jornal “O Correio Paulistano”: “The São Paulo Tramway Light and Power Company Limited, autorizada pela inspetoria de Distribuição e Energia Elétrica da Secretaria da Agricultura, leva ao conhecimento dos interessados que a corrente elétrica para força será regularmente distribuída três dias por semana, a partir de 26 de outubro do corrente, isso enquanto as condições permitirem [...]” (ELETROPAULO, 1993, p.10-11). A situação dos reservatórios era crítica e o movimento de expansão da cidade estava acelerado. A Companhia recebia críticas pelo seu visível descuido com os paulistanos (reclamações formais eram feitas por empresas usuárias), ao mesmo tempo em que

tinha a seu favor as condições políticas já sedimentadas para a vinda de grande fluxo de capital, necessário à ampliação da capacidade produtiva que atendesse ao ritmo de crescimento da cidade.

Estava dado o início para a saga da Serra do Mar e a implantação da infraestrutura da atual Usina Henry Borden, uma das responsáveis pela modelação da metrópole que conhecemos hoje. A Usina de Cubatão passou a funcionar em 1926 e foi adquirindo, ao longo do tempo, novas partes do complexo. Em 1961, o último grupo gerador da secção subterrânea foi inaugurado, encerrando, definitivamente, o ciclo de obras do “Projeto da Serra”, que duraram 35 anos.

A Usina de Cubatão se apropriou das condições peculiares da Bacia de São Paulo e subverteu a vontade da natureza, desviando o fluxo de água que seguia rumo à bacia do rio Paraná e jogando-a Serra do Mar abaixo. A história da Light se confunde com a história da São Paulo moderna, pelo viés dos serviços de utilidade pública, porque ambas atuam no mesmo cenário, as longas planícies sedimentares da bacia do rio Tietê e as colinas que as contêm. Desde o início da história da cidade, os rios da região têm papel de protagonistas. Hoje, estes mesmos rios estão oprimidos pelo gigantismo que tomou conta da metrópole, mas são constantemente lembrados pelas mazelas que provocam e que são decorrentes dos erros cometidos, quando da apropriação destes recursos naturais, para a construção desta “nova natureza”, que a civilização escolheu como sua morada.

II. F. Saturnino R. de Brito - Defesa Contra Inundações – 1924-1925

(Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê – Município de São Paulo)

Em Janeiro de 1924, a Câmara Municipal e a Prefeitura da cidade de São Paulo estabeleceram a Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê e contrataram Saturnino de Brito para elaborar os projetos que incluíam: defesa contra as inundações na várzea do rio Tietê, a navegação neste trecho e o afastamento, para jusante, das descargas dos esgotos que se faziam em frente à cidade, sem depuração. Em agosto do mesmo ano, o governo do Estado do Rio de Janeiro solicitou a Saturnino de Brito um projeto contra as inundações provocadas pelas cheias do rio Paraíba na cidade de Campos e na baixada campista. O objetivo desse estudo era estabelecer um regime de lançamento, no Oceano, das águas do rio Paraíba provindas da sua bacia hidrográfica, ou dele extravasadas. Antes, essas águas extravasadas afluíam naturalmente para outra bacia hidrográfica, sem controle, e corriam para a Lagoa Feia. Os dois projetos, de grande envergadura técnica, econômica e social, foram divididos em partes. Na primeira, pertinente a ambos os trabalhos, foram apresentadas algumas noções de hidrologia das águas superficiais. Na segunda, abordou-se o problema de São Paulo e, na terceira, os melhoramentos no rio Paraíba e na Lagoa Feia. Este conjunto compõe a publicação intitulada *Defesa contra inundações*, compilada no XIX volume das obras completas do renomado engenheiro Saturnino de Brito (BRITO, 1944, p. 5-6).

A parte inicial dos projetos apresentava os subsídios técnicos para as intervenções propostas que serviram como guia para o poder público e referência concreta para as obras projetadas pela Light & Power no rio Pinheiros. A empresa adotou como solução

a derivação das águas excedentes da bacia de São Paulo, a jusante, pelo canal do rio Pinheiros, com a implantação das usinas elevatórias de Traição e Pedreira. Esta solução técnica estava presente no projeto citado acima para combater as enchentes provocadas pelas cheias do rio Paraíba, com a derivação das águas para a Lagoa Feia, desde os primeiros relatórios apresentados em 1925. Esta solução técnica opunha-se à solução americana, aplicada no rio Mississipi, que adotava somente os diques como combate às enchentes deste grande rio. A Mississippi River Commission fechou todas as possibilidades de extravazamento do rio, fato que resultou na catastrófica inundação de 1927. Para contê-la foi necessário destruir os diques com dinamite, impedindo o alagamento das cidades, como New Orleans, levando a Comissão a mudar radicalmente de estratégia e passar a adotar canais derivadores (BRITO, 1944, p.9)⁴¹.

Compreender os propósitos e justificativas técnicas para a estratégia adotada pela Companhia Light, nas obras realizadas na Bacia do Tietê, passa, obrigatoriamente, pelos estudos apresentado pela Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê. Apesar de um escopo diferente do adotado pela Companhia Light, a Comissão fez a análise da mesma bacia hidrográfica, no mesmo período e estágio de urbanização da cidade de São Paulo. Propôs mecanismos que permitiram viabilizar as vultosas obras que se

⁴¹ A solução técnica de projeto que foi apresentada, no caso de São Paulo, por Asa White Kenney Billings, na evolução do Projeto da Serra em 1927, tinha como mudança primordial a opção por derivar as águas da Bacia de São Paulo à jusante, drenar por completo as várzeas pelo canal do rio Pinheiros, e armazená-la em um grande reservatório do rio Grande. Em contraponto a essa solução, a Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê indicava a contenção das águas nas cabeceiras do Alto Tietê, em alguns reservatórios de menor porte, mantendo trechos da planície aluvial como reguladores naturais dos regimes dos rios.

seguiram no sítio, tornando-se uma referência importante para as intervenções feitas ao longo dos anos que se seguiram à publicação do livro *Defesa Contra Inundações*, inclusive para as intervenções feitas pela Light. Este estudo inseria as obras no contexto territorial, apresentava uma análise técnica das informações existentes sobre o regime hídrico do rio Tietê, definia estratégias de projeto, apresentava o cronograma dos trabalhos, seus custos, bem como a responsabilidade administrativa para a execução das obras. Objetivava estabelecer um plano para o rio, no qual seu futuro estivesse inscrito. Somando-se a estes estudos detalhados, a parte inicial do trabalho, apresentado por Saturnino de Brito, forneceu uma base técnica para equacionar possíveis soluções para os problemas e as implicações que cada estratégia acarretaria. Este escopo teórico guiou as análises sobre os diferentes projetos aplicados ao mesmo sítio.

Outro ponto que podemos relacionar, entre o trabalho desenvolvido por Saturnino de Brito e as obras executadas pela Companhia Light, é aquele em que o autor organiza os mecanismos de remuneração das terras desapropriadas pela obra e a taxaço sobre as terras valorizadas pelas melhorias no rio Tietê (ANDRADE, 1992, pg.167). No caso do rio Pinheiros, foi aplicado um sistema legal semelhante como forma de remuneração da Companhia Light pelas obras de saneamento da planície aluvial de sua área de influência⁴².

Francisco Saturnino Rodrigues de Brito pertenceu à primeira geração de urbanistas brasileiros, os pioneiros, engenheiros civis e engenheiros militares, voltada para a aplicação de técnicas às questões concretas e associadas à modernidade, com predomínio da racionalidade. Nascido em 1864 na cidade de Campos, no estado do

⁴² O Decreto Estadual nº4.487 de 9 de Novembro de 1928 cedia à Light as terras da várzea do rio Pinheiros.

Rio de Janeiro, ingressou na Escola Politécnica do Rio de Janeiro em 1881, a primeira do país. O curso era estruturado em duas partes: uma geral e outra específica. Na específica, encontravam-se especializações em: Ciências Físicas e Naturais; Ciências Físicas e Matemáticas; Engenheiro Geógrafo; Engenheiro Civil; Engenheiro de Minas; Artes e Manufaturas. Uma sólida formação matemática, somada a um currículo generalista, proporcionou uma formação universal a Saturnino de Brito, que se formou em Engenharia Civil e em Artes e Manufaturas, em 1886, nesta instituição. A ampla formação, podemos dizer que “enciclopédica”, permitiu que esta primeira geração atuasse em vários ramos, ligados à engenharia: ferrovias, portos, obras públicas e indústrias. A independência destes profissionais gerou avanços técnicos pautados em suas próprias experiências. Saturnino de Brito destacou-se pela sua engenhosidade, pela idealização de elementos e materiais inovadores destinados ao saneamento das cidades, às redes de esgoto e ao abastecimento d’água. Lançou assim, no Brasil, uma nova especialidade dentro do campo da engenharia, a engenharia sanitária. Os politécnicos da época tinham uma matriz ideológica comum, fundada no positivismo⁴³ e baseada na relação do progresso do país e sua modernização. Os saberes objetivos, vindos do conhecimento científico, aliavam-se a um sentimento de responsabilidade pela civilização e pela nação (LOPES, 2012,).

⁴³ “[...] a história da tradição positivista no meio científico brasileiro está intimamente relacionada ao ensino da engenharia civil e militar. Por mais que as outras instituições de ensino superior, então existentes, tenham também funcionado como foco de irradiação do positivismo, as escolas de engenharia foram, de fato, o ambiente institucional onde professores e alunos tiveram a experiência mais intensa de uma cultura positivista [...]” (LOPES, André Luís Borges. **O engenheiro Saturnino de Brito e o Urbanismo sanitário**. Campinas, SP, Grupo de Pesquisa Arqueologia Histórica da UNICAMP, 2012).

De 1887 a 1892 Saturnino de Brito atuou como engenheiro civil na Estrada de Ferro Leopoldina. Em 1893, deixou suas funções para servir à causa da República como voluntário no Batalhão Benjamim Constant. Em 1894, restabeleceu sua vida profissional como engenheiro da Carta Cadastral do Rio de Janeiro. No ano seguinte, em 1895, fez o levantamento das plantas e a organização dos projetos de saneamento da cidade de Vitória; foi chefe da seção de abastecimento d'água na Comissão da Construção da Nova Capital de Minas Gerais – Belo Horizonte. Em 1896 trabalhou como engenheiro da Comissão de Saneamento do Estado de São Paulo e, a partir de 1898, realizou diversos trabalhos pelo Brasil como engenheiro sanitaria, incluindo o estudo para a defesa contra as inundações da várzea do rio Tietê, já mencionado anteriormente, e que foi apresentado em 1925, após uma longa sucessão de estudos. Os projetos de retificação e canalização do rio Tietê perfazem a história recente da cidade. Os primeiros planos datam do final do século XIX, motivados pelo agravamento das condições de saneamento de suas várzeas e pelas críticas enchentes periódicas que alteravam a rotina da cidade. Em 1887, os estudos de retificação dos rios Tietê e Tamanduateí, feitos pelo Barão de Guarajá, e revisados pelo engenheiro Bianchi Bertoldi, foram apresentados pelo então presidente da província, o Visconde de Parnaíba. Em 1894, sob a chefia do engenheiro João Pereira Ferraz, da Comissão de Saneamento do Estado de São Paulo, criada em 1892, os estudos anteriores foram reelaborados e observações e medições do rio começaram a ser sistematizadas. Em 1913, o engenheiro Pacheco e Silva apresenta ao governo do estado proposta mais ampla que além da retificação contemplava o aproveitamento e o tratamento da várzea. Em 1922, o engenheiro José Antonio de Fonseca Rodrigues retomou os projetos para o rio, a pedido da Diretoria de Obras, e apresentou uma nova

proposta, que utilizava diques de contenção e propunha a implantação de duas avenidas sobre estes diques, paralelas ao rio. Em 1923, o projeto recém-apresentado é questionado pelo diretor de Obras do município, Victor da Silva Freire, por avançar muito nas soluções hidráulicas. Para substituir esse projeto, o engenheiro João Florence de Ulhôa Cintra apresentou uma nova versão para a canalização do rio Tietê. Em 1924, o engenheiro Francisco Saturnino de Brito apresentou sua proposta, através da recém-criada Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê. Tratava-se de um projeto amplo em que o aproveitamento da várzea para expansão urbana se destacava como objetivo principal. Uma das características do projeto era a preservação de trechos da várzea, como reservatório natural de regularização do rio. Em 1930, o engenheiro Francisco Prestes Maia detalha o sistema viário, que havia esboçado alguns anos antes, com Ulhôa Cintra, no *Plano de Avenidas*. Esse detalhamento complementou os estudos da Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê com o sistema perimetral, marginal aos rios Tietê e Pinheiros, que fechariam o círculo de avenidas em torno da área urbanizada. Na gestão municipal de Prestes Maia foram iniciadas as obras de canalização no rio Tietê, abandonando-se os elementos complementares apresentados nos projetos anteriores e que viabilizavam a navegação, o lazer e a apropriação do rio pela população. Foi priorizada a drenagem e a urbanização de vastas áreas inundáveis, tendo o canal retificado, bem como as avenidas marginais, acompanhado o seu traçado (LEME. 1999, p. 267-270).

O predomínio das forças produtivas e imobiliárias sobre o recurso natural, presente nas terras baixas da cidade, foi acentuado pelo projeto da Serra de Cubatão, a cargo da Companhia Light. Ele contribuiu para o abandono, por parte do poder público, de estruturas fundamentais ao pleno e múltiplo uso das águas, sobrepondo a todos os

demais a geração de energia e a apropriação destas vastas áreas insalubres à urbanização. O projeto hidroenergético não apresentava intenções urbanísticas à cidade, mas sua influência para a atual morfologia das planícies aluviais paulistanas foi primordial⁴⁴.

A nota da edição, publicada em 1944, do livro *Defesa Contra Inundações*, contextualiza o assunto tratado e afirma que, pela magnitude dos planos apresentados, as variantes são sempre possíveis. Observe-se, no entanto, que estas podem, sempre que necessário e possível, substituir alguns elementos delineados por outros igualmente fundamentados, atualizando-se com novos dados locais. Este procedimento é aconselhado pelo autor, exceto quando estas variantes se põem em conflito com o caráter do projeto, transformando-o para pior.

⁴⁴ As opções técnicas e políticas, adotadas na época, colocaram as propostas de Saturnino de Brito sob a responsabilidade das gerações futuras, principalmente aquelas referentes às cabeceiras do Alto Tietê, que regulavam a vazão da água na Bacia de São Paulo e a navegação. A análise minuciosa do problema específico do sítio e sua abordagem científica, galgada na responsabilidade técnica e administrativa, tornam os projetos e planos de Saturnino de Brito extremamente exequíveis. Dentro deste panorama, as propostas para o rio Tietê e sua bacia hídrica, apresentadas em 1925, continuam atuais e em pleno desenvolvimento, característica marcante do urbanismo sanitário de Brito, que previu o movimento em suas proposições. Saturnino de Brito foi o grande nome do urbanismo brasileiro, na República Velha, e preparou diversas cidades brasileiras para a modernização que veio a seguir. Nos dizeres da historiadora Maria Cristina Leme “[...] Saturnino de Brito vai imprimir em seus projetos e que se destaca da produção da época: a implantação no terreno, adequação às condições naturais do terreno e o aproveitamento de elementos da paisagem [...]” (1999, p.23). Aliado ao emprego de uma racionalidade administrativa em seu urbanismo sanitário permitiu a realização da grande maioria das suas proposições, fato que se confirma no plano para o melhoramento das condições de combate às enchentes do rio Tietê.

Sobre as variantes relativas ao Tietê é citado relatório do Prefeito de São Paulo, publicado no Boletim do Instituto de Engenharia de São Paulo, de março de 1933, no qual apresenta variantes de fácil apreciação:

“[...] vê-se que visavam dar maior altura de água e diminuir a largura do rio, reduzir os aterros marginais, suprimir barragens intermediárias. Diz-se no relatório que as obras projetadas pela Light & Power no rio Pinheiros determinaram “novas modificações” no plano, mas deixa-se, lamentavelmente, de declarar em que constituíam tais modificações. Indicavam-se finalmente, mudanças de localização do eixo, para desviá-lo de vários terrenos de preço alto e “atingir outros de preços mais baixos” [...]” (BRITO, 1944, p.11).

Estas variantes foram postas em cheque por sua solução técnica e suas justificativas, afirmando que iam contra os numerosos cálculos e ensaios realizados para o projeto. Na sequência do texto vemos o caso das obras da Companhia Light, no rio Pinheiros, citado como uma variante de interesse, pois este era um elemento novo, que não se cogitava na época, nem poderia se cogitar, em 1925. Este fato foi omitido no relatório de 1933, que será analisado, a seguir, do ponto de vista da arquitetura e do espaço proporcionado por tais infraestruturas (BRITO 1944, p.11-12). Note-se que, na verdade, o que ocorreu foi o contrário. O projeto da Companhia Light sofreu uma alteração após o conhecimento do plano de Saturnino de Brito que, encomendado pelo Município, apresentava novas condicionantes para as intervenções que viriam a ocorrer na Bacia de São Paulo.

Na sequência do mesmo texto, mais uma citação se mostra de grande interesse para o presente trabalho. Pautado por diretrizes mais sensatas e práticas, em ato no início

da execução das obras do Tietê, a 27 de Julho de 1938, o ilustre eng. J. F. Ulhôa Cintra, então diretor do Departamento de Obras da Prefeitura Municipal de São Paulo e eng. Chefe da execução dos serviços, discursou no sentido de afirmar os devidos créditos ao plano apresentado pela Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê, em 1925:

“[...] Os projetos modernos, porém, foram magistralmente lançados por Saturnino de Brito, inesquecível gloria da engenharia nacional. Seus estudos, projetos e conselhos constituem o arcabouço sólido sobre o qual nos apoiamos e nos apoiaremos sempre ao dar as últimas demãos nos estudos tão complexos, exigidos por obra deste gênero e vulto em que continuamente se nos antolham novos aspectos que imperiosamente se impõem à solução (folha da manhã, São Paulo, 28-07-38) [...]” (BRITO, 1944, p.13).

Nesta direção, confrontamos, no presente trabalho, as diretrizes lançadas por Saturnino de Brito em contraponto com o, não menos grandioso, *Projeto da Serra de Cubatão*, posto a cabo pela Companhia Light. Ambos os projetos interviram no território e o transformaram, construíram infraestruturas de grande envergadura que, para tornarem-se realidade, tiveram suas obras espaçadas ao longo do tempo, imprimindo as marcas dos movimentos internos e externos às suas partes, objetos adequados para discorrer sobre as ações no espaço e as constantes variáveis que contém. Projetos que criaram novas bases energéticas e territoriais para São Paulo e ampararam a construção da cidade como a conhecemos, metrópole vibrante, fruto da construção do Brasil moderno.

1. Algumas noções de hidrologia – águas superficiais – 1925

Na introdução referente aos melhoramentos do rio Tietê, em São Paulo, composto por duas partes, temos a explanação dos escopos referentes ao programa paulista e ao programa fluminense; ambos apresentavam problemas quanto à engenharia sanitária. Esta especialidade tem como objetivo estudar os problemas de drenagem dos baixios pantanosos e das terras malsãs, o regime das chuvas e das águas correntes. Para alguns engenheiros, este tipo de obra apresenta reflexos na lavoura, na pecuária, na navegação e nas explorações hidroelétricas. A intenção é a organização dos projetos das obras de esgotamento pluvial, abastecimento de água, descarga dos esgotos nos rios, defesa contra inundações das cidades e dos campos, sujeitos à insalubridade, após as enchentes (BRITO, 1944, p.22).

Ambos os programas envolveram bacias hidrográficas de escala estadual. No caso fluminense o contratante foi o Estado do Rio de Janeiro; todavia, no caso paulista, temos como contratante o Município de São Paulo. No projeto apresentado por Saturnino de Brito, o problema foi resolvido de Guarulhos a Osasco, respeitando os limites do contrato; mesmo com este requisito respeitado, o trabalho remeteu diversas vezes a montante e a jusante, apontando que o Estado precisava complementar as obras para atingir os objetivos propostos. Uma explicação para tal distorção é que, na época da contratação, o problema a ser enfrentado na bacia do Tietê apresentava escala local, apenas no trecho em frente à área urbanizada. Além disso, as concessões dos serviços de utilidade pública, exercidos pela Companhia Light, eram municipais, enquanto a geração de energia para viabilizar tais serviços envolvia a escala estadual. Esta diferença original entre os dois escopos contratados marca uma

diferença de propósito para tais planos. No caso fluminense a intenção era sanear um problema regional; no escopo paulista o objetivo era equacionar problemas pontuais, em uma bacia hidrográfica muito mais extensa, tanto com a perspectiva de regular a intervenção de uma empresa privada, nos mananciais da cidade, nas cabeceiras do Tietê, como abrir espaço para a ação das forças produtivas sobre as planícies aluviais, que travavam a expansão contínua da malha urbana de São Paulo. Completando o programa sanitário tem-se a questão da navegação, restrita ao trecho em que o rio Tietê atravessa a cidade; exemplo da preocupação em escala estadual, o autor fez a seguinte referência: “[...] os melhoramentos para a navegação certamente serão levados para montante e para jusante, dando ao Governo do Estado de São Paulo maior vulto aos trabalhos que já vêm executando.” (BRITO, 1944, p.22).

Após a configuração do problema de escala, presente do plano paulista, Saturnino de Brito apresentou uma diretriz firme, na qual pautaria o desenvolvimento do trabalho. Afirmava que, para cumprir rigorosamente os dois programas, acima referidos, faltavam os estudos regionais sobre o regime dos rios, feitos de modo metódico, no terreno e no tempo. A competência técnica precisava ser exercida sobre a realidade de cada local e não só considerando teorias ou mesmo outros casos, embora análogos, em outros países. No Brasil, os rios estão sujeitos a regimes extremamente variáveis e diferentes; com esta constatação, Saturnino de Brito fez um apelo e ao mesmo tempo uma crítica à administração pública nacional:

“Não conhecemos precedentes de observações metódicas para o estudo dos nossos casos hidrológicos; nomeia-se a comissão de engenheiros para apresentar, com urgência, um projeto: fazem-se levantamentos topográficos, às vezes limitados a um trecho do rio e não extensivos à bacia hidrográfica; as

medições de vazão mínima e máxima dependem da ocorrência de estiagem rigorosa e de enchente no prazo de estudos (alguns meses); as observações pluviométricas são geralmente insuficientes para se julgar da distribuição na bacia hidrográfica, não se conhecem casos semelhantes regionais que nos deem relativa instrução, por estudos metódicos feitos... E a situação em que estiverem e ainda estão outros países, mas é tempo de melhor se orientar a administração pública [...] Aliviem-se os engenheiros encarregados de organizar, em tempo escasso, os projetos, sem os fundamentos da experiência, para serem arquivados ou esquecidos, ou executados de modo a serem inaugurados pelos promotores dos melhoramentos, por vaidade ou porque tenham o justo receio de falta de continuidade na execução, devido a defeito de educação política e econômica dos governos [...]” (BRITO, 1944, p.24-25).

Os fundamentos, baseados na experiência, são ferramentas primordiais para o trabalho de engenharia sanitária; sua sistematização, ao longo do tempo, é requisito básico para o desenvolvimento adequado das bacias hidrográficas. No caso específico de São Paulo, conforme comentado anteriormente, iniciativas para as medições na Bacia do Alto Tietê começaram no final do século XIX e, a partir da chegada da Companhia Light, em 1901, as medições foram assumidas pela empresa, que disponibilizou os dados para o trabalho da Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê.

No Brasil, a cultura administrativa não foi devidamente reeducada e vemos, quase cem anos após a prática de Saturnino de Brito, a persistência dos mesmos problemas estruturais que prejudicam o bom andamento das obras de infraestrutura, pelo fato destas dependerem de planos bem elaborados e que sejam postos em prática ao longo dos anos, de geração a geração, de governo a governo. O estabelecimento de

observações metódicas dos rios nacionais, das chuvas e das descargas, daria forma à competência técnica local. Para tanto, as administrações públicas deveriam desenvolver trabalhos contínuos, durante dezenas de anos. “Não precisamos de repartições burocráticas, que despachem expedientes e atendam aos pedidos políticos; precisamos de comissionados autônomos, permanentes nas regiões ou distritos, guiados por programas precisos”. Não há exagero nas colocações de Saturnino de Brito, que não fazia nenhuma premonição fantástica; ele simplesmente apontava questões relevantes, levantadas por técnicos ligados a elas, relatando, a partir de suas experiências, inúmeros casos que serviam como base de argumentação e análise. Na abertura do relatório apresentado às autoridades municipais, Saturnino de Brito demonstra seu engajamento com o desenvolvimento nacional e transmite a sabedoria adquirida, com os mais de trinta anos de atuação profissional em várias partes do Brasil. Infelizmente, o problema abordado de forma tão clara permanece no cerne da cultura brasileira de gestão do Estado. Neste estudo sobre a transformação de grande extensão de terra, por projetos com intenções claras de saneamento, geração de energia e de urbanização, evidencia-se o papel da propriedade privada, com seu valor comercial agregado, como força importante na definição dos rumos que os planos adquiriram. No Brasil, a “instituição” social mais sólida e regular era a propriedade da terra, rural ou urbana; origem da riqueza e objeto de aplicação do capital excedente, decorrente do surto de modernização que ocorria no país, principalmente em São Paulo.

Na primeira parte, sobre *Noções de Hidrologia*, foram apresentadas as razões fundamentais dos projetos expostos, proporcionando conhecimentos gerais às pessoas que não estejam familiarizadas com o assunto. Além disso, esclareceu os

princípios básicos para que as administrações públicas compreendam a vantagem do metódico aproveitamento do ciclo da água, na lavoura, na indústria fabril, nos transportes por água e por vias eletrificadas. Buscou contribuir para evitar maiores desgastes nas transformações, no espaço e ao longo do tempo, necessárias para trilhar o caminho para o progresso (BRITO, 1944, p.27).

Para a realização deste trabalho, Saturnino de Brito contou com a colaboração das Repartições Públicas, Federais e Estaduais, e da Companhia São Paulo Tramway Light & Power para obter as informações utilizadas no desenvolvimento dos estudos que embasaram o plano, o qual será apresentado na segunda parte deste capítulo. Este fato demonstra a convergência de interesses entre as diferentes instâncias governamentais e a iniciativa privada, reforçando a presente proposta de confrontar os projetos realizados por A. W. K. Billings e F. S. R. de Brito.

Como exemplo de permanente e contínua construção do conhecimento, no início da primeira parte do livro em questão, Saturnino de Brito relacionou o atual trabalho com um resumo dos conhecimentos fundamentais sobre o mesmo assunto, com enfoque na parte relativa às *águas subterrâneas*, publicado por ele em 1920. Na edição de 1925, resumiu os aspectos que se referiam às *águas superficiais*:

REGIME DOS CURSOS DE ÁGUA: os fenômenos, relativos ao ciclo da água, estabelecem que a circulação se faça do mar para a atmosfera (evaporação), da atmosfera para a superfície da terra (chuvas), da terra para o mar (cursos superficiais e subterrâneos). Os cursos de águas superficiais têm origem nas chuvas, deslocando-se na superfície da terra, nas águas subterrâneas que afloram, e na condensação do vapor de água existente na atmosfera. Em algumas circunstâncias há de se levar em conta a influência do degelo.

O conhecimento do regime dos cursos de água é necessário para o estabelecimento de obras de infraestrutura, como a travessia dos cursos de água (pontes), a navegação, as explorações hidroelétricas, as irrigações das lavouras, a defesa das cidades e dos campos contra as inundações, o abastecimento de água, o saneamento das cidades e das várzeas inundáveis.

O regime das águas dos lagos e dos cursos superficiais e subterrâneos depende da quantidade e da frequência das chuvas, das condições favoráveis ou desfavoráveis à eliminação por dispersão, das condições relativas ao deflúvio. Os ciclos hidrométricos não se repetem iguais na quantidade e na distribuição das chuvas. Para conhecê-los melhor, observamos, medimos e registramos. Podemos apenas modificar o regime das águas que vêm com as chuvas. A quantidade, a duração e a frequência destas variam de acordo com as regiões e, na mesma região, com as estações; a intensidade da evaporação varia com a localização, a temperatura, os ventos e as condições das superfícies sobre as quais elas caem; as infiltrações no terreno dependem das condições das superfícies banhadas e dos obstáculos ao rápido escoamento para os talwegues, mas dependem principalmente da constituição dos terrenos, se permeáveis ou impermeáveis. A velocidade de escoamento das águas, como resultante de todos estes fatores, influencia nas formulações do regime de deflúvio (BRITO, 1944, p.29-32). A constatação dessa variabilidade alertava para o perigo das generalizações, demonstrando a falha da “teoria” que estabelecia relações entre a água que corre e a água que cai. As imprecisões dos processos de avaliações indiretas, e das fórmulas empíricas explicitadas, mostram a importância do processo das medições diretas e da necessidade de se estabelecer, no Brasil, o serviço metódico do estudo do regime dos cursos de água (BRITO, 1944, p.36).

Deve-se evitar a comparação dos cursos d' água apenas pela grandeza das bacias; as variações são significativas; é preciso levar em conta os fatores geohidrométricos e meteorológicos que possam influir no regime. Na maioria dos casos é necessário proceder com a medição em ciclos hidrométricos completos e durante anos sucessivos; somente em alguns casos basta o conhecimento dos regimes de estiagem, ou de máximas enchentes. Quando se estabelecem as medições diretas, determinar o coeficiente de deflúvio (relação água que cai água que corre) não tem função; somente têm utilidade para o estudo de bacias com semelhantes condições geo-hidrológicas e pluviométricas, quando nestas não constarem as medições metódicas nos pontos de estudo.

As medições diretas estão sujeitas a variações, ao longo do tempo, em função do regime de chuvas e alterações nas bacias hidrográficas como: construções, devastações das matas e etc. As calamidades extraordinárias, pontos fora da curva, têm pouca importância no conhecimento dos caminhos de águas, pois a relação entre o tempo de ocorrência destes fatos e os altos custos para as obras necessárias para combatê-las não as justificam. Quando da ocorrência destes fenômenos, os custos dos reparos podem ser facilmente cobertos com o custo extra que seria necessário para o sobre-dimensionamento das obras (BRITO, 1944, p.43).

A Bacia de São Paulo apresenta um alto índice pluviométrico pela sua condição geográfica, no topo da Serra do Mar, e recebendo os ventos úmidos provenientes do Oceano Atlântico. Com o propósito de modificar o regime das águas caídas, conhecer o regime dos cursos de água era fundamental e já estava em estudo a algumas décadas. O uso destes dados tinha como objetivos principais, no início, o saneamento da cidade e das várzeas inundáveis e a geração de energia. Ao mesmo tempo, as

travessias e a navegação. Com o avanço da cidade sobre os terrenos conquistados, o foco passou a ser o combate às enchentes.

MEDIÇÕES DA VAZÃO: conforme comentado anteriormente, para que o estudo do regime de cada curso de água seja confiável é preciso que as medições da vazão sejam feitas metodicamente e compreendam vários e sucessivos ciclos hidrométricos. Os processos de medição variam com a importância do curso de água e com sua localização. Devem-se evitar as causas comuns de erros como: a estagnação dos lençóis de água, as grandes perturbações na corrente e os redemoinhos. São estabelecidas escalas hidrométricas para a leitura das alturas de nível das águas, nas localidades escolhidas para a observação de regime dos rios. A dificuldade está em medir, em cada localidade, a secção de vazão e as velocidades correspondentes a diferentes situações de altura de nível das águas do rio, desde o mínimo de estiagem rigorosa até o máximo de enchente; se o leito do rio for sujeito a alterações (erosões e aterros), as medições da secção da vazão e das velocidades devem repetir-se em diferentes épocas. Nos casos gerais, bastará registrar as leituras diárias na escala para se dispor dos elementos necessários ao conhecimento do regime do rio. Com base nos dados, é possível avaliar o volume total que escoar em cada ciclo hidrométrico, e utilizar o conhecimento deste regime (BRITO, 1944, P.44-45).

O PROBLEMA DAS INUNDAÇÕES: A questão histórica das inundações é um fato criado pelo homem. A variação do regime de um rio é fato normal na natureza. Quando o homem habita ou cultiva terras alagáveis, estes fenômenos passam a ser considerados como calamidades. Nada, ou quase nada, podemos fazer contra as inundações. Para evitá-las, a melhor opção é não ocupar os lugares inadequados, sujeitos a tal regime. Por razões múltiplas, o homem quer lutar, quer ocupar, defender,

valorizar a sua propriedade, em lugar de utilizá-la sem contrariar a natureza. Não tendo como intervir na origem das inundações, procura-se intervir no regime do escoamento das águas das chuvas, no intuito de evitar o efeito das inundações. As inundações não trazem apenas prejuízos, podem também trazer benefícios, como no caso de Campos, onde a fertilidade da terra é proveniente das enchentes, ou mesmo o regime do rio Nilo, no Egito, berço de uma civilização. As inundações tornaram-se um problema para os homens que ocuparam e subverteram a natureza. Assim, conhecer o regime dos rios e praticar uma ocupação inteligente da várzea dos seus leitos é fator estratégico para a solução do problema (BRITO, 1944, p. 47-49).

No caso de São Paulo, o problema das enchentes surgiu, ao longo do século XX, com o progressivo avanço da cidade sobre as várzeas reguladoras dos rios que a percorrem. Esta ocupação foi planejada e os estudos para a realização das obras de infraestrutura foram primordiais para sua concretização. A valorização das terras ribeirinhas, planas, dos Campos de Piratininga, permitiu que fossem utilizadas na estruturação da máquina produtiva de São Paulo. O sucesso desta iniciativa é um fato a ser considerado, mas a forma em que este avanço ocorreu, sobre as várzeas paulistanas, não atendeu aos quesitos de ocupação inteligente das terras alagáveis comentados claramente por Saturnino de Brito em seu relatório. Veremos, no desenrolar da análise dos projetos, que as medidas de modificação das proposições foram resultado de uma política de redução de gastos e aumento de ganhos, praticadas tanto pelo Governo quanto pela iniciativa privada. Esta especulação resultou em uma urbanização que não preservou os meios naturais para amenizar o problema das enchentes e na qual os meios artificiais implantados se mostraram insuficientes.

As possibilidades espaciais para intervenções desse caráter e vulto eram infinitas, mas no confronto entre tempo e investimento, as soluções adotadas foram muito pragmáticas, porque focadas somente na produção de riqueza e não na construção de uma cidade como bem maior da civilização⁴⁵. São Paulo é uma cidade real, onde a obra do *Projeto da Serra* colocou a utopia como meta de realidade. Confrontou a natureza do lugar com o intuito de formar as bases energéticas para o desenvolvimento dos serviços públicos de concessão da Companhia Light e, conseqüentemente, do parque industrial paulistano. Alcançou o mercado imobiliário com a canalização do rio Pinheiros, mas este grande feito não se refletiu no espaço urbano resultante, exceto em pontos localizados⁴⁶. A lógica de expansão da cidade permaneceu igual.

Para melhor compreender as possibilidades de projetos na cidade de São Paulo, cujo sítio geográfico está repleto de particularidades, as explicações sobre os aspectos que esclarecem o problema das inundações, presente no livro em estudo, são os seguintes:

⁴⁵ Giulio Carlo Argan em seu livro *História da Arte como história da cidade* coloca a identidade entre cidade e arte, propondo uma metodologia que parte da definição da história da arte como história de uma fenomenologia do artesanato e constitui uma dimensão espaço-tempo que é a própria cidade.

⁴⁶ Os loteamentos da Companhia City e equipamentos de escala metropolitana, implantados nos terrenos que usufruíram das melhorias advindas do saneamento da várzea, tornaram-se pontos referências da metrópole, como o trecho da Cidade Universitária e do parque Villa Lobos.

A) Meios naturais de detenção das enchentes, que devem ser mantidos ou aproveitados para maior eficiência:

- Terrenos permeáveis granulosos e gretados; florestas e culturas.
- Reservatórios naturais: lagos, pântanos, depressões, várzeas inundáveis.

B) Meios artificiais de regularização de regime e de defesa:

- Os poços absorventes.
- Os represamentos (imitação dos meios naturais) por meio de pequenas barragens em degraus, de grandes barragens ou lagos artificiais e de espigões ou barragens abertas.
- As retificações dos cursos e as derivações.
- Os diques de defesa.
- Os aterros.

(BRITO, 1944, p.50-51)

Estas questões serão esplanadas a seguir e, quando de interesse, relacionadas com a transformação das planícies aluviais paulistanas e as intenções explícitas nas ações sobre o território em estudo.

DETENÇÃO DO TERRENO-FLORESTAS: a infiltração das águas nos terrenos, a montante de um ponto do curso de água, constitui um elemento importante para eliminar, ou regularizar, parte do volume de águas das chuvas, caídas na bacia hidrográfica. Os terrenos impermeáveis, ou os terrenos permeáveis já saturados de água, são favoráveis às inundações, caso do solo na cidade de São Paulo⁴⁷. Os terrenos permeáveis, granulosos ou fendidos, retiram da água das chuvas valiosa

⁴⁷ No *Livro Geomorfologia do Sítio Urbano de São Paulo*, Aziz Ab'Saber discorre sobre estas características do solo metropolitano.

parcela. Não dispomos de conhecimento e tecnologia para alterar as características do solo ou para deixá-lo mais permeável; pode-se, porém, reduzir a interferência nas condições naturais, como também restabelecê-las. Desta forma, as águas das chuvas diminuiriam a velocidade de descida, detendo-se nas encostas e talvegues torrenciais, e nas dilatações das várzeas alagadiças, de modo a retardar a afluência do volume total que tenha que correr pelo curso principal (BRITO, 1944, p.51-52).

Estes recursos de detenção no terreno foram justamente os elementos destituídos da estrutura da cidade, tanto pela construção sobre vastas áreas como pela retificação dos rios e aterros de suas várzeas. Intervenções do homem na ordem natural das coisas que, em muitos casos, causam males maiores do que os benefícios conquistados. No caso de São Paulo, os benefícios foram obtidos ao tempo da realização das obras, que transformaram o antigo regime hidrológico da região, enquanto os males foram sentidos pelas gerações seguintes e permanecem, até hoje, insolúveis. Nos dizeres de Saturnino de Brito e a partir dos exemplos descritos, a restauração e a conservação das florestas, e outros elementos de detenção das águas das chuvas, devem ser prescritas sempre, desde que sejam praticáveis. Esse tipo de obra, no caso paulistano, é de grande envergadura, pelo abandono das obras de saneamento dos rios da cidade, imposto pelas autoridades responsáveis.

RESERVATÓRIOS NATURAIS: as depressões alagadiças nos terrenos, as várzeas inundáveis, os pântanos e os lagos, constituem elementos reguladores das águas correntes. A função é simples e conhecida; reter uma parte da água das chuvas ou das enchentes para fazer, lentamente, uma entrega ao curso principal de água. Para essa retenção é preciso que estes reservatórios estejam com sua capacidade útil disponível. As depressões alagadiças, os pântanos e os lagos, por vezes, conservam

uma parte da água no seu fundo. Com o intuito de aumentar a capacidade de armazenamento, ou fazer o saneamento destes dispositivos naturais, pratica-se a drenagem dessas águas estagnadas, por meio de valas ou canais, facilitando a saída das águas detidas durante as enchentes. É necessário utilizar-se de recursos mecânicos, como as comportas ou adufas, para regular a vazão. As grandes várzeas inundáveis, leitos ou bacias de inundação, como as áreas saneadas em estudo, representam reservatórios naturais na regularização das enchentes nas localidades que seguem a jusante, quando estas estão inundadas; a inundação seria muito maior se não existissem as várzeas alagadas, a montante. A capacidade de detenção das águas nas várzeas inundáveis aumenta quando estas são atravessadas, nas duas margens, por espigões ou terras altas, como diques naturais que se confrontam, formando um estrangulamento no amplo lençol de inundação. Esta passagem apertada as águas das enchentes, tornando a reserva maior a montante para, automaticamente, distribuí-la durante o abaixamento (BRITO, 1944, p.51-55).

Como veremos, durante a análise dos projetos propostos e do projeto executado, a supressão destes reguladores naturais das enchentes, nas zonas urbanizadas, com a canalização dos rios e o aterro das várzeas, não foram devidamente compensados, agravando o problema das enchentes com a intensificação da construção da cidade.

REPRESAS: as pequenas barragens em degraus, construídas habitualmente nos talvegues torrenciais, têm por objetivo reduzir a velocidade das águas e deter os produtos da erosão. Elas mimetizam os blocos de pedra e as soleiras das quedas d'água. Este retardamento da corrente é de grande utilidade nas cabeceiras, mas seu efeito é praticamente nulo na região baixa dos cursos. Este recurso somado à preservação das matas e a outros, para proteção do terreno, contribuem para uma

desaceleração na velocidade das águas, nas cabeceiras. No caso da Bacia de São Paulo, com características de rios de planície, mesmo localizadas no planalto meridional, próximo ao cume da Serra do Mar, esse recurso não se aplica como solução adequada para o combate às inundações (BRITO, 1944, p.58).

As grandes represas são comparáveis aos lagos naturais na sua função regularizadora do regime dos cursos de água. Dificilmente estes grandes reservatórios são construídos somente com uma finalidade, tão elevado é o custo. Inicialmente, tinham como objetivo as necessidades da agricultura, o abastecimento de água das cidades ou para as populações das zonas secas; com o advento da eletricidade as represas se multiplicaram para a regularização do regime dos cursos de água nas explorações hidroelétricas; mas raramente são construídas com o único objetivo de impedir as inundações e de regularizar a navegação (BRITO, 1944, p.59).

Pela escala das obras, o Governo necessitava estabelecer um programa preciso, que garantisse a continuidade de sua execução; na concretização do plano para os mananciais e as várzeas saneadas paulistanas, este compromisso não foi observado. O programa inicial foi sendo reduzido e foram alteradas as soluções técnicas, ao longo do tempo. No detalhamento do tópico sobre as grandes represas, Saturnino de Brito elenca alguns exemplos, na Europa e América do Norte, onde foi proposto um complexo de represas para o combate às inundações, a montante, com a retenção de grandes volumes de água e aliando este objetivo aos de alimentação das cidades, irrigação, exploração hidroelétrica e melhoramentos na navegação. Do ponto de vista teórico, esta solução satisfaz, de modo completo, os objetivos em vista; do ponto de vista prático, alguns destes objetivos, como evitar inundações e permitir aos rios um regime de águas médias, são abandonados por demandarem obras com proporções

progressivamente maiores, à medida que os melhoramentos desejados tenham que ser realizados nos trechos de rios mais afastados das cabeceiras; isso porque, na origem dos cursos, as represas são de menor porte e exequíveis; descendo os rios, porém, o aumento da capacidade, para um benefício real, é muito grande e fica inviabilizada pelo alto custo das obras. Apesar disso, as represas construídas nas regiões altas de um curso e seus afluentes constituem elementos valiosos tanto pelos serviços locais que prestam como também pela influência benéfica que podem exercer na regularização, a jusante, para navegação ou para as enchentes (BRITO, 1944, p.60).

Nesta descrição vemos alguns dos argumentos para a redução do programa, proposto inicialmente, para a Bacia de São Paulo; as obras de combate às enchentes, navegação, abastecimento de água, diluição de efluentes e geração de energia implicavam em transformações da estrutura hidrográfica de toda a região. Todavia, a afirmação a seguir, colocada por Saturnino de Brito, explicita o conflito de interesses entre o Governo e a Companhia Light na concretização da obra:

“[...] nas represas de estiagem destinadas, por exemplo, a acumular águas para produção de energia elétrica é preciso aproveitar as águas de todas as chuvas para encher, temendo a perspectiva da seca; e, ao contrário, nas represas contra inundações é preciso aproveitar todas as oportunidades para descarregar a água, a fim de ter toda a capacidade útil disponível por ocasião das cheias.”

(BRITO, 1944, p.61)

Nesta perspectiva, a estratégia adotada pela empresa, na evolução do projeto, apresentou uma solução técnica que atendia ao combate às enchentes, mas sem

esquecer-se da prioridade do reservatório, isto é, a geração de energia. Vale lembrar que esse projeto propunha-se a usos múltiplos, com o intuito de atender ao programa Municipal, como contrapartida às concessões obtidas para a exploração hidroelétrica. Veremos, a seguir, que a solução proposta por Saturnino de Brito com a barragem incompleta ou aberta em toda a altura, gerando um estrangulamento do lençol de água, para que pudesse aumentar, sem inconvenientes, a inundação temporária das terras a montante, para beneficiar a jusante, é oposta à solução executada pela Companhia Light, que manteve o regime variável do rio Tietê, aplicando outros recursos técnicos para o combate às enchentes, mais convenientes aos seus interesses.

REGULARIZAÇÃO E DERIVAÇÕES: os serviços de limpeza, de aumento da vazão nas pontes, o corte de curvas e os trabalhos completos de retificação dos cursos de água interferem diretamente no saneamento, evitam as inundações, favorecem a navegação. Todavia, estes benefícios não são uma regra; por vezes, os trabalhos de regularização não evitam as inundações e prejudicam as condições de navegação, seja pelo conseqüente aumento da velocidade ou pela diminuição da altura molhada, nas estiagens, decorrentes da dilatação da secção de vazão e do aumento da declividade. Às vezes, os trabalhos de retificação resultam em melhorias, em determinados trechos, mas agravam as inundações a jusante, pela eliminação do represamento que ocorria anteriormente no trecho transformado. A diferença entre os processos de alteração do regime das águas está no aumento da velocidade, com a retificação, e na diminuição da velocidade, com o represamento (natural ou artificial) e a retenção de parte das águas de enchente e das areias (BRITO, 1944, p.62).

Para o êxito no trabalho de regularização de determinado trecho, com o propósito de combater as enchentes, aliado ou não à navegação, as melhorias com os trabalhos metódicos devem subir de jusante para montante sem alterar sensivelmente o regime sinuoso dos rios, que é o regime do equilíbrio. No caso da retificação do rio Tietê, objeto de projeto de Saturnino de Brito, vê-se a seguinte colocação:

“[...] ela poderia ser fácil e eficiente, sob secção de vazão relativamente pequena, se não estivesse construída a barragem de Parnaíba. Digamos desde já que em frente a São Paulo, de Guarulhos a Osasco, o rio sinuoso desce 46 km, e poderia ter seu curso reduzido a 23 km apenas, ou 50% menos.”

(BRITO, 1944, p. 62)

Nesta afirmação, Saturnino de Brito condiciona a solução técnica adequada às alterações anteriores, construídas na Bacia de São Paulo; no caso, a primeira usina hidroelétrica da Companhia Light, inaugurada em 1901, e implantada a jusante do trecho fronteiro à então área urbanizada da capital do Estado. Esta condição, em que atrelou o aproveitamento hidroelétrico e o combate às inundações a soluções conjuntas, está colocada desde este momento. Com esta premissa, as prioridades sobre o uso múltiplo das águas da bacia do Tietê ficaram em destaque, principalmente com o crescimento da metrópole e com as novas condicionantes contemporâneas, assunto tratado anteriormente no capítulo I.

Um dos recursos para aliviar uma localidade das inundações consiste em derivar as águas das enchentes para descarregá-las a jusante ou em outra bacia hidrográfica. Este recurso foi a solução aplicada pela Companhia Light para gerar energia nos

contra fortes da Serra do Mar. A derivação pode fazer-se a montante, conforme a primeira concessão do *Projeto da Serra*, eliminando uma parcela da água de enchente, ou a jusante, baixando, por extravazão, o lençol de inundação, solução executada com a segunda concessão do *Projeto da Serra*.

Sobre as obras hidroelétricas que então estavam em processo Saturnino de Brito faz a seguinte colocação:

“Estão em estudos, pela Cia. Light & Power, derivações das cabeceiras do Tietê para extravasar as águas, por uma ou duas gargantas da Serra do Mar, para pequenos rios que vão ter diretamente ao Oceano, aproveitando-se cerca de 700m de diferença de nível para produção de energia, como veremos ao relatar os projetos de melhoramentos deste rio. Este caso interessante merecerá dos poderes públicos especial atenção para que a empresa que explora o serviço possa concorrer para melhorar em certo grau a influência das enchentes, mas que não perturbe o regime de estiagem e de águas médias do rio, de modo a prejudicar a pequena navegação que nele se faz e a autodepuração dos esgotos.”

(BRITO, 1944, p.64)

Entre as condicionantes que levaram a Companhia Light a alterar o plano inicial para o *Projeto da Serra*, com a preservação do regime variável no trecho de frente a então área urbanizada de São Paulo, podemos apontar, como possibilidades, itens do escopo desenvolvido pela Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê, tanto o referente à navegação como o referente à diluição dos efluentes, que então eram lançados em frente à cidade, e que pretendiam derivar para jusante. Para atender estes quesitos, a proposta então vigente considerava a instalação de diversos reservatórios no Alto Tietê

para geração de energia, mas que agregavam a função de reguladores do regime do rio, proporcionando assim as condições que atendiam ao objetivo da Comissão de fixar uma vazão média para tais finalidades; todavia, este volume de água, que deveria seguir seu curso natural, alterava os cálculos da Companhia Light com relação ao volume de água armazenada e, conseqüentemente, todo seu sistema de tuneis e canais, tornando-a desinteressante economicamente.

O outro recurso possível, presente no projeto que compõe a terceira parte do livro *Defesa contra Inundações*, apresenta um caso onde as extravazões ocorreram, pela natureza do lugar, em diferentes pontos; as águas das cheias do rio Paraíba, para a bacia da Lagoa Feia, as quais serão regularizadas pelas obras em projeto. Outro exemplo, descrito por Saturnino de Brito, é um canal de derivação do Sena, como um dos recursos propostos para resolver o caso das inundações em Paris. Já os canais laterais para navegação, embora sejam derivações de cursos naturais, não podem ser levados em conta no problema das inundações, tão reduzida é, geralmente, a sua capacidade de vazão. A opção por canais laterais para navegação se justifica pelo fato de ocorrer o conflito, na regularização dos rios, entre a utilidade na navegação e os interesses que devem ser priorizados contra as inundações, sendo esta a opção mais econômica que a constituição de um canal lateral; um dos meios de conciliar os dois objetivos é estabelecer, quando possível, um leito menor para a navegação e uma dilatação do leito para as inundações (BRITO, 1944, p.64-65).

Quando existe a possibilidade de encaixar as águas de enchentes dentro de uma secção a escavar, de modo que as terras ribeirinhas fiquem insubmersíveis, e onde a descarga de estiagem e a descarga de enchente, com as declividades disponíveis, permitam realizar este objetivo (com um só ou com duplo leito), é preciso considerar a

questão econômica, a saber: o custo da escavação desta secção profunda, ou dilatada, e o custo de conservação.

Custo da Construção: entre os dois processos possíveis, isto é, escavar o leito do rio, aprofundando-o ou alargá-lo, escavando as margens, opta-se pela primeira, como solução mais barata e de execução mais simples por meios mecânicos (dragagem, por exemplo). Além disso, o volume a escavar é menor e, para a mesma declividade e a mesma secção de vazão, o volume de água descarregado por segundo aumenta com esta forma de secção. Para a navegação, o duplo leito, com a secção mais larga e mais rasa, apresenta vantagens em relação ao leito de secção profunda, em função do aumento da velocidade da água para a mesma descarga, podendo resultar em inconveniente ao tráfego e à conservação das margens e do fundo.

CUSTEIO DE CONSERVAÇÃO: devemos esclarecer que os rios tendem, geralmente, a reestabelecer as suas antigas condições de leito e de regime; os trabalhos de dragagem e de proteção das margens, desde que postergados, deixarão que se formem grandes depósitos no fundo, e a altura das futuras enchentes poderá exceder as margens, perdendo seu propósito inicial de combate às inundações.

Sendo este o contexto, conclui-se que a regularização a fundo, por encaixe das enchentes em leitos largos e profundos, somente se viabiliza em casos limitados, quando não se trate de grandes rios e quando a valorização das terras comporte a despesa. Nos casos comuns, de proteção das terras aráveis, prefere-se recorrer aos diques de defesa, apesar dos perigos dos rompimentos (BRITO, 1944, p.65-66).

Nas várzeas paulistanas, a solução por diques era é mais adequada tecnicamente. O objetivo principal do programa proposto pela Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê era combater as inundações nesta área, visando à valorização das terras

beneficiadas e sua posterior edificação. Esse era um ponto estratégico para a viabilidade econômica da obra, além de ser o principal atrativo para sua realização.

Por esta razão, a construção dos diques foi descartada. Se essa solução fosse mantida, se preservariam as terras baixas, saneando-as com canais de derivação, e se manteriam áreas naturais de regulação das cheias. Nesta solução, preterida pelo Governo da época, estruturar-se-ia um sistema mais moderado nas transformações morfológicas do sítio que, para a metrópole que São Paulo veio a se tornar, seriam reservatórios reguladores das enchentes, contribuindo para o espaço urbano das várzeas saneadas.

DIQUES DE DEFESA: para o combate às inundações, os diques de defesa, geralmente, representam uma das mais simples e econômicas soluções, de uso antigo e universal. Com a construção dos diques a profundidade é ampliada para cima, e este processo, em geral, é mais barato que o aumento para baixo, escavando o leito ou escavando as margens; há, porém, que se levar em conta o custo de outras obras, em certos casos, de alto valor.

A secção de vazão, nas várzeas largas inundadas, não se mede por toda a extensão molhada; a água corre em certas regiões, noutras a velocidade é insignificante ou nula, às vezes a corrente é em sentido contrário ao deflúvio, devido aos redemoinhos. Nas regiões de água parada, poderia substituir-se a água por terra, sem que isto prejudicasse a vazão, não alterando a descarga do rio por unidade de tempo. Na localidade considerada não ocorreria o aumento da inundação, não se podendo afirmar o mesmo para as regiões a jusante, conforme descrito anteriormente sobre a função destes represamentos e dilatações das enchentes. Em lugar do aterro das

regiões de água morta fazem-se os diques marginais de defesa, que custam menos e permitem o proveito da fertilidade das várzeas (BRITO, 1944, p.66-67).

Como já foi apontado, anteriormente, por mais que as obras para o encaixe das águas de enchente sejam mais onerosas, esta solução poderá ser mais vantajosa no caso de terras edificáveis, caso das várzeas paulistanas. Com a valorização das terras beneficiadas pelo saneamento do leito maior do rio e a capitalização resultante das novas terras conquistadas, a diferença de custo da opção dos diques fica desinteressante, pela perda deste atrativo econômico, que as terras edificáveis proporcionam.

Após a definição da estratégia de construção de diques, marginais ou longitudinais, fez-se necessária uma complementação da infraestrutura. Reunir em canais coletores, ou de derivação, as águas das chuvas caídas nos morros e na planície, descarregando-as no rio, a jusante, ou em outra bacia hidrográfica. Quando não for possível a descarga, por gravidade, das águas reunidas, interceptar as águas das chuvas, caídas nos morros, com canaletas de contorno e derivá-las, descarregando-as, por gravidade, diretamente para o rio ou seus afluentes. As águas caídas nas planícies podem ser interceptadas por canaletas de descarga, sobre diques transversais, em cota conveniente, acima das enchentes, e reunidas numa depressão ou lagoa, se possível, para a descarga no rio, quando as suas águas baixarem, ou então, serem armazenadas em poços e elevadas por poderosas bombas, durante o período das águas altas do rio. Outra obra complementar que pode ser feita, sempre que se julgar necessário, é subdividir a planície, protegida em compartimentos ou células, por meio dos diques transversais e dos que ficarem ao longo dos afluentes;

com esta disposição procura-se limitar os prejuízos pelas rupturas, um dos principais inconvenientes dos diques de defesa (BRITO, 1944, p.67-68).

ATERRO: quando a planície, onde a inundação deve ser combatida, for edificável, o aterro pode ser praticado e levado em conta; somente neste caso. A vantagem em relação aos diques, além da questão econômica, está na segurança contra o afogamento, pelas inundações súbitas, em caso de rompimento dos diques. Com o aterro, caso a inundação exceda a cota prevista, a invasão das águas faz-se progressivamente e em profundidade muito inferior. O aterro poderá fazer-se por desmonte mecânico dos morros vizinhos ou por escavação dos fundos e das margens, podendo esta opção ser levada até onde for praticável, formando-se um lago alongado e profundo, de modo que o volume extraído seja, aproximadamente, igual ao volume necessário para os aterros laterais (BRITO, 1944, p.72).

Com relação à equação financeira, favorável ao aterro, Saturnino de Brito faz a seguinte relação, entre capital investido e retorno financeiro, para a viabilidade da obra:

“A prática do aterro depende do preço resultante por metro quadrado de superfície aterrada; é preciso que essa valorização permita a indenização por meio da cobrança de uma taxa para juros e amortização do capital empregado nas obras.” (BRITO, 1944, p.73).

Esta solução se mostrou a mais atrativa economicamente e foi a que atendeu aos agentes envolvidos, na ação de defesa contra inundações, nos principais rios da cidade de São Paulo. Resta saber se a potencialização máxima das terras saneadas para edificação foi devido a interesses pessoais ou em prol do interesse público.

Como já explicitado anteriormente, encontramos no trabalho de Odette Seabra, *Os meandros dos rios nos meandros do poder: Tietê e Pinheiros, valorização dos rios e das*

várzeas na cidade de São Paulo, a tese de que estas obras de saneamento foram feitas com investimento público e geraram ganhos privados. Outro trabalho, que colabora com esta visão, é o de Fernando Mello Franco, *A Construção do caminho: A estruturação da metrópole pela conformação técnica das várzeas e planícies fluviais da Bacia de São Paulo*. Nele, está colocada a tese de que a ocupação deste território foi um plano claro para a cidade, no qual os interesses predominantes eram voltados às forças produtivas da cidade, restringindo a área do rio ao mínimo possível e desejável. No projeto proposto por Saturnino de Brito, veremos espaços reservados para outras funções que não visavam apenas à edificação, mas sim a manter um equilíbrio do sistema hídrico que existia no lugar.

ADMINISTRAÇÃO E ECONOMIA: no início deste tópico, Saturnino de Brito apresenta mais um conselho, antevendo os rumos que tais propostas poderiam assumir:

“o aproveitamento das quedas de água, a defesa contra as inundações, o abastecimento de água, evitar a contaminação das águas, as obras contra as secas, a navegação de canais e rios, e outros serviços de utilidade, dependentes dos estudos do regime dos cursos de água, devem merecer da administração pública e dos engenheiros uma atenção das mais cuidadas e menos sujeitas aos interesses pessoais e às perturbações da má política, regional ou geral.”

(1944, p.77)

Na sequência, o autor insiste em como estas questões técnicas deveriam ser geridas. Preliminarmente, realizar estudos para que as obras sejam executadas segundo programas bem estabelecidos, sem precipitações e sem interrupções, igualmente nocivas. Não adiar a realização de obras necessárias ao desenvolvimento da

construção. Estudar o regime dos rios, para serem utilizados com rapidez e eficiência, quando necessário. Estes apontamentos, dentro do possível, foram evitados nos projetos em estudo, tanto no do programa municipal como no do programa proposto pela Companhia Light. Outro erro clássico, presente neste estudo de caso, é a falta de continuidade na administração pública, com a interrupção ruidosa dos trabalhos em estudo ou em execução. A falta de rigor no programa definido, com mudanças significativas ao longo do processo, e a falta de continuidade dos planos estabelecidos geraram, em ambos os projetos citados, a exclusão de partes importantes das propostas apresentadas.

A relação entre os dois projetos em estudo e a sinergia técnica e econômica que ocorreu entre eles ficam explícitas nas colocações sobre a administração pública e sua relação com projetos de iniciativas particulares, descritas por Saturnino de Brito:

“Em certos casos, convém à administração pública tomar conhecimento dos estudos e planos de iniciativas particulares, de modo que possa harmonizar os interesses a que atendam com os interesses públicos; às vezes, mediante pequeno acréscimo de despesas, poderá dilatar as utilidades ou somar proveitos privados e gerais; outras vezes evitará que abusos sejam praticados, acarretando prejuízos à terceiros e à comunidade.

Exemplo: se uma empresa construir uma barragem, para uso qualquer, sem a fiscalização idônea da administração pública, baseada no estudo do regime de águas, poderá suceder:

a) que a empresa modifique o regime das águas de sorte a prejudicar os usos ribeirinhos no presente ou no futuro (as águas não correm só para o gozo da atual geração...); a empresa deverá ter por obrigação dar à represa a capacidade bastante para não alterar o regime de utilidade na estiagem e, se for preciso, também nas águas médias;

b) que a empresa não altere o regime de utilidade das águas, mas a administração pública perderá em não obter que, concorrendo nas despesas, se aumente a capacidade da represa de modo a criar outras utilidades, ou melhor, amparar as que existam sujeitas, porém, aos rigores atenuáveis da estiagem ou das enchentes.

Nesta colocação, genérica, sobre a parceria pública privada e a otimização do uso múltiplo das águas, vê-se uma descrição do repertório, necessário ao Município, para capitalizar em prol dos programas públicos, as obras vultosas que a Companhia Light planejava na Serra de Cubatão. Neste paralelo, construído sobre a economia da obra e sua administração, estão as bases para as contrapartidas possíveis para estender os benefícios da alteração do regime da Bacia de São Paulo para a área urbana, no caso, com o combate às enchentes. Como complemento desta sinergia econômica, descrita acima, Saturnino de Brito estabelece que, uma vez avaliados os benefícios diretos e indiretos, a administração pública poderá estabelecer taxas equitativas a serem cobradas dos beneficiados, para amortização do capital investido. Havia exemplos, na época, da utilização deste recurso no Brasil, como no caso do saneamento de Campos, Santos e Recife (BRITO, 1944, p.74). Este recurso jurídico financeiro foi aplicado pela Companhia Light, em parceria com o Governo, na canalização do rio Pinheiros e no aterro de sua várzea, para urbanização.

Para embasar os conselhos descritos e as noções de hidrologia que Saturnino de Brito achou pertinentes aos dois trabalhos, desenvolvidos em concomitância, muitos exemplos, no Brasil e no exterior, foram descritos e analisados. A finalidade principal era argumentar a favor dos estudos e observações metódicas do regime dos rios, para formação da competência técnica especializada, nos casos locais.

Esta primeira parte do XIX volume das *Obras Completas de Saturnino de Brito*, somando-se à segunda parte, que será estudada a seguir, foram apresentadas ao Sr. Dr. Firmiano Pinto, prefeito de São Paulo, em Outubro de 1925, como o relatório da Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê.

2. Melhoramentos do rio Tietê na cidade de São Paulo – 1925

O programa estabelecido pela lei municipal, objeto de estudo da Comissão de Melhoramentos no rio Tietê, no trecho em que atravessa a cidade de São Paulo, está apresentado em três títulos, sendo o primeiro *Obras contra inundações*, o segundo *Navegação* e o terceiro, *Descarga dos esgotos*.

Os trabalhos tiveram início em Março de 1924 com os estudos de campo, mesmo ano da apresentação da primeira versão do Projeto da Serra pela Companhia São Paulo Light & Power. Os comissionados apresentaram ao Sr. Dr. Firmiano Pinto, então prefeito da Capital, as questões que seriam tratadas sob os títulos enunciados acima, comentando sobre a impossibilidade de resolver, com relativa segurança, o problema das inundações por faltarem observações, que não ocorrem em meses, mas sim em anos (BRITO, 1944, p.91).

Por procederem principalmente das cabeceiras do Alto Tietê, as águas que invadem a várzea em São Paulo, os estudos deveriam ser levados ao longo do rio e seus afluentes até aos pontos mais altos, no sentido de identificar o tipo de obra a ser realizada, para modificar o regime do rio a montante, quer retardando a afluência de uma parte das águas quer detendo-as em grandes represas. Seguindo a mesma linha de pensamento, os estudos deveriam descer de Osasco até a barragem de Parnaíba, reconhecendo-se os acidentes que deveriam ser removidos ou aproveitados, e considerando-se outras obras que facilitassem o escoamento das águas. Estes estudos, a montante e a jusante, saindo dos limites do município, e que poderiam abranger outras utilidades, como o caso de geração de energia, então em desenvolvimento, pertenciam mais à iniciativa do Governo do Estado; porém, mesmo

com este conflito de jurisdição, a Comissão de Melhoramentos estudou as regiões para além das divisas, limitando-se a fazer um simples reconhecimento, com o intuito de dar ao estudo e ao projeto uma orientação prudente⁴⁸, sem deixar de ressaltar a falta de observações metódicas que abrangessem a região durante vários ciclos hidrométricos do rio. Por esta falta de precisão, a Diretoria de Obras da Prefeitura ficou incumbida de prosseguir os estudos e, se necessário, alterar o plano apresentado pela Comissão de Melhoramentos, organizado de modo a admitir esta evolução, fato que ocorreu, mas, que diferentemente do planejado e exposto no relatório em estudo, alterou pontos estruturais da proposta, conforme relatado na introdução deste capítulo (BRITO, 1944, p.92).

O problema da navegação é relativamente fácil, e a solução teria de ser colocada de acordo com o problema das inundações. Ao Governo do Estado competia o estudo e a execução da navegação acima e abaixo da cidade. A descarga dos esgotos, feita na época sem depuração em frente à cidade, teria que ser removido pela repartição do Estado que o criou e o mantinha. A Comissão, atendendo ao programa que lhe havia sido incumbido, apenas se pronunciou sobre a questão. O projeto de arrumamento e aformoseamento eram de responsabilidade da Secção de Cadastro e Urbanismo, criada por Lei em 1º de Agosto de 1925, sendo que a Comissão de Melhoramentos limitou-se a indicar alguns destes elementos (BRITO, 1944, p.93).

Chama atenção a data da criação de uma seção específica responsável pela forma das ruas da cidade; resta saber se este descaso com a forma de expansão urbana era fruto do desaparelhamento do estado para enfrentar as novas demandas do

⁴⁸ Prudente para Saturnino de Brito, neste caso, seria evitar exagerar a capacidade por não ter, à época, a medida direta do volume de água nas grandes cheias da bacia de São Paulo.

crescimento da cidade, ou se esta lacuna era intencional; se sua ausência se justificava por permitir um maior liberalismo e autonomia para as iniciativas privadas e das forças produtivas da capital.

ESTUDOS DE CAMPO: não havia uma planta da várzea, com as curvas de nível, de sopé a sopé dos morros e desde a ponte de Guarulhos na Penha, até Osasco, adentrando pelo vale do rio Pinheiros. Esta planta era indispensável, sendo criada uma equipe para o levantamento da área do projeto, com o complemento de uma linha a montante e uma linha a jusante. Feito de forma mais ligeira o estudo fora do perímetro de ação, mas obtendo dados importantes como a cota de soleira do vertedor da barragem de Parnaíba (709,650m). A prefeitura complementou este levantamento, de acordo com outra disposição legislativa, como cadastro do patrimônio público e particular, com o intuito de avaliar os benefícios que proviriam dos melhoramentos no projeto e, também, distribuir e cobrar as taxas de valorização. Outro serviço, que não foi feito, mas se tornaria necessário quando os poderes públicos resolvessem regularizar o regime do Tietê, garantindo a navegação a montante e a jusante da cidade, até a represa de Parnaíba, consistiria no estudo topográfico do curso nos vales, em que seria viável represar as águas a montante, no Tietê e seus afluentes. Sendo desta forma, a comissão se limitou a fazer um simples reconhecimento das cabeceiras (ao norte), em zona que ainda não havia sido estudada pela repartição encarregada do serviço geográfico e geológico de Estado (BRITO, 1944, p.93-94). As bases cartográficas ausentes, no momento dos trabalhos da Comissão de Melhoramentos, explicitam a precariedade dos serviços públicos para o planejamento regional e urbano. Trinta anos antes, comissões haviam sido estabelecidas pelo Estado, com tais incumbências. Infelizmente, seus trabalhos foram descontinuados,

deixando os técnicos desamparados, em um período de urbanização intenso que São Paulo vivia. Esta falta de planejamento é bem frisada por Saturnino de Brito ao longo do relatório; tais lacunas iam contra o método de trabalho defendido e praticado pelo técnico, então responsável pelos estudos para o melhoramento do rio Tietê em frente a cidade.

SONDAGENS: com base em uma exploração superficial, foram feitos 120 furos, a uma profundidade média de 6 metros, com prioridade nas localidades indicadas para as pontes e principalmente para as barragens. A Comissão de Melhoramentos trabalhou, a princípio, com a várzea do Tietê constituída por uma camada de 0,5m a 5,0m de sedimentos argilo-arenosos, seguindo-se de 0,5m a 5,0m de areia e pedregulho, depois uma camada de argila compacta (“taguá”), seguindo-se outra de pedra, depois de perfurar até 4,5m no material anterior, sendo que a camada de pedra não foi atravessada. Embora seja pequena, a altura de água represada na proposta a seguir (2,0m), por ocasião da construção, seria conveniente fazer-se uma exploração mais completa nas localidades em que teriam que ficar as fundações; não era preciso dizer, mas fica explícita no relatório, a possibilidade de alteração das localizações propostas no plano da Comissão de Melhoramentos. Caso algumas das obras ficassem desfavoravelmente situadas, poderiam ser deslocadas para melhor terreno. As sondagens mostraram que estava limitada pela argila ou “taguá” a camada de fácil escavação por dragagem para abrir o novo leito do canal e para obter terras para a sobre-elevação das superfícies inundáveis. Aterro do antigo leito do rio e depressões seria melhor que a camada de fácil escavação fosse mais espessa, abaixo do grêde, mas, por outro lado, a presença do “taguá” nas proximidades do grêde constituía uma

vantagem para as fundações das alvenarias e para a resistência do leito à corrosão (BRITO, 1944, p.95-96).

CAVAS DE EXTRAÇÃO DE MATERIAIS: a Comissão de Melhoramentos atentou para outros usos que ocorriam à época, na várzea do Tietê. Deram especial atenção à retirada de materiais de alto valor para a construção. Estas cavas de extração de materiais tornavam-se depósitos de água, chuva e areia. Na planta, levantada pela Comissão de Melhoramentos, figuravam as maiores destas pequenas lagoas; as razões do utilitarismo venceram as da higiene, gerando temor quanto à malária.

Percebendo a importância desta atividade extrativista, Saturnino de Brito recomendou que este uso se deslocasse a montante da Penha, ocupando uma depressão que, pela análise realizada, teria por barragem o cordão rochoso que atravessa o rio e aflora na região da ponte de Guarulhos. Com este dado, Saturnino de Brito aponta uma nova possibilidade, com a extração desta jazida aquífera, alimentada pelas águas subterrâneas das encostas e pelas infiltrações do rio, que dependendo do nível de água, poderia provavelmente suprir a cidade de São Paulo com água abundante e pura, por filtração natural, a exemplo do que ocorre em muitas cidades do mundo e do que tinha no Brasil, na época, em condições muito mais desvantajosas (BRITO, 1944, p.96-97).

Esta diretriz extra, na qual a Comissão de Melhoramentos se atentou, mostrou outros usos importantes que ocorriam na várzea que estava se transformando e introduziu um uso, que hoje em dia é a prioridade número um dos múltiplos usos das águas: o abastecimento da população. Pela descrição de Saturnino de Brito, este poderia ser facilmente equacionado na região da Bacia de São Paulo. Com o desenvolvimento das propostas em estudo, as autoridades da época preferiram negociar a retirada de um

volume previamente acordado com a Companhia Light, de um dos seus reservatórios, a represa de Guarapiranga, o mais antigo deles. Provavelmente, esta simples solução apontada pela Comissão de Melhoramentos se confrontava com os interesses do utilitarismo, citado em relação ao outro uso, ressaltando-se com relação às medidas de saneamento, que costumavam drenar os terrenos alagadiços e as águas estagnadas. Hoje, tanto a represa de Guarapiranga como o antigo reservatório do rio Grande, atual represa Billings, são destinadas ao abastecimento da metrópole. Este uso sobrepõe-se aos objetivos de geração de energia, navegação e diluição de efluentes. O combate a enchentes é o uso que gera algumas distorções nesta hierarquia, conforme comentado anteriormente.

OBSERVAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS: Com a conhecida procedência das águas que transbordavam nas várzeas paulistanas, a Comissão de Melhoramentos procurou obter observações pluviométricas feitas na bacia do Tietê, a montante de São Paulo; as informações fornecidas pelo posto localizado na estação do Alto da Serra, da São Paulo Railway, do serviço meteorológico do Estado, contribuíram para o estudo. A Comissão ressaltou que seria preciso que os pontos de observação fossem em maior número e bem distribuídos. Propôs à prefeitura da época que obtivesse do Governo do Estado a instalação de novos postos de observação, apresentando custos de instalação e manutenção. Independentemente desta iniciativa, a Companhia São Paulo Light & Power, desenvolvendo o Projeto da Serra, no mesmo período, instalaria diversos postos de observações pluviométricas na área de interesse. Estas medições pluviométricas seriam aproveitadas na equação dos problemas de regime de curso de água, pela falta de medições diretas das descargas, conforme apresentado na primeira parte do presente relatório. Conforme gráficos, contidos no relatório, vemos

observações pluviométricas feitas em São Paulo e no Alto da Serra desde 1889 a 1924 (36anos). A média deste período foi de 1.240 milímetros em São Paulo, e de 3.400 milímetros no Alto da Serra, ou uma diferença de 2.160 milímetros (BRITO, 1944, p.97-98). (imagem 03, p.88)

Um dado importante, que explicita a falha no sistema de abastecimento energético até então, estabelecido pela Companhia Light, são as informações do ano de 1924 presentes no gráfico acima citado; o mínimo em São Paulo foi registrado nesta data e mede cerca de 900 milímetros, mas, no Alto da Serra registrou 3.700 milímetros. Esta precipitação foi desperdiçada pela inexistência dos reservatórios de estiagem. Daí decorreu a crise de água que provocou grave crise energética. Com este fato histórico, os chefes dos trabalhos, prontamente providenciaram para que não sofressem novo racionamento. As indústrias que dependiam de suprimentos fornecidos pela Companhia São Paulo Light & Power, criavam as bases para as obras de grande envergadura que se lançaram com o Projeto da Serra e a transformação das várzeas paulistanas; demonstrando assim, a potencialidade das ações quando os interesses dos agentes envolvidos convergem. Mais uma análise extraída do gráfico e apresentada no relatório em estudo é a constatação da grande amplitude do regime de precipitação da região, origem natural do problema sistêmico da Companhia Light. Os meses de chuvas escassas estão, geralmente, compreendidos entre Abril e Setembro, e os meses mais chuvosos estão compreendidos entre Novembro e Março (BRITO, 1944, p.99-100).

AVALIAÇÕES E MEDIÇÕES DE VAZÃO: em 1893 a Comissão de Saneamento do Estado, estudando a retificação do Tietê, estabeleceu escalas para observações do nível de água em pontos distintos. As observações eram feitas diariamente, mas foram

imagem 03 (BRITO, 1944, p.99).⁴⁹

⁴⁹ Imagem 03 – Gráfico alturas anuais de chuvas em São Paulo e Alto da Serra

feitas poucas medições de velocidade, correspondentes às diversas alturas de nível de água. Sendo extinta a Comissão, em 1898, perdeu-se a continuidade dessas medições. Em 1924, foram estabelecidas outras escalas, pela Comissão de Melhoramentos, retomando-se este serviço (BRITO, 1944, p.100-101). (imagem 04, p.90).

A Companhia São Paulo Light & Power, grandemente interessada no regime do rio Tietê, fazia observações de alturas de escalas na ponte do Limão, e na do rio Pinheiros, procedendo a várias medições de descargas nestes pontos. Na barragem de Parnaíba, a jusante de São Paulo, as medições eram diárias desde 1906, avaliando-se a água que passava nas turbinas e no vertedor da barragem, registrando-se os valores em diagramas. Era preciso levar em conta os intuitos desta empresa, que se preocupava com a estiagem, de modo que se desinteressava pelas medições diárias desde que excedessem cerca de 50 metros cúbicos por segundo. As turbinas na barragem de Parnaíba estavam 25 km a jusante de Osasco. Esta barragem não tinha a função de acumular água para a descarga de estiagem. Ela foi construída para aumentar a altura de queda natural, sendo que a bacia hidrográfica que contribui para sua capacidade mede 481.500 hectares. Simultaneamente aos dos estudos da Comissão de Melhoramentos, estava em construção uma nova instalação hidroelétrica, a jusante de Parnaíba, no Rasgão, aproveitando as águas que saiam daquela instalação, acrescidas com as de outras contribuições (BRITO, 1944, p.101-102).

ESCALA NA PONTE GRANDE

Máximos e mínimos anuais

Imagem 04 – (BRITO, 1944, p.102)⁵⁰

⁵⁰ Imagem 04 – Máximos e mínimos anuais na escala da Ponte Grande

Para controlar a estiagem a Companhia São Paulo Light & Power construiu o reservatório de Guarapiranga, que é um dos grandes ramos do rio Pinheiros. Com as chuvas abundantes, em tempos normais, a Companhia não fazia estudos dos ciclos hidrométricos, nesta região. No rio Grande, outro ramo importante do rio Pinheiros, iriam construir a barragem para o reservatório principal do Projeto da Serra. Este plano, o qual Saturnino de Brito retomou diversas vezes, ao longo do relatório, recebeu os seguintes comentários, preliminares, da Comissão de Melhoramentos:

1º) que nas avaliações das descargas do Tietê (na falta de medições diretas) deve levar-se em conta a influencia destes lagos artificiais, pela extensão das bacias hidráulicas;

2º) que estando a foz do rio Pinheiros situada 2km acima de Osasco, as suas inundações influem, a montante do Tietê, apenas no caso de não ser bastante a secção de vazão do rio, a jusante da barra, até Parnaíba;

3º) que do ponto de vista das inundações, não se pode considerar aquelas represas como reservatórios regularizadores por acumulação, conforme já dissemos, visto que o interesse da Companhia é tê-las cheias, aproveitando quaisquer chuvas, e o interesse da defesa contra as inundações seria aproveitar todas as oportunidades para as ter quase vazias.

(BRITO, 1944, p.103)

Estas afirmações feitas por Saturnino de Brito, nas observações sobre os trabalhos preliminares, ao projeto da Comissão de Melhoramentos coloca como base de trabalho dos comissionados o conflito de interesses entre a Companhia São Paulo Light & Power e o Governo, nas obras que envolvem a bacia do Tietê. Este conflito

exposto percorreu as ações sobre as águas precipitadas, na região metropolitana, ao longo do século XX. As prioridades sobre os múltiplos usos da água foram alteradas ao longo do tempo, conforme demonstrado em capítulo anterior. Os conflitos entre os diferentes usos e agentes das águas paulistanas estavam preconizados, claramente, no relatório. Na evolução deste processo, mais uma vez, os interesses das forças produtivas e dos grupos privados prevaleceram e as obras, voltadas para a geração de energia, foram executadas em curto período de tempo, enquanto as obras de interesse público, que não compunham a cadeia de força produtiva, ficaram adiadas e prejudicadas pelos interesses imobiliários e pela falta de empenho do Estado em equacionar o conflito de interesses nestes reservatórios⁵¹, estruturais para o organismo metropolitano.

As medições feitas pela Companhia São Paulo Light & Power nas pontes do Limão, e na do rio Pinheiros, não interessava à Comissão de Melhoramentos, pois não realizavam as medições em regime superior a 50 metros cúbicos por segundo. A informação pertinente era que, somadas as duas medições, estas poderiam fornecer o regime de estiagem do Tietê, a jusante da barra do rio Pinheiros. As descargas medidas na barragem da usina de Parnaíba, na falta de outras medições na região que era objeto do estudo da Comissão de Melhoramentos, eram, por este motivo, interessantes e constituem o único documento de valor para o caso de análise dos comissionados (BRITO, 1944, p.103-105). (imagem 05, p. 93).

⁵¹ Saturnino de Brito na primeira parte do relatório, no tópico sobre *Administração e economia*, discorre sobre o fato que, em determinados casos, convém à administração pública harmonizar os interesses públicos; às vezes, mediante pequeno acréscimo de despesas, ampliar as utilidades ou somar proveitos provados e gerais, conforme já comentado anteriormente (BRITO, 1944, p.74).

Imagem 05 – (BRITO, 1944, p.105)⁵²

⁵² Imagem 05 – Descargas máximas em Parnaíba, em metros cúbicos por segundo.

Com estes dados de medições de vazão, mais os dados pluviométricos relatados anteriormente, relacionados com os dados cartográficos produzidos na época, que continham as extensões das bacias hidrográficas em estudo, o autor passou a realizar um exaustivo processo de comparação, manipulação e cálculo dos precários dados obtidos no estudo preliminar. Com este trabalho, demonstrou a vulnerabilidade do processo indireto, afirmando, por fim, que o tempo perdido com estas avaliações resultasse no proveito de se ter comprovado a necessidade de cuidar das medições diretas (BRITO, 1944, p.105-126).

OBRAS CONTRA INUNDAÇÕES

Seguindo as explanações preliminares apresentadas pela Comissão de Melhoramentos, as quais caracterizaram o objeto do plano, através do estudo de campo e seu mapeamento, com a descrição das características gerais do solo da área e a análise das observações pluviométricas, bem como as avaliações das medições do rio obtidas, o relatório entra nas especificidades do primeiro título do escopo proposto à Comissão, com o título acima. Saturnino de Brito considerou esses dados insuficientes para o desenvolvimento adequado do trabalho proposto à Comissão. Nesta parte do relatório, o autor aprofunda a caracterização do regime do rio, apresenta um estudo dos projetos já realizados para o mesmo objeto e adentra nas obras específicas propostas pela Comissão de Melhoramentos do rio Tietê.

O RIO TIETÊ: nasce no planalto paulistano entre as serras Itapetí e Cantareira ao norte, e a serra do Mar ao sul, que é o divisor de águas que descem diretamente para o oceano Atlântico. O rio Paraíba, que a princípio desce no rumo sudoeste, indo em direção às cabeceiras do Tietê, faz uma volta de 180°, afastando-se do planalto e

buscando o oceano, em sentido nordeste. Assim, as águas das mesmas nuvens, caindo numa superfície de poucos quilômetros quadrados, em altitudes de 775 a 1000 metros, distribuem-se por três vertentes com percursos muito diferentes. As águas que caem na vertente do planalto paulista descem o vale do Tietê, fazem um grande percurso, no qual se encontram quedas d'água e trechos tranquilos, sendo 0,3 por quilômetro a declividade geral, entre os pontos extremos, da serra ao mar.

O Município de São Paulo é atravessado pelo rio Tietê na direção de leste para oeste, em percurso sinuoso, com 45 km da Penha a Osasco, reduzível a 26 km pelo projeto de retificação proposto pela Comissão de Melhoramentos. A parte principal da cidade estava localizada na margem esquerda; nesta margem estavam as estações terminais de três importantes vias férreas. Quase todos os afluentes do rio Tietê, após poucos quilômetros de descida das serras, passavam a correr caprichosamente sinuosos em várzeas largas e inundáveis; assim atravessava o rio, a cidade de São Paulo, mas em seguida as várzeas vão estreitando-se, até a queda de Parnaíba que, na época do estudo, já estava sob os cuidados da Light and Power. As declividades correspondentes aos 90 km de percurso sinuoso do rio eram geralmente muito baixas; elas desciam a 0,12 ou menos, às vezes, por quilômetro; a retificação proposta, sem exageros, poderia levar a 0,20 ou 0,25 por quilômetro.

Imagem 06 – (BRITO, 1944, p.247)⁵³

⁵³ Imagem 06 – Bacia do Tietê até Parnaíba com a localização dos pontos de interesse no estudo das melhorias contidas no relatório.

O mapa (imagem 06, p.96) mostra os afluentes da margem direita, descendo das serras de Itapetí e Cantareira. São todos de pequeno percurso e as águas das suas cabeceiras mais importantes eram aduzidas para o abastecimento de São Paulo. No extremo leste ficavam os ramos de origem do Tietê, dos quais o rio Claro é o mais importante e, na época da análise da Comissão de Melhoramentos, estava em estudo para reforço do abastecimento de São Paulo, respeitando o oneroso programa e, segundo Saturnino de Brito, fatalmente insubsistente, no futuro, de somente aduzir águas de cabeceiras com bacias desapropriadas, muitas vezes percorrendo grandes distâncias. Os afluentes da margem esquerda, que descem da serra do Mar, vertente com conflito de interesses com a Companhia Light, são os caminhos de água com percursos mais longos, o rio Pinheiros, que deságua no perímetro da cidade, tendo como principais contribuintes, o rio Guarapiranga, represado pela Companhia Light & Power em Santo Amaro, em 1909, para regularizar o regime da Usina de Paranaíba, com mais de 600 quilômetros quadrados de bacia hidrográfica, e o rio Grande, com uma bacia um pouco inferior, e cujo represamento estava em processo, para servir como principal reservatório do Projeto da Serra, que viria a ser a principal obra da Companhia Light & Power no Brasil.

A vegetação nas planícies era geralmente rasteira e os terrenos, baixos e altos, eram pouco aproveitados para a cultura. A devastação das matas progredia, no período do estudo, não somente para o cultivo, como para combustível vegetal; existiam matas virgens, além de Mogi das Cruzes (60 km a montante de São Paulo), nas cabeceiras do Taiaçupeba, e que o Governo conservava como protetoras dos seus mananciais (BRITO, 1994, p.125-130).

Na análise sobre o principal objeto de trabalho da Comissão de Melhoramentos, o rio Tietê, vemos um retrato das características geográficas naturais do elemento hídrico no território, mas principalmente enxergamos a apropriação do homem sobre este recurso, com diferentes usos, que já se confrontavam na época deste relatório. Em alguns trechos, principalmente os que envolviam a geração de energia e a Companhia Light, as transformações do elemento natural pela ação humana foram marcantes, interferindo diretamente nos parâmetros para a retificação, que estava em planejamento, para atender às demandas de saneamento e navegação. As interferências no rio, que já estavam configuradas, eram principalmente as barragens e os lagos artificiais, mimetizando os recursos encontrados na natureza, para regradar os regimes das águas. Com a introdução das derivações propostas pela Companhia Light, o grau de interferência no regime hídrico do rio e na paisagem se intensificou. Na descrição da situação em que o rio se encontrava, antes das grandes intervenções que iria sofrer com a implantação do Projeto da Serra, fica notório, nas colocações de Saturnino de Brito, o desacordo com a estratégia, então em vigor, para o abastecimento de água da cidade, fato que veio a se confirmar com o desenrolar do tempo, superando qualquer estimativa feita, na época, com relação ao crescimento que a metrópole veio a apresentar. Sendo assim, esta estratégia sobrepôs a função de abastecimento, para alimentação da água na Bacia de São Paulo, a todos os outros usos que este elemento natural suporta, como apresentado anteriormente, na evolução das prioridades do uso da água, no decorrer da transformação urbana da metrópole.

AS INUNDAÇÕES E AS SECAS: no início da década de 20, tempo das ações do projeto e obra em estudo, as várzeas do Tietê ainda podiam ser consideradas como

estranhas ao completo domínio do homem, mesmo com os usos relatados no tópico acima; eram ocupadas em escala relativamente pequena. O objetivo principal destas iniciativas do Governo era tomar, definitivamente, ao rio a várzea de expansão das suas águas, para nela edificar. Esta intenção remetia, como consequência, ao estabelecimento do problema das inundações. No projeto apresentado pela Comissão de Melhoramentos, as bases para tal modificação, no território, se davam nos seguintes termos, conforme transcrito a seguir:

1º) regularizar o curso do rio em São Paulo e a jusante;

2º) manter a montante de São Paulo o atual regime das inundações das várzeas, a menos que se não façam obras extraordinárias de detenção das águas, ou que se aumente a capacidade das obras de proteção em São Paulo e de escoamento a jusante.

(BRITO, 1944, p.130)

As águas das enchentes subiam a cerca de 5 metros do nível de estiagem e, de 2 a 3 metros acima das margens do rio; derramavam-se pelos terrenos cobertos de vegetação rasteira e enchiam as cavas de extração de areia, pedregulho e barro.

Estabelecer o problema das inundações se justificou, em São Paulo, pela extraordinária valorização das terras na cidade e nos subúrbios, em contraste com o baixo valor dos terrenos inundáveis, que na época seriam de grande utilidade, por sua localização, depois de feitas as obras de defesa, para o estabelecimento industrial e dos armazéns ligados às estradas de ferro, além de permitir, com facilidade, incrementar a mobilidade na cidade. As superfícies inundáveis, da Penha a Osasco, tinham as seguintes extensões, sem descontar a faixa ocupada pela regularização do

rio e seu leito atual, sendo 3.299 hectares no rio Tietê, somados a 1.448 hectares no rio Pinheiros, totalizando 4.747 hectares; descontando-se os 868 hectares que seriam destinados à regularização, inclusive avenidas laterais, restariam 3.879 hectares. A valorização proveniente das obras previstas no plano em questão não se restringia apenas à enorme superfície de 38 milhões de metros quadrados; delas participariam toda a cidade, em menor porcentagem, especialmente as zonas mais próximas do rio (BRITO, 1944, p.130-131).

A metamorfose, nos antigos terrenos reguladores do regime do rio, fica explícita na descrição acima. O movimento de terra e a mudança de função caracterizam esta transformação no território e no regime hídrico da região, na sua reestruturação como lugar, e na utilidade que passou a suportar, não mais pertencendo ao rio, mas, daquele momento em diante, servindo à habitação do homem. Inicialmente, como infraestrutura produtiva, porque a prioridade sobre estas águas era a geração de energia. Logo em seguida, seu valor imobiliário agregado e objeto gerador de riqueza, e por fim, as novas estruturas viárias que, conjuntamente com a energia elétrica, contribuíram decisivamente para a incorporação, na vida paulistana, dos adventos da modernidade.

As intenções, para a modificação na natureza dos rios, foram expostas; resta compreender os seus reflexos nas soluções de projeto, as possibilidades que existiam e os caminhos que foram trilhados. Voltemos ao regime do rio, objeto de transformação.

As secas, com as prolongadas estiagens do Tietê, eram mais calamitosas, na época, do que as inundações; a população urbana sentia os rigores da falta de água, de alimentação, de energia elétrica, como sucedeu de modo alarmante, nos anos de

desenvolvimento do relatório da Comissão de Melhoramentos e do Projeto de Serra. O mal se tornava cada vez mais sensível por ser maior o consumo, com o extraordinário crescimento da população que São Paulo vivia e com os novos hábitos de consumo. As secas se agravaram. Com a sucessão de anos mais rigorosos, as reservas subterrâneas e as acumuladas em reservatórios esgotaram-se facilmente, sendo necessário um período mais longo para recompô-las, expondo a população à crise. O estudo do regime dos cursos de água, em ciclos hidrométricos sucessivos, mostraria as demandas e as ofertas a serem equilibradas. Base de dados, fundamental para a equação do problema, diversas vezes lembrada por Saturnino de Brito ao longo do relatório, principalmente pela falta de informação. Outro elemento, que influenciava no regime do rio, tanto nas inundações como nas estiagens, as florestas, foram pouco consideradas nesta equação, durante a expansão da cidade (BRITO, 1944, p.131-132).

PROJETOS ANTERIORES: a Comissão de Melhoramentos, fiel ao método científico, analítico das condições geográficas, econômicas e administrativas do lugar, característica marcante nos trabalhos desenvolvidos por Saturnino de Brito, debruçou-se sobre os projetos anteriores, com foco no mesmo objeto em estudo, para ampliar o entendimento do problema colocado pelo programa de melhorias do rio Tietê. Pelas informações que obtiveram sobre os projetos de retificação do rio e aproveitamento da várzea, o único estudo feito em ordem, mas infelizmente interrompido, foi o da Comissão de Saneamento do Estado, em 1893 e 1894. Os outros trabalhos eram variantes das linhas gerais, que ficaram ou estabelecidas, ou dependentes do prosseguimento de observações e medições, que não ocorreram (BRITO, 1944, p.132).

A Comissão de Saneamento (1894), discordando da avaliação de 377 metros cúbicos por segundo, dada pelo ilustre Sr. Dr. Teodoro Sampaio como descarga máxima provável para o rio Tietê, avaliou esta descarga em 174 metros cúbicos por segundo, aguardando novos dados de medições diretas que permitissem confirmar ou modificar esta base, que lhe serviu no projeto de retificação (BRITO, 1944, p.100)

Baseadas nas observações feitas em 1893, a Comissão adotou a declividade de 0,15 por quilômetro, da ponte Grande até a ponte da S.P. Railway, e de 0,20 por quilômetro deste ponto até Osasco. O tipo proposto para a secção do rio tinha um canal de navegação com 0,5 metros de profundidade e 20 metros de largura; um leito de inundação com 50 metros de largura e 3,5 metros de profundidade molhada; a largura total seria de 84 metros. Em novos cálculos, a Comissão de Melhoramentos (1924) tomou como base a profundidade de 4,0 metros no canal de navegação, avaliou a capacidade de vazão muito superior ao valor tido como bastante pela comissão daquele ano. Analisando as cotas e as inclinações, a Comissão de Melhoramentos concluiu que para fazer as obras nestas condições, seria preciso, ou fazer diques marginais, ou aterrar a várzea até a cota de insubmissão prevista. Foram executados alguns trechos baseados neste estudo. Estes trabalhos obedeciam a um plano metódico e, se continuados, produziram bons resultados, principalmente antes do estabelecimento da barragem de Parnaíba, executada pela Companhia Light e concluída em 1901 (BRITO, 1944, p.133-134).

Antecedendo a criação da Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê, em 1922, a Diretoria de Obras do Município obteve a opinião do Sr. Dr. J. A. Da Fonseca Rodrigues, professor da cadeira de Portos, Rios e Canais da Escola Politécnica, sobre o mesmo escopo, os melhoramentos do rio Tietê em frente à cidade. Este projeto

equacionava as questões hídricas abrindo caminho para as outras melhorias, que seriam incorporadas posteriormente, em função das demandas e possibilidades. O resumo deste anteprojeto, nas suas linhas gerais, foi feito pelo Sr. Dr. Victor Freire e transcrito no relatório da Comissão de Melhoramentos. Abaixo, trechos do texto:

“Este esboço consiste no levantamento de dois diques corridos, paralelos em quase toda a sua extensão e também em quase toda ela distantes entre si de 108 metros de base, diques de 4,5 metros de altura sobre cujo topo correrá duas avenidas de vinte metros, diques que constituirão o leito maior do canal trapezoidal, destinado ao escoamento das enchentes. Ao encontrar os afluentes, esses diques prolongar-se-ão lateralmente ao longo destes, diminuindo de dimensões e altura até baterem, no terreno natural, na linha de nível do respectivo coroamento [...]”.

“[...] leito menor, o qual se apresentará sob a forma de uma escavação, também trapezoidal, de 1,4 metros de profundidade com a largura, a meia altura de 30 metros – mais ou menos o vau médio atual do álveo do Tietê. Dispondo por essa forma, ficará sendo, tal leito menor, via navegável durante os oito ou nove meses do ano em que as águas aí correrão deixando a seco o leito maior [...]”.

“[...] o esboço prevê o estabelecimento de um açude móvel, nas proximidades e a montante da Ponte Grande. Esse açude regularizará, dentro de certos limites, a vazão do rio, levantando-lhe igualmente o nível normal desde esse ponto para cima, na direção da Penha. É aproveitado o levantamento para constituir um lago artificial, de três quilômetros de extensão por quase um de largura média, lago cuja depressão é indispensável para obter o material de formação dos diques, desde a ponte da São Paulo Railway até a Penha, bem assim o enchimento dos braços mortos, e cuja

criação virá submergir zona ingrata em todos os sentidos, por se achar alvercada, profunda e irregularmente, pelos tiradores de areia e barro.”

“Logo a jusante do açude, previu o esboço a execução de outra lagoa, mas de proporções muito menores. É obvio que em toda a extensão das duas bacias deixarão os diques de ser paralelos. E afetarão aí as sinuosidades e conchas naturais, determinadas na realidade por motivos econômicos, mas aparentando o pitoresco de remansos rústicos, destinados aos desportos aquáticos, e oferecendo margens as mais adequadas ao estabelecimento de núcleos de recreio e de habitação aprazível [...]”

(Boletim do Instituto de Engenharia, n.19, São Paulo, Janeiro de 1923, p.184)

(BRITO, 1944, p.134-136)

Após transcrição do texto resumo do anteprojeto, Saturnino de Brito parte para uma análise técnica sobre a secção de regularização, as bases da vazão fluvial adotada, as cotas estabelecidas para o leito e sua declividade, o regime de estiagem e a navegação, a faixa necessária para execução do projeto, a superfície ocupada, a área de secção molhada e o escoamento previsto, tira conclusões e cita preocupações que estavam presentes no esboço. Discorre sobre a solução de criação de lagos para natação, uma larga superfície de águas para exercício de remo, destas bacias saíam as terras complementares para os diques e aterros dos braços mortos, a regularização do terreno e a construção dos diques transversais. Na opinião do autor do anteprojeto, seria melhor, mais econômico, tirar a terra destas bacias do que tirá-las das encostas do vale, pelas desapropriações que seriam necessárias e pelo transporte do material. Completando a lista, cita as obras acessórias e a possibilidade de recuperar grandes extensões de terras cuja venda cobriria, em grande parte, o custo do aterro.

Após esclarecer os principais pontos do projeto, o relatório apresentou o parecer desfavorável da Diretoria de Obras da Prefeitura. Alegaram que o problema do melhoramento do Tietê não era apenas questão de hidráulica e de valorização de terras. Fizeram a crítica ao projeto de retificação, exposto acima, e apontaram o substituto para tal incumbência, o distinto engenheiro J. F. de Ulhôa Cintra, membro da própria Diretoria de Obras da Prefeitura, dedicado aos estudos de urbanismo (BRITO, 1944, p.136-139).

A Comissão de Melhoramentos se posicionou contrária a crítica da Diretoria de Obras, sobre o anteprojeto do Dr. Fonseca Rodrigues, por considerar de fácil incorporação ao projeto as questões, de saneamento e embelezamento, apontadas como ausentes do esboço. Mesmo contrária às críticas apresentadas, o relatório apresenta um alinhamento com as preocupações que motivaram tal negativa, que aclamavam por ampliar o alcance da proposta e não limitá-la somente ao trecho entre a ponte Grande e a ponte da S. P. Railway. A seguir, mais um trecho das palavras do Dr. Victor Freire transcritas no relatório sobre a evolução do projeto para melhoramentos do rio Tietê:

"[...] sobre o ponto de vista estético, de manter a aparência de um curso de água natural, serpenteando ao longo da cidade. Tal economia poderá ser respeitada, e só acentuada resultará, se se estender o mesmo ponto de vista para o trecho a montante da ponte Grande, substituindo em toda a extensão do rio a "retificação Fonseca Rodrigues por uma simples regularização". É essa a ideia mestra, segundo o esboço que tenho a honra de submeter, e recomendar, esboço devido a reconhecida competência do engenheiro João Florence de Ulhôa Cintra, da II Secção desta diretoria, a que tem, pela nossa organização administrativa, a incumbência de olhar pela configuração da cidade." (v. o mapa de São Paulo anexo ao citado n.19 do Boletim).

“Como se vê da nota por ele elaborada, e a este também anexa, não se contenta o seu autor em buscar economia pela execução de desapropriações em zona de terreno mais barato. Sugere, a título de medida complementar, o rebaixamento da altura dos diques do esboço Fonseca Rodrigues, compensando a capacidade do canal por meio de maior largura do seu leito maior. É aqui o lugar de fazer notar que essa orientação terá repercussões econômicas de importância, na valorização das áreas edificáveis à obra de arte.”

“Não menos repercussão sob o ponto de vista estético. Considerando este, mas considerando, sobretudo, o atraso indesculpável em que se encontra a capital do Estado em matéria de respiradouros, de pulmões para a população, de espaços abertos, em resumo, para me servir da expressão consagrada - completa o engenheiro Cintra o seu esboço, prevendo a formação, ao longo do futuro canal, de uma série de trechos relvados e ajardinados, constituindo por essa forma solução do conjunto, de tal modo frequente nas cidades modernas e adiantadas até na América, que a ciência da urbanização já lhe reservou uma denominação especial, a de “parkway”. (BRITO, 1944, p.140-141).

Saturnino de Brito não questiona a qualidade desta proposta que satisfaz, simultaneamente, as necessidades de higiene, de circulação, do aproveitamento dos terrenos beneficiados e do aformoseamento da cidade de São Paulo. Após esta apresentação, das linhas gerais do esboço “Cintra”, passa a analisá-lo tecnicamente, em relação a secção, a superfície ocupada para as obras de regularização, comparando-a com a proposta anterior em relação a sua dimensão superior de intervenção. Sobre a secção proposta aponta a vantagem em relação à defesa das terras edificáveis, mas não pela proximidade com a obra de arte, como apontado pelo

Dr. Victor Freire, mas, efetivamente a valorização ocorreria pela diminuição dos perigos causados no caso de rompimento dos diques, e com a melhoria das condições favoráveis a infiltrações e ressurgência de água, nas superfícies protegidas, durante as enchentes. Todavia, Saturnino de Brito ressalta, o anteprojeto Cintra é desfavorável à navegação, salvo o caso de represamento por grandes barragens móveis (BRITO, 1944, p.141-142).

O Estudo VI (imagem 07, p.108), presente no relatório ilustrado acima, apresenta a secção dos três projetos relatados, anteriores às propostas da Comissão de Melhoramentos do Tietê. Saturnino de Brito se debruça sobre as características técnicas das propostas e faz uma avaliação preparatória para as proposições que apresenta na sequência desta análise. As questões urbanas são destacadas, mas não são responsáveis pela viabilidade das melhorias em questão. A viabilidade do projeto estava amparada nas características analisadas da bacia hidrográfica, onde seria feita a intervenção, e na viabilidade econômica e administrativa para tais obras de infraestrutura, obras estas que demandavam grandes ações e custos elevados. Como eixo de análise, alinhado com a prioridade produtiva que predominou na evolução histórica da cidade, as melhorias agregadas deveriam estar inseridas na funcionalidade da infraestrutura para se viabilizarem; deveriam fazer parte da infraestrutura. Nesta condição, os lagos propostos no anteprojeto Fonseca Rodrigues, ou a largura avantajada no esboço Cintra, eram premissas técnicas da equação hidráulica e econômica, que beneficiavam diretamente a forma urbana.

Imagem 07 – (BRITO, 1944, p.252)⁵⁴

⁵⁴ Imagem 07 - Seções dos projetos anteriores para o rio Tietê estudados pela Comissão de Melhoramentos.

OBRAS A MONTANTE: as obras a montante, que influenciariam as melhorias em São Paulo, iam diretamente de encontro às obras propostas pela Companhia Light na 1ª concessão do Projeto da Serra. Como apresentado na 1ª parte da publicação *Defesa Contra Inundações*, as obras poderiam se fazer a montante do trecho de um rio que se queira beneficiar, no sentido de reduzir ou impedir as inundações. Quanto mais próximo das cabeceiras ficar esta localidade, tanto mais eficientes e praticáveis seriam as barragens, no intuito de regular o regime dos rios para diminuir a violência das enchentes, para navegação, a exploração hidroelétrica, a irrigação, o abastecimento de água (BRITO, 1944, p.143).

Como veremos adiante, estes represamentos, nas cabeceiras da bacia do Tietê, adquiriram características distintas, em função da sua prioridade de uso. No caso em estudo, o complexo girou em torno da geração de energia, prioritária para a Companhia Light, do combate às enchentes e à navegação, escopo de interesse do governo municipal e estadual. Estes propósitos se organizaram dentro das prioridades da época e das possibilidades econômicas e administrativas. Ainda hoje é um plano incompleto, em desenvolvimento. Apresenta vantagens, em função da direção assumida na época, principalmente com relação ao tempo de usufruto destas melhorias e das consequências, decorrentes destas decisões, para a configuração do sistema hídrico da metrópole.

A Comissão de Melhoramentos do Tietê encarregou um dos seus engenheiros para realizar um reconhecimento das cabeceiras, a montante da cidade e na zona ainda não levantada pela Comissão da Carta Geográfica do Estado. O objetivo elencado e transcrito no relatório se apresenta com o seguinte programa:

- A) informações sobre culturas, florestas, intensidade e ocorrência das enchentes;
- B) indicação aproximada das localidades em que possam construir-se barragens de compensação ou de regularização do regime dos cursos de água;
- C) possibilidades de proveito destas barragens, para irrigação agrícola, exploração hidroelétrica, abastecimento de água e navegação;
- D) referência às barragens em degraus nas cabeceiras para a redução de velocidade;
- E) notas para o estudo de derivação de águas das enchentes do alto Tietê para o Oceano (aproveitamento hidroelétrico). (BRITO, 1944, p.143-144)

Estes interesses apresentados acima, contidos nos levantamentos para as obras a montante, que complementavam os melhoramentos em frente a Capital, iam de encontro a primeira concessão do Projeto da Serra, estudo já existente e público, sendo incluído nas análises específicas da Comissão de Melhoramentos, mas especialmente citado no último item do programa. Estas obras fora das divisas do Município de São Paulo eram parte estrutural do sistema proposto por Saturnino de Brito.

As várzeas inundáveis se estendiam por mais de 130 km do rio Tietê e afluentes, percursos extremamente sinuosos, com fraca declividade, e com reservatórios naturais que regulavam o regime dos rios. Conhecer a extensão da superfície coberta pelas inundações a montante de São Paulo, a capacidade deste reservatório e que influência exerciam no regime do rio eram dados fundamentais para direcionar as obras de melhoramentos na parte urbana do rio. A Comissão apontava a falta de entendimento entre as administrações, do Estado e do Município, como fator limitador para que os

estudos fossem mais completos, auxiliando a compreensão da singular importância deste fator hidrológico no problema que os melhoramentos buscavam resolver, em trecho limitado, na região em frente a Capital. Esta ampliação da análise poderia ter contribuído para o entendimento do regime da época e a influência das obras a montante somada a outras influências benéficas que poderiam ter sido agregadas. Esta compreensão global serviria também para entender as consequências de obras como a retificação do rio a montante de São Paulo, ou a construção de diques para o aproveitamento das várzeas para agricultura e quais os reflexos acarretados para a região da cidade, na qual a várzea seria edificada. (BRITO, 1944, p.144).

Após a análise da influência das matas e das características de cada afluente do Tietê, bem como sua contribuição para as cheias do rio sobre a várzea, o relatório introduz possíveis obras e suas implicações no trecho do rio que se constituía o objeto do projeto: em vários afluentes, era possível a construção de pequenos açudes de acumulação de águas, com possibilidade de outros usos. A única barragem que, pelo reconhecimento feito, parecia recomendável como regularizadora do regime do Tietê, a jusante, era a da Ponte Nova, a montante de Mogi das Cruzes. Esta barragem, além da função de reguladora do regime, poderia elevar o nível das águas represadas em doze metros, da cota 759 a cota 771, permitindo a extravazão de águas do Tietê para o ribeirão Grande, afluente do Tapanhaú, na vertente direta ao Oceano. A extravazão, regulada por adufa, poderia ser aproveitada para eliminar do Tietê uma parcela, embora pequena, de água das cheias, lançando-as em queda, serra do Mar abaixo, gerando energia. Este era o objetivo dos estudos da Companhia Light antes de partir para uma intervenção mais arrojada, e que caracteriza o Projeto da Serra.

Com este movimento da Companhia Light anunciado e em processo de negociação com o poder público, Saturnino de Brito apresentou sua preferência sobre o uso desta barragem, a montante do Mogi das Cruzes, e que conviria ao Governo do Estado reservar-se o direito a aprovação desta barragem, como regularizadora do regime do rio, não exatamente pela sua influência modificadora das enchentes, que seria pequena, mas como reserva para melhorar as condições da navegação nas estiagens rigorosas.

Segundo as informações obtidas no reconhecimento da área, a bacia hidrográfica deste reservatório teria aproximadamente 12 km de extensão e poderia acumular por volta de 450 milhões de metros cúbicos (BRITO, 1944, p. 144-147).

A diretriz, clara, de utilizar as obras a montante da Capital, nas cabeceiras do Tietê, como elementos complementares ao escopo Municipal, para o trecho do rio em frente à cidade, colocou novos fatores na equação financeira e técnica, com a qual o Projeto da Serra havia sido inicialmente concebido. Este documento oficial, oriundo do relatório da Comissão de Melhoramentos, tornaram as intervenções nos mananciais obras de interesses múltiplos.

A Companhia Light reposicionou-se, buscando o melhor aproveitamento para seus investimentos. Todo esse processo poderia ter sido mais bem equacionado, se tivesse havido um entendimento melhor entre as instâncias públicas envolvidas, quais sejam, o Estado e o Município, em parceria com as empresas interessadas em explorar esses recursos naturais.

OBRAS A JUSANTE: as obras abaixo da cidade de São Paulo para melhorias no Tietê esbarraram novamente nas concessões da Companhia Light, envolvendo, neste caso, a primeira usina do grupo, na Bacia do Tietê.

A Comissão de Melhoramentos não levou os estudos topográficos completos até Parnaíba. Eles seriam necessários na organização dos projetos das obras de regularização. Esta fração da proposta foi, novamente, fruto do desalinhamento entre o Município e o Governo do Estado, responsável pelas obras em questão. Mesmo com esta limitação, a Comissão atendeu ao aumento do escoamento. As obras eram simples e, apesar dos estudos precários, puderam ser realizadas. A influência mais importante era a represa em Parnaíba. A cota do vertedor da barragem, que era anteriormente 708,65m, foi elevada em 1,0 metro. Consequentemente, seria preciso substituir este acréscimo por uma barragem móvel, que se abriria nas enchentes. Entre Osasco e Parnaíba, o rio corria sinuoso, mas as várzeas inundáveis eram mais apertadas e menos frequentes que a montante. Para complemento das medidas necessárias ao aumento do escoamento, nos 18 km do rio, abaixo de Osasco, foi determinada a retirada de pedras do fundo, visando a mesma declividade de 0,20 a montante de Osasco. Várias curvas deveriam ser cortadas e rebaixadas as pontas de espigões, nas passagens apertadas. Estas medidas complementares, a jusante, não prejudicariam a navegação; todavia, seria de interesse escavar o leito, de Parnaíba até Osasco, com o intuito de garantir a profundidade mínima de 1,0 metro, beneficiado pelo represamento da usina, ou estabelecer no rio barragem submersível e eclusa (BRITO, 1944, p.147-148).

Com a implantação do Projeto da Serra e a sua ampliação energética, que ocorreu décadas após a entrega do relatório da Comissão de Melhoramentos, as obras a jusante sofreram alterações significativas, quando comparadas ao estudo realizado por Saturnino de Brito. A usina de Parnaíba teve sua altura ampliada e passou a funcionar com uma elevatória para derivação das águas, a jusante da Capital, para o

reservatório do Rio Grande. Esta alteração ampliou o represamento da cota do leito do rio, transformando o rio Tietê em um grande lago, de Parnaíba a Guarulhos. Esta obra da Companhia Light foi motivo de diversas controvérsias, com relação a sua influência nos transbordamentos que vieram a ocorrer, no canal do Tietê, nas décadas seguintes, conforme comentado anteriormente. Este dado seria de grande importância para as considerações sobre o trecho do rio em frente à área então urbanizada, que a Comissão de Saneamento foi incumbida de realizar na década de 20. Sítio que, ao longo do tempo, sofreu transformações importantes, nos aspectos que foram considerados à época, como o Projeto da Serra, implementado a partir da 2ª concessão obtida pela Companhia Light junto ao Governo.

OBRAS EM SÃO PAULO: com base no levantamento prévio e estudo de todos os dados disponíveis, mesmo considerado insuficiente pela Comissão de Melhoramentos, o relatório apresentado definiu as linhas gerais para as intervenções que se anunciavam para o rio Tietê, no trecho de interesse do Município.

Duas soluções se apresentavam, para não manter demasiadamente larga a secção de vazão do rio, no curso proposto, para a transposição da várzea inundável:

primeiramente, os diques de defesa, depois o aterro da várzea. Predominava a opinião dos diques, como proposto nos dois anteprojetos que antecederam a formação da Comissão de Melhoramentos. Visando, inicialmente, esta solução realizou-se o levantamento topográfico. Após indicar algumas medidas complementares para a primeira opção do projeto, com a aplicação dos diques, e elencar as desvantagens desta opção, Saturnino de Brito partiu para o exame da outra possível solução, o aterro da várzea. Para sua viabilidade, dependia das facilidades de execução, as quais deveriam ser checadas, e também da valorização indenizadora das despesas, fato

que já era garantido, por ser o principal objetivo do projeto encomendado pelo poder municipal.

A terra poderia ser obtida por aprofundamento e alargamento do rio, formando-se pequenos e alongados lagos, com a cota do fundo dada pelo grede geral estabelecido. Com idéias gerais e com a premissa de que a valorização das terras, postas a nível superior ao das enchentes, é muito maior que o das terras protegidas pelos diques, foi providenciado o levantamento topográfico de toda a extensa várzea, de modo que poderiam avaliar, aproximadamente, o cubo das terras a empregar no aterro. A altura média seria inferior a um metro, pelas informações sobre o custo de escavação por meio de dragas. A dificuldade estaria em combinar as escavações com os aterros, de modo a não prejudicar certas condições, em que deveria manter-se o leito do rio projetado, ou os lagos que se formassem, para que obtivessem o material necessário (BRITO, 1944, p.148-150).

TRAÇADO, GREDE E VAZÃO: após as diretrizes gerais, do projeto, terem sido definidas, Saturnino de Brito apresentou o esboço do projeto idealizado e abriu algumas opções técnicas, quanto às soluções a serem adotadas, nas obras futuras. Da ponte da estrada de Guarulhos, na Penha, a Osasco, o percurso sinuoso do rio Tietê mede 46 km, sendo de 6 metros, a diferença de nível, e a declividade média, de 0,13 por km. Com este objeto definido, o relatório da Comissão de Melhoramentos descrevia o projeto da seguinte maneira:

“O traçado de regularização do rio, indicado na planta geral, acompanha o curso natural, desaparecendo, porém, as caprichosas sinuosidades; segue pelos trechos já retificados e chamados: canal de Anastácio e canal de Inhaúma. A diretriz retilínea a montante da Ponte Grande seria mais

conveniente à vazão das enchentes; mas, com a forte declividade (superior a 0,3 por km), seriam diminuídas as possibilidades da navegação sem manobras de eclusas durante uma parte do ano. Se predominassem as razões de ordem técnica e econômica para o traçado retilíneo, ele seria adotado e não prejudicado por aspirações exageradas de ordem estética.”

“Na est. VIII está também representado o perfil correspondente ao traçado adotado no projeto. As declividades são 0,25 por km da Penha à Ponte Grande e 0,20 desta ponte até Osasco, podendo assim descer até mergulhar na represa de Parnaíba. O percurso, até Osasco, fica reduzido a 26 km, isto é, 0,56 do atual desenvolvimento do rio. A cota de fundo na Ponte Grande (714,18) é aproximadamente a mesma do fundo atual do rio.”

(BRITO, 1944, p.150-151)

Com esta geometria esboçada, Saturnino de Brito avançou na questão do dimensionamento, reafirmando a falta de dados de observação para determinar as descargas do rio Tietê e do rio Pinheiros, seu principal afluente, e cujo vale estava em processo de ocupação por “novos e pitorescos arrabaldes”, como descrito no relatório. Sendo assim, a melhor referência eram as medições das descargas em Parnaíba, que estava a 51 km a jusante da Penha. Com a proporcionalidade das bacias, foram estimadas as vazões em cada trecho de interesse, sendo: 462 metros cúbicos em Parnaíba, 185 m³ na Penha, 217 m³ na Ponte Grande, 263 m³ em Anastácio e 402 m³ em Osasco; o rio Pinheiros daria 143 m³. Com estas bases, organizaram dois projetos correspondentes a dois tipos de secção de vazão: o Tipo A e o Tipo B (EST X e XI – imagem 08 e 09, p.117 e 118). O traçado e o grede eram os mesmos (BRITO, 1944, p.152).

Imagem 08 – (BRITO, 1944, p.256)⁵⁵

⁵⁵ Imagem 08 - Variações do canal central do Tietê com a seção tipo A.

Imagem 09 – (BRITO, 1944, p.257)⁵⁶

⁵⁶ Imagem 09 - Variações do canal central do Tietê com a seção tipo B.

Esta diretriz de grede e vazão foram o principal elemento do esboço apresentado pela Comissão de Melhoramentos do rio Tietê, que se implantou ao longo do desenvolvimento do projeto e das obras. O traçado sofreu alterações em função dos interesses imobiliários, e as secções propostas não foram levadas adiante pelos órgãos responsáveis, por mudanças significativas no escopo, como a postergação do plano de navegação. O vale do rio Pinheiros já era parte dos planos de edificação da várzea em estudo, parte que a Companhia Light veio a encampar em seu grande empreendimento, o do Complexo Hidroelétrico da Serra de Cubatão.

BARRAGENS E ECLUSAS: com base nas opções A e B de configuração propostas, o tópico apresenta as soluções técnicas e suas versões de desenho, de vazão, execução, e suas especificidades. Estas obras de arte da engenharia delineavam a solução esboçada por Saturnino de Brito. Os elementos definidores do sistema hídrico apresentado foram colocados em segundo plano, na execução. O motivo? O mesmo que levou à alteração das secções de vazão projetadas, a mudança do escopo.

Embora configurada esta alteração nas obras de retificação que foram realizadas, este projeto de transformação da estrutura hídrica do rio Tietê está em pleno desenvolvimento, um século após a apresentação do relatório da Comissão de Melhoramentos. Barragens e eclusas continuam sendo implantadas pelo Governo do Estado. A seguir segue-se a descrição dos tipos de perfil propostos na publicação de 1925 (EST IX – imagem 10, p.120):

C.M.R.T. 1925

EST. IX

Imagem 10 – (BRITO, 1944, p.255)⁵⁷⁵⁷ Imagem 10 – Perfil do canal central do Tietê tipo A e tipo B.

“O Tipo A (Est. IX e X) é caracterizado pelo leito único e pelas quatro grandes barragens, com as respectivas eclusas para a navegação; esta só poderá fazer-se independentemente de manobras, quando o rio tiver um metro de altura molhada, isto é, quando a descarga for igual ou superior a 38 metros cúbicos por segundo. A par desta desvantagem, apresenta as seguintes vantagens:

- a) Largo lençol para navegação;
- b) Sendo posta na respectiva cota do grede, cada soleira de barragem, ou cada linha de fundação para pilares das pontes, ela não será alterada; mas, entre duas pontes consecutivas pode retirar-se, por dragagem, o material para aterro das várzeas, escavado 2 a 5m abaixo do leito (Est. IX).
- c) Em cada margem dispõe-se de 30 a 37m (total 60 a 74m) para alargamento de secção de vazão, se isto for julgado necessário, quer para aumentar a descarga, quer para aumentar o cubo para aterros da várzea. ‘

(BRITO, 1944, p.152-153)

As variações apresentadas no relatório, para esta primeira versão, atendiam trechos diferentes do canal proposto, com suas respectivas descargas mínimas, na vazão, e máximas, nas cheias; elas poderiam ser alteradas, caso necessário, bem como diversas outras especificidades técnicas, que ampliavam o leque de ação nas futuras obras. Saturnino de Brito citou alguns exemplos práticos, nos quais as suas proposições haviam sido aplicadas (BRITO, 1944, p.153-157). Com este primeiro desenho mapeado, o relatório passa a descrever o Tipo B:

“No Tipo B (Est. IX e XI), a secção de vazão está dividida em três subsecções ou leitos:

Canal da margem esquerda, permitindo a livre navegação na estiagem, com a descarga de 9 a 13 m³; o recurso a uma, duas ou três pequenas eclusas (na Penha, abaixo da Ponte Grande, e Osasco) dependerá do que se observar na prática; provavelmente bastará uma, a jusante de Ponte Grande, para formação do lago ai projetado;

- a) Canal da margem direita, que também funcionará para navegação quando o rio der mais de 16 metros cúbicos por segundo; é o dreno coletor dos afluentes e das águas pluviais da margem direita;
- b) Leito de inundação, entre os dois canais.

(BRITO, 1944, p.158)

Este tipo apresenta a vantagem de o rio poder ser navegável, por um dos canais, quando a descarga de estiagem descer a 10 metros cúbicos, ou mesmo com vazão um pouco inferior; nas enchentes, esta secção também apresenta vantagens, com um lençol mais largo que a do Tipo A e a velocidade de água superior. A navegação poderia fazer-se até Osasco, sem o embaraço das manobras de eclusas. Supondo que as enchentes sejam superiores às previstas, poder-se-ia aumentar consideravelmente a capacidade do Tipo B, escavando o leito de inundação e o transformando no Tipo A alargado ao máximo. Neste caso, seriam necessárias as barragens móveis e as eclusas adotadas com o Tipo A; sem essa transformação não seria possível tirar, do Tipo B, o proveito que se tem do Tipo A, de poder, em qualquer trecho, escavar o fundo e alargar o leito, para obter terra para o aterro das várzeas; com o tipo B, isto só poderia ser feito formando lagos, regularizados por barragens submersíveis e eclusas. O relatório apresentava uma variedade de soluções para esta

secção, que poderiam ser mais bem avaliadas com a obtenção de mais dados, ao longo dos anos, e com o detalhamento da intervenção (BRITO, 1944, p.158-161).

LAGOS: a formação de um ou mais lagos, ao longo do rio, no caso de se adotar o Tipo A, só se justificaria para obter terra para aterros e nesse caso melhor seria escavar, no fundo e nas margens, nas localidades em que faltasse terra, pois assim, por meio da própria draga, se faria o transporte e a distribuição dos produtos de escavação.

A lógica dos lagos visava obter terra, o que diminuiria o déficit de cubagem de escavação, para as obras e a cubagem dos aterros, que seriam necessários para regularizar as superfícies edificáveis. Esta equação levaria ao inevitável transporte de material a montante e a jusante. O projeto se adaptava às condições reais e apresentava soluções específicas para a forma na qual a várzea se encontrava. Estas adaptações do projeto se davam com a incorporação de pontes existentes, implantação de canais de derivação para garantia da vazão em determinados trechos e outras manobras necessárias ao plano, que tinha como prioridade, a sua viabilidade, diretriz típica da responsabilidade administrativa, característica dos trabalhos desenvolvidos sob a direção de Saturnino de Brito (BRITO, 1944, p.161).

ENTRADA DA PENHA (ponte de Guarulhos): uma vez fixado o tipo de canalização para o rio Tietê, entre a ponte de Guarulhos (Penha) e Osasco, teríamos sempre, para a altura molhada das enchentes, a altura de 3 metros, o que corresponderia a uma descarga de cerca de 3000 metros cúbicos por segundo. As enchentes subiam de 5 a 6 metros acima do fundo do rio, na época. Portanto, estava previsto no projeto um abaixamento que, em alguns pontos, atingiria 3 metros, deixando livre de inundação uma grande parte da superfície, e outra parte, após o aterro. Esta modificação do

regime do rio, entre Penha e Osasco, influiria, em certo grau, no regime imediatamente a montante da ponte de Guarulhos na Penha, até 5 km ou 10 km de distância, na qual se produziria um pequeno abaixamento devido às melhorias propostas a jusante, até Parnaíba (BRITO, 1944, p. 162)

Duas possibilidades se apresentavam para resolver a questão: a primeira seria instalar um dique abaixo da ponte de Guarulhos com uma abertura, pontilha ou rasgão; a segunda seria substituir a ponte de Guarulhos por uma de menor vão e, em seguida, construir um canal que limitaria a vazão em 400 m³ de água, carga considerada para as enchentes extraordinárias. Esta segunda opção apresentava-se como solução aparentemente mais simples do problema, todavia, após o estudo, para sua viabilidade era necessário o rebaixo das águas a grande distância, o que obrigaria a um enorme aterro nas duas margens ou a construção de diques laterais. Na regularização de vazão, pelo pontilhão ou rasgão, as perturbações por mudança de regime se fariam intensa e bruscamente na localidade de mudança ou nas suas proximidades.

Não se tratava, no caso do Tietê, de fazer obras na entrada da Penha com o objetivo de diminuir a descarga por segundo a jusante, e sim de impedir, devido às obras de regularização a jusante, que as inundações, que já existiam a montante, diminuíssem seu papel de regularizadoras naturais do deflúvio nas enchentes e, por consequência, poderia prejudicar o serviço que se faria em São Paulo. O objetivo da Comissão de Melhoramentos era apenas que a situação a montante permanecesse, beneficiando, no caso da máxima enchente, as obras propostas em frente à área urbanizada, e que caso esses benefícios se prolongassem a montante, não resultasse prejuízo nas obras estabelecidas a jusante (BRITO, 1944, p. 165).

A inter-relação entre as obras locais e as obras regionais foi equacionada com uma obra de arte de engenharia de extrema força expressiva; uma linha interrompida, que demarcava o regime natural do rio a montante e, a alteração na “natureza natural” do lugar, a regularização do rio a jusante. Se tivesse sido posta a cabo, esta obra da engenharia seria um bom contraponto com a obra da Usina de Cubatão que, com seus lagos, túneis e canais, despejam as águas interioranas, abruptamente, rumo ao oceano, criando um fluxo de água onde nada existia. Esta reestruturação, dos fluxos e da morfologia hidrográfica da região, era totalmente interconectada, dependentes entre si. Esta conectividade, de certa forma, foi evitada com a proposição da 2ª concessão do Projeto da Serra, mas este desmembramento foi momentâneo. O movimento de urbanização e desenvolvimento da metrópole foi responsável pela vinculação, novamente, do complexo hidroelétrico de Cubatão com a estrutura da bacia do Tietê e seus múltiplos usos.

RIO PINHEIROS: a vazão do rio Pinheiros não era mais conhecida que a do rio Tietê, além do fato que o regime natural deste rio já estava alterado com a represa de Santo Amaro, para regularização do regime da usina de Parnaíba, e seria alterado, mais radicalmente, com a execução da projetada represa no rio Grande, outro importante braço formador do rio Pinheiros, junto com o rio Guarapiranga. Estas duas represas de estiagem eram benéficas contra as inundações, mesmo com alcance limitado e irregular, pelo fato de que seu uso original era a geração de energia, apresentando formas e operação distintas com relação ao uso prioritário de combate às enchentes, como descrito, anteriormente, em *Noções Básicas de Hidrologia*.

Com base nas informações obtidas sobre o regime do rio Pinheiros, admitiram que a descarga máxima não excedesse 150 metros cúbicos por segundo; a declividade seria

0,25 por km; a secção de vazão, ilustrada a seguir (Tipo D – Est. XIII – imagem 11, p.127), seria satisfatória, podendo atingir 293 m³ em secção completa, no limite. No projeto apresentado, Saturnino de Brito preservou algumas estruturas existentes, como a ponte da E.F. Sorocabana; nesta situação, a solução foi implantar canais de inundação. Os terrenos ilhados, bem como os da proximidade da confluência do Tietê, poderiam ficar sem aterro, formando-se parques ou bosques, que poderiam ser eventualmente inundados, sem inconveniente algum. Nesta versão, esboçada pela Comissão de Melhoramentos, o terreno marginal ficaria a 4,5 metros acima do novo leito do rio; verificou-se que a várzea, acima da ponte do Butantã, sujeita a inundações, poderia ser aproveitada para edificações, com aterros relativamente pequenos, tendo boa parte da terra necessária extraída das escavações para o novo leito do rio. Nos trechos em que existisse algum déficit, este poderia ser saldado com escavações nos morros não ocupados, ou formando-se um lago, à semelhança dos projetos no Tietê (BRITO, 1944, p.171-172).

Imagem 11 – (BRITO, 1944, p.259)⁵⁸

⁵⁸ Imagem 11 – Canal do rio Pinheiros proposto pela Comissão de Melhoramentos.

Este esboço, presente no plano de melhoramentos para o rio Tietê, no trecho em frente a então área urbanizada de São Paulo, foi implantado parcialmente com a execução do projeto da 2ª concessão da Companhia Light para o Projeto da Serra. A secção de vazão proposta foi respeitada, os traçados de retificação desviados em trechos do curso natural do rio, buscando melhor posição para as terras edificáveis, a solução para a foz do rio Pinheiros também foi alterada, os canais de inundação propostos não foram executadas e todo o entorno foi aterrado; somado a estes ajustes dos elementos presentes no estudo da Comissão de Melhoramentos, foram introduzidas três obras de arte de engenharia, que configuraram dois lagos, ao longo dos 25 km do atual canal do rio Pinheiros. Estas barragens e usinas, de certa forma, remetem à solução proposta para o canal do rio Tietê, principalmente o Tipo A, mas surgiu um elemento inovador, na proposição de Billings, as usinas elevatórias, peças que inverteram o fluxo do rio, passaram a derivar as águas do Tietê à jusante da cidade, e as direcionaram para o reservatório do rio Grande. Esta reconfiguração do Projeto da Serra veio a alterar a estrutura da bacia do Tietê e introduziu um novo fator que não foi contemplado no estudo que Saturnino de Brito realizou, no período anterior a esta proposição, e que, de alguma forma, introduziu novos elementos para a evolução do Projeto da Serra.

ÁGUAS PLUVIAIS: no plano da Comissão de Melhoramentos estava previsto o estabelecimento de canaletas para os pequenos mananciais, afluentes dos rios e para drenos de águas pluviais, os quais seriam completados pelas galerias, subsarjetas e sarjetas. O estudo pormenorizado das obras planejadas indicariam as modificações e acréscimos, melhorando e completando a proposta (BRITO, 1944, p. 172-173).

RUAS E PARQUES: após o saneamento das várzeas, com as obras de melhorias do rio Tietê, em São Paulo, estas intervenções teriam como principal finalidade a edificação, nestas áreas conquistadas, com a reestruturação dos terrenos e redes hídricas. As ruas e parques, os vazios, complementares às áreas edificáveis, não eram objeto de estudo da Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê e, conseqüentemente, do projeto elaborado. Apesar desta ausência, as obras de infraestrutura propostas incorporaram alguns destes quesitos urbanos, apresentando uma solução que já equacionava os espaços dos parques e algumas vias estruturais.

Segundo o relatório em estudo, a Diretoria de Obras da Prefeitura organizaria o plano geral de arruamentos na grande superfície, preparando a urbanização. Com a criação da Secção de Cadastro e Urbanismo, criada no mesmo período em que o escopo proposto à Comissão de Melhoramentos era elaborado, esta função ficou mais bem definida. O parecer, que consta no relatório, sugere que seria prudente contar com a colaboração da repartição de águas e esgotos, compatibilizando as intervenções de urbanismo com a engenharia sanitária.

O plano apresentado limitou-se a indicar alguns arruamentos, que facilitariam a canalização dos mananciais afluentes e das águas pluviais, a conexão com as novas pontes propostas, as avenidas marginais ao novo traçado do rio e dos lagos, e outras infraestruturas incorporadas. Além destas indicações, o plano faz algumas outras, complementares, sobre a infraestrutura ferroviária que percorria as várzeas. Sugere alguns parques e jardins, que poderiam ser alterados livremente pela Diretoria de Obras da Prefeitura. Após esta afirmação, Saturnino de Brito apresentou seu parecer sobre os pulmões verdes da cidade, indicando uma direção contrária à destinação de áreas maiores para os parques, por considerar grande, em demasia, as que já

estavam delineadas, no esboço, para a faixa do rio, as avenidas e lagos (BRITO, 1944, p.173-174). Segue a transcrição do trecho, em que relata esta dimensão:

“Efetivamente, nos 26 km em que o rio Tietê atravessa a cidade de São Paulo, atual e futura, e mais 14 km do rio Pinheiros, ou um total de 40 km, o espaço livre aberto, tomado pelos rios, pelos lagos e pelas avenidas marginais, mede mais de nove milhões de metros quadrados (930 hectares), sem contar os parques e os jardins acessórios: eis um farto respiradouro, atravessando o organismo-cidade de leste para oeste, com uma ramificação para sudeste.”
(BRITO, 1944, p.174)

Esta incorporação de vazios, na configuração da infraestrutura proposta, era estratégia de projeto, assertiva, garantindo, no próprio elemento estruturador das futuras terras destinadas à edificação, os espaços de equilíbrio sócio ambiental do organismo metropolitano. Estes vastas terras, relatadas no trecho acima, contrariavam os interesses produtivos e imobiliários que regiam o progresso da cidade. Isto provocou uma alteração na solução técnica proposta, com redução de gastos e aumento de ganhos, reduzindo o tempo de execução e potencializando a ocupação das terras conquistadas. Todavia, estes pulmões propostos, no esboço da Comissão de Melhoramentos, não foram reposicionados nas proposições que vieram a seguir, sendo uma lacuna importante na estrutura urbana de São Paulo. As avenidas expressas foram implantadas, mas os parques que compunham estas estruturas urbanas, nas cidades modernas, não apresentavam a mesmo resultado produtivo. CAIS E PONTES: fazia parte da proposta de melhorias no rio Tietê o projeto de um tipo de cais econômico para os portos, concebido, inicialmente pelo autor, para a doca do

mercado de Santos. No caso de São Paulo, a geometria do talude seria alterada e se adaptaria ao desenho. Do projeto das pontes encarregou-se o Dr. Teodoro Ramos.

Adotar-se-iam tipos de vãos uniformes, de modo a facilitar a construção das pontes e obter economia. Após estas diretrizes de base, o relatório adentra em pormenores de estruturas existentes, como a Ponte Grande, e detalha as soluções de engenharia pertinentes para o cais e para as pontes, com dimensionamento do trabalho e dos custos da obra (BRITO, 1944, p.174-178).

Este tópico encerra as ações que definem o esboço do primeiro item do escopo do trabalho, *Obras contra as inundações*, no qual se delineou as características do objeto em estudo, mapearam-se os projetos anteriores para o mesmo objeto de ação e avançou-se na especificação das obras propostas. O estudo da Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê apresentou um plano para as iniciativas que se anunciavam e propôs, em alguns casos, duas ou mais versões de projeto, aconselhando determinadas condutas, e indicando responsáveis para obras complementares essenciais. Com o avanço na definição do escopo e com a coleta de dados mais detalhadas, sobre as condições da bacia, sugeria que o projeto deveria ser reestudado e detalhado, mas sempre mantendo os princípios fundamentais da proposição, fato que não se confirmou.

DESCARGAS DOS ESGOTOS

Após o tópico- *Obras contra as inundações*- o relatório passou a abordar outras questões, referentes ao segundo item do escopo proposto à Comissão de Melhoramentos. Inicialmente, para o crescente problema dos esgotos, apresentou um diagnóstico sobre a condição em que se encontrava a rede de esgotos da capital.

Abordou a questão da descarga de esgoto no rio Tietê e, após breve relato sobre os conhecimentos práticos e científicos referentes ao assunto, concluiu que não havia possibilidade de chegar-se a uma conclusão satisfatória.

A depuração das descargas no rio apresentava uma interface importante com o Projeto da Serra, da Companhia Light, por solicitar uma porcentagem, considerada satisfatória, de efluentes em relação ao volume de água presente no rio; este valor poderia ser equacionado, com a construção da barragem a montante de Mogi das Cruzes. Saturnino de Brito indicou possibilidades para amenizar o impacto do material coloidal, com a descrição do processo do lodo ativo, citando como referência o exemplo da cidade de Estrasburgo (Strasbourg), situada na Alsácia, com a qual fez um paralelo com São Paulo. Pelos argumentos já descritos na parte referente às *Noções básicas de Hidrologia*, na impossibilidade de conclusões por analogia de bacias hidrográficas distintas, havia a impossibilidade de garantir resultados semelhantes.

OS ESGOTOS DE SÃO PAULO: o serviço de esgotos da cidade passou a ser administrado pelo Governo, desde 1892. O sistema adotado na primeira instalação foi o sistema misto, afluindo para os coletores de esgotos as águas pluviais de telhados e quintais. Este sistema foi conservado, apesar da grande expansão na rede de esgotos, depois que passou para a administração do Estado, mesmo nas zonas baixas da cidade. Este sistema prosseguiu até 1912, quando se resolveu adotar, nos novos bairros, o sistema de separador completo. Na época da criação da Comissão de Melhoramentos estavam em construção obras pontuais de emissários, sem um plano macro estabelecido. Existiam, no período do estudo, dezesseis descargas de esgoto, ao longo do rio Tietê (BRITO, 1944, p.179-181).

A DESCARGA NO TIETÊ: após uma sequência de cálculos que levaram em conta o número de prédios que contribuíam para a descarga no Tietê, a Comissão de Melhoramentos chegou à conclusão que, na estiagem, com a vazão do rio a 9 metros cúbicos por segundo, às vezes menor, a descarga do rio seria de 10 a 17 vezes maior que a dos esgotos. Seguiu-se mais uma sequência de cálculos e deduziu-se um determinado número de prédios, não conectados à rede de esgoto, totalizando um número total da descarga, que correspondia a determinada população. Após uma projeção da área ocupada pelos distritos, considerados como esgotados, e a taxa de ocupação que tinham na época, no futuro, a descarga do rio, em estiagem, seria então apenas quatro vezes a dos esgotos. Estas avaliações, feitas grosso modo e expostas em suas linhas gerais no relatório, pretendiam mostrar que os inconvenientes agora notados nesta descarga, por ocasião da estiagem, iriam aumentar rapidamente e tornariam a situação intolerável (BRITO, 1944, p.181-184).

Desde que foram feitos os primeiros esgotos da cidade, o rio foi considerado seu destino natural. Inicialmente, nenhum inconveniente sério se apresentava; com o rápido desenvolvimento da cidade, a situação foi se tornando menos suportável. Saturnino de Brito, dando sequência ao estudo, lamentava o fato das extensões da rede terem sido feitas sem plano de conjunto e sem a preocupação de resolver o destino definitivo do volume crescente dos despejos. Caso existisse a possibilidade de estabelecer um plano para este destino, a rede dos esgotos teria sido dividida em duas zonas complementares e distintas: a zona baixa, sujeita ao trabalho das bombas, e a alta, com a possibilidade de deflúvio por gravidade, até o destino final. Já na época, qualquer projeto ficaria vinculado a um excesso de custo ou de custeio. Mesmo

com esta constatação, o relatório indicou que era tempo de organizar um plano para as superfícies ainda por esgotar, nas duas margens do rio Tietê, e do rio Pinheiros. Saturnino de Brito, mais uma vez, aconselhou os órgãos públicos: era preciso que as aprovações de planos e extensões propostas pelos proprietários ou pela Diretoria de Obras fossem previamente analisadas e aprovadas pela repartição de Águas e Esgotos; ressaltava que, se não houvesse um plano geral, pouco poderiam contribuir com as questões de saneamento. Após este parecer, Saturnino de Brito afirmou que competia à repartição, de Águas e Esgoto, o projeto de destino final dos dejetos, desviando-os do rio Tietê, em frente à cidade, pois este era o caminho correto, mais adequado à continuidade necessária e à valorização das repartições permanentes. Algumas interações entre a Comissão de Melhoramentos e a repartição de Águas e Esgotos ocorreram, mas pelo relato presente no relatório, o tempo e o ritmo de trabalho entre as duas partes geraram alguns desencontros. Sendo assim, a questão da descarga dos esgotos foi entregue a quem podia e deveria resolvê-la, frisando ainda a importância da questão, para a qual o Governo do Estado deveria encontrar uma solução satisfatória (BRITO, 1944, p.184-186).

Como preconizado no estudo da Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê, os inconvenientes, gerados pelas descargas crescentes, se tornaram um incômodo permanente. Dentro dos múltiplos usos da água, a questão do abastecimento se tornou prioritária e problemática, fato também preconizado por Saturnino de Brito, e a diluição dos efluentes se transformou em um problema crônico e de difícil equação na bacia do Tietê, sendo que este fator terminou por reduzir drasticamente a geração de energia na Serra de Cubatão, com a restrição do bombeamento das águas poluídas,

pelos efluentes lançados no Tietê sem tratamento, para os mananciais da cidade, mais especificamente para o reservatório do rio Grande⁵⁹.

IDEIAS GERAIS: neste tópico do documento foram expostos os processos relativos à complicada e polêmica questão do destino final dos esgotos, apresentando-se como solução a descarga in natura, ou após tratamento no grau desejado e por um dos meios conhecidos. Não havia critérios específicos de intervenção, em cada caso concreto, aplicando-se um processo definitivo, econômico e eficiente, para depurar os despejos dos esgotos, quando a descarga in natura resultaria incomoda ou nociva aos moradores das localidades, pelos efeitos produzidos nos ares, terras e nas águas. Tão caro custava a depuração que o senso técnico admitia soluções menos radicais (BRITO, 1944, p.186).

Com este relato, o relatório discorre sobre uma sequência de teorias e práticas relatadas na época, rechaçando doutrinas dogmáticas, explicitando as modificações que as opiniões sofriam no período do estudo. Dentro destes relatos técnicos, cita o exemplo de Estrasburgo, em que a depuração se fazia pela água, em tanques de criação de plantas e peixes, que realizavam a transformação da matéria orgânica. Outro relato pertinente a presente pesquisa, frente ao reconhecimento das complicações e do custo elevado dos processos de depuração, foi a validação das descargas in natura nos mares, lagos e rios, ou as descargas após uma depuração

⁵⁹ “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 “.

(fonte: <http://www.emae.com.br/emae/conteudo.php?id=Usina-Hidroeletrica-Henry-Borden>).

artificial, que seria aplicada de acordo com as situações locais (BRITO, 1944, p.186-189).

DEPURAÇÃO E DESCARGA: o critério de depuração em diferentes graus, de acordo com as condições da descarga nos cursos naturais, nos lagos e nos mares, consiste na maior ou menor eliminação dos elementos de poluição. Depois desta afirmação, o relatório parte para uma descrição técnica dos materiais presentes na poluição, suas porcentagens, os processos possíveis para depuração de cada elemento e os graus possíveis de retirada. Após discorrer sobre vários aspectos técnicos do poder de autopurificação, que é um processo distinto da mistura ou diluição, a Comissão de Melhoramentos chega a este, como método compatível com o caso em estudo.

Em São Paulo, baseando-se na população, na distribuição de água, nas descargas resultantes, em conta que relaciona as vazões do rio Tietê em estiagem e as cargas estabelecidas, verificou-se que seria necessária a depuração completa, para não prejudicar a população a jusante, com uma grande despesa de instalação e de custeio. Segundo estimativas de Saturnino de Brito, para o tratamento por simples decantação, as despesas de instalação poderiam ser reduzidas a um terço e o custeio a um pouco menos da metade, aproximadamente. Mas para isto seria preciso estabelecer, a montante, uma ou mais barragens para a regularização do regime, elevando-se a descarga do Tietê, em estiagem, a cerca de oito vezes a atual.

Admitindo-se apenas 60 dias de estiagem, estas represas deveriam acumular 635.184.000 metros cúbicos de água, pelos cálculos realizados pela Comissão de Melhoramentos. Mesmo com esta estimativa limitada ao trecho de estudo, definido no escopo do trabalho, as obras para este sistema assumiriam grande valor. Cumpria a Saturnino de Brito dizer que a situação assumiria singular gravidade no futuro, sendo

necessário prever a instalação de processos de depuração, a serem definidos na prática e de acordo com as observações que se fizerem, ao longo do tempo, no local (BRITO, 1944, p.1890-200).

Caso o Governo do Estado, na época do planejamento destas ações, tivesse se associado ao grande capital internacional, que se instalava na região através da Companhia Light, poderia ter aliado interesses e equacionado as dificuldades existentes nos múltiplos usos que as águas da bacia do Tietê apresentavam. Estas obras que favoreciam, principalmente, a depuração das descargas e a navegação, e que apresentavam custos incabíveis para a época, poderiam ter sido antecipadas com a associação do Governo na empreitada do Projeto da Serra, fato que ocorreu, mas assumindo outra direção, e que priorizou o combate às enchentes e a valorização das terras ribeirinhas saneadas.

MATERIAL COLOIDAL: as matérias orgânicas coloidais, presentes nas águas dos esgotos, dão ao líquido um aspecto turvo; por passarem nos filtros comuns estes coloides são considerados como existentes em pseudossolução; os coloides em pseudossolução, ficando em águas correntes, dificilmente se depositam, e entram em fermentação pútrida. Em uma avaliação aproximada do que receberia o Tietê, de matéria orgânica em suspensão, se retirassem dos esgotos, por sedimentação e decantação, as matérias mais pesadas, inclusive as flutuantes, ficariam a cargo da depuração pelo rio os coloides orgânicos, sedimentáveis e não sedimentáveis, além da matéria orgânica realmente em solução (BRITO, 1944, p. 200)

LODO ATIVO: era, na época do estudo, um dos mais modernos processos de tratamento artificial com êxito prático. Apresentava como vantagens: menor superfície utilizada, relativa limpidez do efluente e ausência do mau cheiro; como inconveniente,

o custo elevado para estabelecimento e custeio. Este processo não dispensava a decantação preliminar, para que fossem eliminadas as matérias sólidas mais pesadas e todas as flutuações, que pudessem ser facilmente detidas.

Saturnino de Brito reforçou o fato de que este e outros processos, com o mesmo objetivo, são aplicáveis apenas nos casos em que se torne indispensável à depuração completa. Sugeriu, em caso de dúvida, que os projetos fossem organizados para um tratamento elementar, mas prevendo a possibilidade de, no futuro, intervir a fim de melhorar ou completar a depuração antes da descarga (BRITO, 1944, p.201-202)

O EXEMPLO DE ESTRASBURGO: a Comissão de Melhoramentos apresentou este estudo de caso com o intuito de indicar um possível caminho para o tratamento dos efluentes da cidade. Esta opção nada tinha de garantido, mas com a prática nas condições locais, os métodos poderiam ser aperfeiçoados e, como de praxe, para a geração de engenheiros da qual Saturnino de Brito pertencia, com o conhecimento adquirido com a experiência, desenvolviam soluções novas e adaptadas às condições específicas do local, diretriz notada na primeira parte do relatório, *Noções Básicas de Hidrologia*.

No caso de Estrasburgo, na construção de um sistema de esgoto, várias obrigações onerosas foram colocadas; por exemplo, foi feito, com resultado, o aumento de 20 metros cúbicos, na estiagem. Ainda não se fazia de modo completo, a depuração; a influência das águas de esgoto sobre o rio Reno estavam em observação, no sentido de saber se elas poderiam ser descarregadas sem tratamento. Pela eficiência da lavagem dos esgotos, os dejetos chegavam ao Reno, ainda frescos e ricos em oxigênio e diluíam-se no rio, num volume 50 vezes superior ao seu. Observou-se que as águas do rio realizavam a depuração biológica por um desenvolvimento abundante

de micro-organismos, animais e plantas aquáticas. Mas estes resultados satisfatórios poderiam desaparecer com o aumento dos despejos, devido ao aumento da população. Observaram, na época, que a depuração no Reno se fazia melhor nas partes de corrente fraca, onde a biomassa dos diversos organismos era grande.

Passaram então, a utilizar tanques de cultura como processo depurador.

Com este exemplo, parecia que a descarga dos esgotos de São Paulo, nas águas calmas dos lagos, que se formariam no próprio rio, em estiagem, seria mais satisfatória que a descarga nas águas correntes do rio, com a prévia lavagem. Nada se poderia garantir de positivo, pois os lagos estariam em condições muito diferentes dos tanques de estagnação e de cultura de vegetais e peixes, do caso de Estrasburgo (BRITO, 1944, 202-204).

Com este modelo de aplicação da técnica, Saturnino de Brito concluiu as colocações sobre o escopo das *Descargas dos Esgotos*. O problema da diluição de efluentes no caso de São Paulo se mostrou, na época, de difícil solução em longo prazo, fato que se confirmou com a consolidação da metrópole; mesmo com o crescente tratamento dos esgotos na cidade o problema das águas poluídas persistiu, levando a entender que a proposição de aumento da vazão, no período de estiagem, proposto pela Comissão de Melhoramentos, era um caminho correto; outro ponto importante é que, mesmo com a lavagem dos esgotos, era necessário estabelecer um processo, no rio, de conclusão da purificação da água. Neste caso, os lagos estabelecidos poderiam exercer um papel estrutural. Dentro deste contexto específico do tratamento dos esgotos, no qual vemos um distanciamento do objeto específico em estudo, as estruturas de reserva para geração de energia, que a primeira vista concorrem diretamente com este uso, estão de certa forma amalgamadas com a questão das

descargas dos esgotos, sendo que com a ampliação destas estruturas estabelecidas, lagos, canais e barragens, a multiplicidade dos usos poderia ser potencializada e a dramática questão das águas poluídas da cidade poderia ser equacionada com soluções mais econômicas e equilibradas com as condições locais.

NAVEGAÇÃO

Sobre a navegação, o relatório ressalta que o programa municipal limitou-se ao trecho em que o Tietê atravessa a cidade, da Penha a Osasco. Para cima e para baixo, os melhoramentos para a navegação estavam a cargo do Governo do Estado. As duas opções, apresentadas no esboço, de regularização do rio, atenderiam o escopo da navegação. Na ocasião, o Governo do Estado, havia 10 anos, realizava pequenas melhorias para facilitar a navegação por pequenas embarcações. Estavam concluídas, até 1923, as melhorias em cerca de 30 km do curso do rio, a partir da Ponte Grande, segundo relatório apresentado pelo então secretário de Agricultura e Obras Públicas (BRITO, 1944, p.205-206).

Saturnino de Brito fez um relato da ausência do Estado, e da ordem reguladora, no uso que se fazia dos recursos ribeirinhos, tanto na navegação quanto nas escavações para retirada de insumos, para construção e lenha, atividades que prejudicavam os melhoramentos que já se anunciavam. Obras ao longo do rio que, a montante de São Paulo, seriam empreendidas, levando em conta o efeito que poderiam produzir na Capital. Seria insensato preparar-se, em São Paulo, um terreno para edificação livre das inundações e inundá-lo, anos após, por se fazer desaparecer, a montante, os regularizadores naturais do regime do rio, do ponto de vista das enchentes (BRITO, 1944, p.206-207).

O relatório reafirma colocações anteriores, pertinentes ao assunto das navegações e ao uso da bacia do Tietê pela Companhia Light:

“Vimos também que as grandes represas, a montante, destinadas à regularização do regime do rio para a exploração hidroelétrica, podem servir também para a navegação, mas pouco poderá influir para se evitarem as inundações a dezenas de quilômetros a jusante. O objetivo, tanto na exploração hidroelétrica como na navegação, durante a estiagem, será ter enchido estas represas, aproveitando todas as chuvas, para dispor de água armazenada; ao passo que para se evitarem as inundações há vantagem em mantê-las vazias, com o máximo de capacidade disponível, quando sobrevieram as grandes chuvas.” (BRITO, 1944, p.207)

Posteriormente a esta recapitulação, Saturnino de Brito retoma uma proposição, a represa a montante de Mogi das Cruzes, que tinha o intuito de elevar o nível das águas, a uma cota de extravazão, para a vertente do Oceano, que além da geração de energia poderia contribuir para o problema das inundações, se fizesse igualmente a derivação de águas das enchentes; mas não serviria ao problema da navegação, sendo inclusive prejudicial; logo após a esta constatação, o autor apontou uma solução, caso sua capacidade fosse ampliada, de tal forma que garantiria o suprimento do rio, não somente de um volume correspondente à descarga de estiagem, mas superior a esta, sendo assim, a navegação aproveitaria justamente o regime atual das águas médias, ou seja, mais de 30 m³ por segundo. Estas represas para a o aumento do deflúvio, na estiagem, seriam também benéficas à salubridade do rio, prejudicada pelas descargas dos esgotos, conforme relatado na parte sobre *Descargas dos esgotos*.

Em seguida a esta proposição, Saturnino de Brito, apresentou cálculos simplificados e uma possibilidade para equacionar os múltiplos usos que estes recursos envolviam:

“Supondo que a represa de Mogi das Cruzes [...] possa ter 450 milhões de metros cúbicos, ou 300 milhões disponíveis na estiagem, e que ela forneça em média 20 m³ por segundo para aumentar para 30 m³ o deflúvio na estiagem (entre 7 e 10 m³), teremos por dia de 24 horas o consumo de 1.728 mil m³; a reserva dará para 174 dias, ou o dobro, se as descargas forem reguladas para o serviço em 12 horas (com o sem o auxílio de acumuladores parciais a jusante).”

“Supondo que a represa tenha de fornecer apenas 10 metros cúbicos por segundo, para um deflúvio de 20 m³ na estiagem o consumo diário será de 864 mil m³ e a reserva daria para 348 dias, ou um ano, sem levar em conta os saldos provenientes das chuvas.”

“Isso não poderá fazer-se facilmente se a barragem de Mogi [...] ficar a cargo da Companhia Light & Power, no plano de derivação de águas para a vertente do Oceano; mas, se a barragem ficar a cargo do Governo, a Companhia terá bom proveito, porquanto do aumento do deflúvio do Tietê na estiagem resultará poder ela poupar as suas reservas no rio Pinheiros (Santo Amaro e a futura do rio Grande) e ter nas suas turbinas de Parnaíba e do Rasgão um acréscimo de cerca de 20 metros cúbicos por segundo.”

(BRITO, 1944, p.208).

Esta possibilidade levantada por Saturnino de Brito, de certa forma, atrela as obras a montante da Capital aos interesses presentes no escopo da Comissão de Melhoramentos do rio Tietê, direcionando as necessidades de grandes reservas para geração de energia para o vale do rio Pinheiros, fato que veio a se confirmar com a alteração da proposta presente na 1ª Concessão do Projeto da Serra, de 1924. Mesmo

com esta sobreposição de usos, a engenhosidade de Billings proporcionou o uso dos grandes volumes de água, provinda das cabeceiras do alto Tietê e, mais adiante, inclusive das águas a jusante da Capital. Para viabilizar este projeto mais arrojado a Companhia Light apresentou contrapartidas ao Estado, todavia, estas não beneficiaram a navegação.

Com estes cálculos demonstrados, Saturnino de Brito, reforçou a questão de completar as observações hidrométricas existentes com mais medições ao longo de um bom tempo e em diferentes pontos; citou a necessidade de dispor de um lastro em águas, no fundo da represa, e incluir as perdas com evaporação e infiltração. Tomando por este ponto, servia apenas para se ter uma ideia da importância que assumiriam as obras de regularização do regime para navegação, sendo possível estudar possibilidades de tornar praticável o represamento a montante de Mogi (BRITO, 1944, p. 209-212).

EXECUÇÃO E ORÇAMENTO

Nesta parte de conclusão do relatório, enunciado pela Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê, é notório o cuidado administrativo, característica presente nos projetos dirigidos por Saturnino de Brito. Depois de estruturar um plano de execução para a extensa obra que se anunciava, focou sobre a questão das desapropriações e valorização dos terrenos, questão estratégica para a viabilidade da obra. Em seguida, atentou para as questões executivas, principalmente quanto à cubação, isto é, a grande mobilização e movimento de terra que metamorfosearia as planícies aluviais paulistanas e abriria um novo campo para a expansão da cidade, uma ação pré-projeto, o delinear da infraestrutura, antes da edificação das terras conquistadas,

sendo que este movimento de terra apresentava opções de desenho, com soluções técnicas distintas e opções de mecanismos para sua realização.

Dentro desta perspectiva de tomada de decisão, com base em escolhas desejadas, com as intenções alinhadas pelos agentes envolvidos, equacionaria o tempo para a execução de um plano de ação, de grandes proporções, estruturado e viável, que resultaria em um desenho para a cidade e para a região. Nesta conjuntura, Saturnino de Brito, apresentou um orçamento estimativo, ferramenta fundamental para o planejamento da municipalidade, nesta empreitada de grandes proporções de espaço e de tempo.

PLANO DE EXECUÇÃO: desta obra não se poderia fazer apenas um trecho, entre a Ponte Grande e a ponte da São Paulo Railway, por ser o mais interessante para a cidade e para os proprietários. Era preciso vir de jusante para montante, desde Parnaíba, fazendo todo o necessário para facilitar o escoamento das águas, de acordo com o plano geral, embora pudesse deixar para o futuro, na primeira secção, as obras complementares relativas a valorização das terras, ao aformoseamento e mesmo à navegação (BRITO, 1944, p.213).

Saturnino de Brito propôs que os serviços fossem distribuídos em sete grupos; conforme transcrito a seguir:

- “1º) obras essenciais, não orçadas: - as da competência do Governo do Estado, a saber, a regularização da vazão do rio Tietê, de Osasco a Parnaíba, e a descarga dos esgotos;
- 2º) obras essenciais orçadas, a saber:

- a) a regularização do rio Tietê entre Osasco e Penha e a distribuição das terras escavadas; a abertura do segundo braço do rio, sem os lagos, passando na segunda Ponte Grande ou Ponte Preta;
 - b) o dique da Penha (deixando a eclusa para o futuro);
 - c) as barragens e eclusas, no Tipo A ou no Tipo B (podendo no segundo caso a eclusa de Osasco ficar para o futuro);
 - d) as pontes: - de Anastácio (da rodovia e da ferrovia); de Campinas (segunda ponte); da S.P. Railway (segunda ponte); de N. S. do Ó; Limão; Rudge; Ponte Grande (segunda ponte pelo segundo braço do rio, sem os lagos); V. Guilherme; V. Elza; V. Moreira (a de Osasco ficará para o futuro);
- 3º) obras complementares de terraplanagem na várzea do rio Tietê, com orçamento geral: - escavação dos dois lagos e o aterro dos braços mortos do rio Tietê e das cavas; a terraplanagem nas superfícies edificáveis a jusante e a montante da Ponte Grande;
- 4º) obras complementares diversas no rio Tietê, com ou sem orçamentos parciais:
- a) canal e eclusa de Osasco;
 - b) canal e eclusa na Penha;
 - c) cais;
 - d) gramado dos taludes e banquetas;
 - e) canalização de afluentes e de águas pluviais;
 - f) passagens inferiores e superiores às linhas férreas;
 - g) ruas, avenidas e obras de aformoseamento;
 - h) ponte da E.F. Cantareira (p/c do Governo do Estado);
- 5º) obras essenciais no rio Pinheiros:
- a) regularização do rio;
 - b) pontes previstas no projeto (na Sorocabana, p/c do Governo do Estado);

6º) obras complementares de terraplanagem na várzea do rio Pinheiros, com orçamento geral: - aterro dos braços e terraplenagem na várzea;

7º) obras complementares diversas no rio Pinheiros: - as mesmas classes (c,d,e,f,g) relativas ao rio Tietê."

(BRITO, 1944, p.213-214)

Após a municipalidade optar pelo tipo de secção, Tipo A ou Tipo B, o responsável pela execução ficaria encarregado de resolver sobre o processo de escavação e distribuição das terras; sempre respeitando o sentido de jusante para montante, ou atacar simultaneamente todos os trechos. Sobre o método de escavação sugeriu-se a escavação mecânica por dragagem, seguido da utilização de uma draga de sucção e recalque, que completaria o serviço da primeira, com estimativas de custos e serviços complementares. Entre a Ponte Grande e a S.P. Railway, as obras de beneficiamento do terreno provavelmente seguiriam as de regularização do rio, para imediata valorização, de acordo com o plano de arruamento que seria adotado pela Prefeitura. Para tanto, seria necessário que o Governo do Estado executasse, preliminarmente ou concomitantemente, as obras de descarga dos esgotos (BRITO, 1944, p.215). Normalmente as obras de arte eram colocadas fora do leito atual do rio, de modo que poderiam ser executadas a seco, para depois ser rasgado o novo leito. Com o projeto, seriam suprimidas várias pontes estabelecidas e seria preciso providenciar a comunicação entre os núcleos populosos, que existiam isolados na outra margem. Cada um teria sua comunicação direta com a cidade. Como material para as obras de arte, o projeto previa o cimento armado, porque dispunham de área e pedregulho em abundância, como resultante da dragagem; seguindo esta lógica, adotariam vãos de

determinada dimensão, para o aproveitamento das formas, mas ao longo da execução, solução diferente poderia resultar mais interessante (BRITO, 1944, p.216). Estas disposições sobre execução e orçamento eram as bases de trabalhos importantes para a evolução do plano de saneamento das várzeas paulistanas, para edificação. Ocorreram modificações, em diferentes partes da proposta concebida pela Comissão de Melhoramentos, mas as bases modernas das intervenções já estavam delineadas, principalmente pela solução de aterro da superfície edificável. Nas mesmas bases, foi possível ao Município tratar, junto a Companhia Light, da concessão das terras ao longo do vale do rio Pinheiros e incluir este braço, a sudoeste da dilatada obra, ao conjunto de intervenções que organizaram o Complexo Hidroelétrico da Serra de Cubatão, sendo esta uma das contrapartidas da Companhia para apropriação dos mananciais da bacia do Tietê. Os mecanismos desenvolvidos no relatório, para a indenização por meio da cobrança de uma taxa para juros e amortização do capital empregado nas obras, foram transferidos para a Companhia Light, empresa que passou a ser a responsável pela execução e encarregada de resolver o detalhamento do projeto, bem como os métodos de execução. Alguns pontos das proposições de Saturnino de Brito foram alterados pela evolução que o Projeto da Serra sofreu, quando da 2ª Concessão emitida pelo Governo do Estado à Companhia.

DESAPROPRIAÇÕES E VALORIZAÇÃO: para o autor, a questão da equação financeira e de método de ação, para o estabelecimento dos terrenos edificáveis a partir das melhorias, apresentavam três caminhos possíveis:

“deverá a Municipalidade expropriar grandes áreas na zona inundável em que tenha de fazer as obras, para livremente as executar, aterrar as áreas edificáveis e depois vender as sobras dos terrenos?”

“Fará as obras, desapropriando apenas o necessário, entrará em acordos para o aterro do patrimônio particular e lançará taxas de valorização diferentes para os terrenos agora inundáveis e para os que participarem do benefício, embora não sejam inundáveis?”

“Entregará a uma empresa o cometimento com as vantagens dele resultantes?”

(BRITO, 1944, p.216-217)

A administração Municipal, ao examinar a questão, poderia levar em conta os exemplos em vários países e no Brasil: no Rio de Janeiro (morro do Castelo, lagoa Rodrigo de Freitas), em São Paulo (várzea do Carmo), em Santos, com os canais. Independente do caminho adotado pela Municipalidade seria indispensável, pela ótica de Saturnino de Brito, a demarcação do patrimônio público e particular. Caso optassem em onerar as terras beneficiadas, não inundáveis, seria também necessário demarcar as propriedades correspondentes. Este mapeamento definiria o perímetro das terras públicas e quanto o Governo Municipal se beneficiaria com as melhorias. A Secção de Cadastro e Urbanismo tinha a seu cargo a discriminação do patrimônio público e particular, catalogando estes dados, conjuntamente, com os trabalhos do cadastro da cidade e as informações geradas pela Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê. Com estas informações, seria possível avaliar-se o que seria interessante resolver, porque esta parte seria estratégica para a economia Municipal. Com este mapeamento dos caminhos possíveis a seguir para as desapropriações e valorização dos terrenos, como base de trabalho da Comissão de Melhoramentos, o

relatório passou a definir as faixas e quantidades de terreno do logradouro fluvial, a nova faixa de regularização em relação à antiga superfície inundável. Após estes números elencados, concluiu-se que teriam 24.961.500 m² de superfície inundável e que iria ser aproveitada para edificações. Indo adiante, supôs que 30% desta superfície seriam destinadas a ruas e parques. Resultaria desta divisão, cerca de 17.000.000 m² valorizados diretamente com as obras de regularização do Tietê. Com estas obras o nível das águas abaixaria nas margens e a área inundável, na várzea do Tietê, em lugar dos 24.961.500 m² se reduziria a 14.368.000 m², aproximadamente, esta seria a área por aterrar, para se tornar edificável (BRITO, 1944, p.217-219).

Em comparação, na várzea do rio Pinheiros, descontando-se a faixa de regularização da área inundável, teríamos 12.112.000 m² de superfície, que poderia ser aproveitada para edificações; subtraindo ainda de 30 a 40% para as ruas e parques, o saldo seria de 7.000.000 m², aproximadamente. Tendo em vista o abaixamento das águas, pela regularização, a área da várzea do rio Pinheiros se reduziria a cerca de 7.300.000 m², que seriam aterrados. Com esta constatação e verificando que a maior porção estava compreendida entre o rio Tietê e a estrada para Butantã, Saturnino de Brito indicou como solução formar, neste trecho, grandes parques que permanecessem sem elevação do nível de enchente, embora inundassem esporadicamente. Assim, o volume de aterro ficaria consideravelmente diminuído (BRITO, 1944, p.219-221).

Com estes números, seria possível avaliar, aproximadamente, o ônus da desapropriação e a valorização após os melhoramentos projetados. Estes benefícios seriam realizáveis em longo prazo, dependendo do progresso da cidade. Sendo assim, com os custos estipulados, Saturnino de Brito, considerou que deixava grandes margens para que se fizessem outras propostas. Uma destas opções seria que o

Governo Municipal taxasse, por metro quadrado, os terrenos beneficiados, obtendo uma justa remuneração pelos serviços feitos. Importante considerar e alertar que, além do serviço do capital, a municipalidade teria a seu cargo a conservação das obras, serviço que seria mais oneroso nos primeiros anos (BRITO, 1944, p.221-222).

CUBAÇÃO: a avaliação do produto das escavações e da respectiva distribuição das terras para o aterro do antigo leito do rio, das cavas existentes e para a terraplanagem da várzea foi mais bem detalhada neste tópico do relatório da Comissão de Melhoramentos do rio Tietê. A área a ser aterrada, nas diferentes secções ao longo do rio, foi discriminada, bem como o volume de aterros e suas alturas. O tema está quantificado e as contas demonstravam os déficits em cada solução esboçada. No caso específico do rio Tietê e do rio Pinheiros, em relação ao volume das escavações e ao volume para aterro, os cálculos demonstravam a viabilidade executiva do encaixe das águas das enchentes dentro de uma secção a escavar, deixando as terras ribeirinhas insubmersíveis (BRITO, 1944, p.223-224).

O desenho com o existente, remodelando e metamorfoseando a paisagem natural, através de escavação e aterro, caracterizou a várzea dos rios paulistanos. Com o objetivo inicial de saneamento e edificação, essa intervenção acabou por seguir uma lógica específica, com definições técnicas, políticas, econômica e de desenho.

Remodelação do solo e do sistema hídrico, que embasaria os futuros volumes dos edifícios, cheios, que se contraporiam aos volumes vazios das vias, parques e dos rios.

ORÇAMENTO: Saturnino de Brito propôs que os serviços fossem distribuídos em sete grupos, de acordo com as atribuições e as oportunidades para execução; as obras essenciais, de incumbência do Governo do Estado, e as obras essenciais, despesas

fundamentais, que tocam a Municipalidade; o orçamento se estruturou com base nos dois caminhos propostos no esboço apresentado, um com base na secção do Tipo A, e outro com base na secção do Tipo B, somados a uma terceira parte relativa ao orçamento para o rio Pinheiros. Estes orçamentos compreendiam a escavação do rio e dos lagos, a terraplanagem completa da várzea e leito antigo, incluindo diques, barragens, eclusas, pontes e canaletes, com algumas exclusões de especificações, presentes no estudo do orçamento, quanto às possibilidades de execução dos serviços, nos dois rios e de cobrar por eles uma taxa para custeio. Sobre juros e amortização, o Governo Municipal poderia basear sua decisão nestas estimativas para realização das obras orçadas e das complementares, não incluídas nos orçamentos (BRITO, 1944, p.224-226).

III. Asa. W. K. Billings - Complexo hidroelétrico da Serra de Cubatão – 1923-1927

Em 1911 a Companhia Light havia adquirido terras na bacia do rio Itapanhaú e, em 1913, terras nas quedas no rio Jupia, próximas a Mogi das Cruzes. Os primeiros estudos indicavam a possibilidade de enriquecer o volume de água na encosta oceânica, com as águas desviadas da bacia do rio Tietê, baseando-se em anteprojeto de um grupo de engenheiros liderados por Walter Charnley (PONTES, 1995).

Conhecedor destes estudos, em 1923, o engenheiro Asa White Kenney Billings, encarregado do departamento de novas construções da Light, não satisfeito, designou um de seus auxiliares, o engenheiro F. S. Hide, para obter informações precisas sobre a topografia e hidrografia da Serra do Mar.

O Brasil é um país rico em recursos hidroelétricos. O suprimento de energia elétrica, abundante e a baixo custo, foi e é um grande estímulo ao desenvolvimento de todas as indústrias. Uma queda d'água, apesar de seu volume e altura, por si só não é uma riqueza econômica; é preciso que, além do seu potencial energético, possua outras condições essenciais de exploração, principalmente a proximidade dos mercados e a facilidade de transporte (LIGHT, 1926, p.1).

Billings levantou objeções em relação à dificuldade de transporte e ao potencial energético aquém do grau de crescimento da cidade. Os novos estudos, feitos pelo engenheiro F. S. Hide levaram Billings a optar pela inversão das águas do Rio Grande para o leito do Rio das Pedras, contribuinte do Rio Cubatão. Segundo Edgar de Souza em seu livro *História da Light: primeiros cinquenta anos*: "Comparado com a derivação pelo Itapanhaú, apresentava este plano, conhecido por Projeto da Serra, reais vantagens, entre outras, maior queda, possibilidade de maior armazenamento de

água, grande facilidade de transporte pela construção de desvio ferroviário, menor distância de transmissão a São Paulo, usina situada entre as duas maiores cidade do Estado de São Paulo, a capital e o importante porto de Santos” (PONTES, 1995, p.20). Pelas circunstâncias, a Companhia Light prosseguiu com este estudo meticuloso, na região circunvizinha de São Paulo, onde não existia nenhuma cachoeira importante, e se definiu pelo ponto onde hoje está instalada a Usina Henry Borden. A possibilidade de desviar pequenos rios, cujo curso moroso vai sentido oeste para a vertente da Serra do Mar, foi a estratégia adotada. São conhecidas dos paulistanos as excepcionais condições físicas que tornaram possível o Projeto da Serra.

Em primeiro lugar, os ventos provenientes do Atlântico Sul, carregados de umidade, produzem uma precipitação elevada nas cumeadas da Serra e no planalto adjacente; esta característica foi muito bem retratada pelo escritor inglês Rudyard Kipling em visita ao Brasil, em 1927, quando conheceu as obras da Light, na Serra de Cubatão, e ficou deslumbrado com a Serra do Mar e as generosas tempestades tropicais. O engenheiro F. S. Hide acompanhou-o durante a visita, na qual o escritor fez a seguinte observação: “Mas o trabalho dele (engenheiro), até então, tinha sido ridiculamente fácil. O platô no alto da serra se afasta da costa em pequenos morros que não são muito bons para agricultura. Tudo o que ele tinha de fazer era fechar o colo de certos vales, com concreto, e esperar até que a precipitação de três metros e meio por ano os enchesse.” (JATOBA, 1992, p.32-33).

Em segundo lugar, o planalto desce suavemente para o noroeste e os seus rios chegam ao Atlântico depois de longo percurso; todavia, alguns pequenos rios seguem um caminho diferente e desembocam pela crista da Serra, ficando independente da rede fluvial do planalto.

Em terceiro lugar, a pequena declividade do planalto permite a construção de represas nas várzeas, onde enormes reservatórios podem armazenar as águas precipitadas da chuva sem, contudo, prejudicar a vazão dos rios na estação de estiagem (LIGHT, 1926, p.2-3).

Apesar da simplicidade de concepção do projeto, a execução era complexa e exigiria grandes montantes de capital. As propostas da Companhia Light iam de encontro aos interesses do poder público Municipal, na atuação sobre a Bacia de São Paulo, principalmente com a possibilidade de conquista destas vastas terras para urbanização. A Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê, instituída pela Câmara e pela Prefeitura de São Paulo, em 1924, coincide com o período de estudos da Companhia Light para a implantação do Projeto da Serra. Como apresentado anteriormente, o programa paulistano compreendia: defesa contra inundações, navegação e descarga de esgoto. Visava construir um embasamento para as obras que se anunciavam na Bacia do Tietê. Introduzia novos interesses e preparava dados técnicos para regular as intervenções que pretendiam alterar a estrutura natural dos recursos hídricos da região. Em diversos momentos do relatório Municipal, os estudos da Companhia Light eram citados, tanto como fonte de dados fluviométricos como nos pontos importantes para a compatibilização dos projetos que envolviam a mesma bacia hidrográfica, mas apresentavam programas distintos e complementares. O Projeto da Serra foi concebido e implantado em etapas, pela escala territorial que envolvia. Sua possibilidade de expansão era praticamente “infinita”, com a viabilidade em agregar novas reservas de água no planalto e novas usinas na encosta da serra (JATOBA, 1992, p.33-34). Esta característica do projeto atendia à crescente demanda

por energia da cidade de São Paulo, pondo fim às recorrentes crises energéticas que assolavam a Companhia Light, no início das primeiras décadas do século XX⁶⁰.

A perspectiva de intervenção em vastas áreas e a estratégia de mudar o curso das águas excedentes da Bacia do Tietê atrelavam o projeto a concessões públicas e à criação de mecanismos legais novos, que necessitavam de contrapartidas dadas pela Companhia Light ao Estado, para viabilizá-lo. Estes benefícios agregados foram sintetizados na Revista Light, impressa pela própria Companhia, em Fevereiro de 1929:

- 1-) aumentar, nas vizinhanças de São Paulo, o valor de muitas terras hoje desvalorizadas pelas inundações a que se acham perenemente expostas;
- 2-) fornecer à cidade de São Paulo um novo manancial de água potável, retirada de um dos antigos reservatórios;
- 3-) auxiliar o controle das inundações, em todo o vale do rio Pinheiros;
- 4-) reservar grandes depósitos de água, para anos de excessiva estiagem;
- 5-) possibilitar, quando necessário, a ligação entre São Paulo e Santos, através de um sistema de transporte fluvial, combinado com cabos aéreos, o que permitiria o tráfego de embarcações entre as duas cidades.

(LIGHT, 1929, p.12)

Com a evolução do complexo, novos usos foram agregados e algumas das propostas iniciais foram postas de lado. O primeiro estágio do Projeto da Serra era composto pela constituição das barragens no Rio das Pedras (imagem 12, p.156), na vertente marítima, e a implantação da primeira usina na encosta da serra, dando-se

⁶⁰ Nos artigos publicados pelo Departamento de Pesquisa Histórica da Eletropaulo, que consta na bibliografia, encontramos retratadas as recorrentes crises energéticas, que pautaram a chegada da Light em São Paulo, tanto pelo crescimento vertiginoso da cidade como por questões climáticas nos períodos de estiagem.

Imagem 12 – foto: Nelson Kon⁶¹

⁶¹ Imagem 12 – Vista da barragem do rio das Pedras e a casa de válvulas da secção externa da usina, s/d.

início à produção energética. Após a conclusão do primeiro estágio de Cubatão, Billings iniciou o segundo, fazendo uma modificação no projeto: em lugar de construir várias barragens, que reverteriam o curso de vários afluentes do Tietê, projetou-se simplesmente reverter o curso do rio Pinheiros; transformá-lo em canal em nível desde sua foz até a estação elevatória de Traição; cinco metros acima, outro canal em nível até a usina elevatória de Pedreira; vinte e cinco metros acima o reservatório do rio Grande, a ser firmado por uma barragem (1982, p.92-93). A segunda etapa se deu com a construção do reservatório do rio Grande, obra que gerou grandes movimentos de terra para sua constituição. Após a conclusão desta segunda etapa, Billings deu seguimento ao trabalho, iniciando o terceiro estágio do projeto, com a utilização das águas do reservatório de Guarapiranga e do rio Tietê e com a reversão do curso natural do rio Pinheiros (ACKERMAN, 1953, p.55).

A mudança na concessão da Companhia Light ocorreu após a apresentação do trabalho da Comissão de Melhoramentos do Tietê, em 1926. As causas foram técnicas, econômicas e políticas. Na primeira versão do projeto, idealizado por Billings, existia um alinhamento maior com relação às proposições de Saturnino de Brito para os melhoramentos no rio Tietê. Na segunda versão, do Projeto da Serra, verificamos a alteração da solução para a reserva de água e para o desvio das águas da Bacia do Tietê, com o intuito de potencializar a geração de energia. Ficaram, em segundo plano, obras importantes, que viabilizariam as melhorias propostas por Saturnino de Brito, como a contenção das águas nas cabeceiras do Alto Tietê. Mesmo com esta mudança, contrária aos interesses públicos, ocorreu a incorporação, no projeto, do saneamento da várzea do rio Pinheiro, com a finalidade de incorporá-la à área urbanizada da cidade, conforme os interesses municipais; para tanto, os mecanismos

desenvolvidos no relatório da Comissão de Melhoramentos, relativos à execução e orçamento, foram implantados especificamente quanto à questão de desapropriação e valorização das terras. No caso da Companhia Light estes mecanismos de cobrança, pelas melhorias e inclusão comercial das novas áreas conquistadas, foram aplicados no vale do rio Pinheiros, diferentemente do caso tratado pela Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê; esta trabalhou somente com o trecho fronteiro à área então urbanizada de São Paulo, enquanto a Light saneou uma área que ainda não estava presente do cotidiano da cidade e mantinha características rurais, na época da concepção do projeto por Billings.

Outro ponto em que vemos a incorporação de soluções técnicas, apresentadas no trabalho *Defesa Contra Inundações 1925-1929* de Saturnino de Brito, foi o canal de derivação das águas excedentes, implantado a jusante da bacia do Tietê, pelo rio Pinheiros, por Billings. Solução técnica adotada por Saturnino de Brito para a Cidade de Campos, no estudo *Melhoramento do Rio Paraíba e da Lagoa Feia*, e que constitui a terceira parte da publicação. No jogo de interesses entre o poder público e uma empresa de capital internacional, o projeto se moldou e tornou-se realidade.

Por se tratar de um projeto de geração de energia a sua dimensão urbana não é ressaltada na historiografia da cidade de São Paulo. A escala da intervenção e os custos elevados para a implantação do complexo resultou em uma obra que se estendeu ao longo de 35 anos, com a alteração do plano inicial e a implantação das usinas elevatórias e do canal de derivação do rio Pinheiros. Após a sua conclusão, o Projeto da Serra gerou mudanças primordiais na morfologia da planície aluvial do rio Pinheiros. Uma ação pré-projeto, que permitiu a expansão da cidade sobre uma área saneada de 23.000.000 m², que previa o uso residencial e industrial para uma

população estimada em quinhentos mil habitantes (ACKERMAN, 1953, p.60). O Projeto da Serra, além deste ganho direto para a área urbana paulistana, resultou em alterações significativas nas obras realizadas pelo poder público, no rio Tietê e na estrutura hídrica da cidade, influenciando diretamente a formação do organismo metropolitano.

Este movimento atuou sobre um solo que mantinha suas características geográficas originais, o vale do rio Pinheiros, assumindo caminhos intencionados por parte dos agentes envolvidos. As grandes obras de infraestrutura foram combinadas a uma construção liberal da malha urbana, onde as partes predominaram em relação ao todo do tecido, com a definição de fluxos e usos. A cidade seguiu uma lógica que privilegiou as forças produtivas e o capital⁶². A flexibilidade prevista nas instalações do complexo da Serra permitiu que o projeto fosse adquirindo novas estruturas e funções, que foram direcionadas para geração de energia, saneamento, lazer, transporte. A conciliação de interesses e usos distintos continua atual, sendo possível reutilizar a infraestrutura instalada, ou mesmo recriá-la para novas funções, exemplificando a sinergia agregado a este projeto. O Projeto da Serra, com sua característica de “obra aberta”, foi fundamental para o desenvolvimento do parque industrial paulistano e supriu a demanda expansiva do consumo energético da região ao longo de décadas, tornando-se o principal feito da Companhia Light, no Brasil, além de referência internacional na área de engenharia. Asa White Kenney Billings destacou-se na direção dos empreendimentos e na coordenação das obras da Brazilian Traction, Light &

⁶² Nos trabalhos de pesquisa de Odette Seabra, Fernando Mello Franco e Ângelo Filardo, presente na bibliografia desta dissertação, vemos teses que discorrem sobre a força do capital nos rumos adotados pelos agentes atuantes, para a realização da infraestrutura relacionada ao Projeto da Serra.

Power. Sua figura foi de tal importância que sua história confunde-se com a da empresa. Foi responsável pelos projetos de ampliação das instalações da Companhia, de 1922 a 1946, quintuplicando a capacidade energética no Estado de São Paulo e triplicando a capacidade energética no Estado do Rio de Janeiro. (SILVEIRA, 1988, p.29). (imagem 13, p.161).

Billings passou sua infância sob a influência da eletricidade - a primeira lâmpada incandescente foi desenvolvida por Thomas Edison em 1879 e Billings nasceu em 1876, em Omaha, Nebraska, nos Estados Unidos da América. Foi uma criança curiosa e sua curiosidade era alimentada pelos avanços técnicos e pela aplicação comercial da eletricidade. Nos anos que se seguiram, Boston e New York iniciaram a instalação de plantas de eletrificação em suas avenidas, sendo acompanhados por outras cidades. Aos onze anos, quando cursava a *Omaha High School*, decidiu-se pela profissão de engenheiro eletricista. Aos quinze anos ingressou na *Harvard University*, no curso de física, graduando-se em *Master of Arts*, em 1895, e se pós-graduando na mesma área, em 1896. A vida profissional se iniciou como engenheiro, na *Consolidated Traction Company of Pittsburgh*, Pennsylvania, supervisionando a construção de instalações elétricas nas avenidas e a instalação de uma usina elétrica a vapor. Billings demonstrou suas habilidades em Pittsburgh e foi enviado, pela mesma Companhia, para Cuba, em 1899, como engenheiro responsável pela construção da ferrovia de Havana, construída com tração elétrica. Retornou, em 1902, para Pittsburgh, abrindo seu próprio escritório de consultoria. Estava com 25 anos. Entretanto, foi chamado novamente a Havana, como engenheiro chefe da companhia elétrica e de transmissão. Em 1906, abre um novo escritório, em Havana, obtendo diversos contratos. Em 1909, oferecem a ele o cargo de gerente do setor de

Map of hydroelectric projects constructed or enlarged by Billings, 1924-1945

Imagem 13 – (ACKERMAN, 1953, p.25)⁶³

⁶³ Imagem 12- Mapa da hidroelétricas projetadas ou ampliadas por Billings no Brasil.

engenharia, na *J. G. White Engineering Corporation*, em New York, encarregando-se de projetos de design de hidroelétricas e de irrigação.

Nesta época, o Dr. F. S. Pearson, proeminente consultor elétrico da cidade de New York e um incansável promotor de projetos hidroelétricos, em várias partes do mundo, além de ser um dos organizadores da *The São Paulo Tramway, Light and Power Company*, buscava um assistente para supervisionar a construção de duas novas companhias, no Texas e na Espanha. Pearson conheceu Billings, em 1911, e convidou-o a trabalhar, iniciando-se, então, uma proeminente trajetória internacional. Billings passou a supervisionar a construção de diversas barragens, dividindo-se entre o Texas e a Espanha. Na primeira Grande Guerra, voluntariou-se na Marinha Americana prestando importantes serviços de engenharia às forças armadas. Engenheiro experiente aceitou a posição de gerente de construção na *Canadian and General Finance Company of Toronto*, em 1921. Esta companhia deu continuidade ao design e à aquisição das empresas do México, Espanha e Brasil, fundadas por F. S. Pearson. Este vínculo profissional de Billings se estendeu até o ano de 1949, data da sua aposentadoria (ACKERMAN, 1953, p.11-22).

Nestes anos, antes de vir ao Brasil, Billings participou da divulgação comercial da eletricidade, criando uma infraestrutura para tal fim. Sua capacidade técnica e gerencial à frente destes empreendimentos privados, com forte vínculo nos interesses públicos, permitiu que Billings assumisse a dianteira em vários avanços científicos, atrelados a equipamentos mecânicos, sendo pioneiro em experimentos *in loco*, utilizando o concreto nas diversas barragens que construiu ao longo dos primeiros vinte anos de profissão, inovando nesta área da construção. Com sua vinda ao Brasil, em 1922, para fazer a expansão da rede hidroelétrica das concessões da Light, fincou

definitivamente sua contribuição com engenheiro construtor, sendo reconhecido internacionalmente pelos seus feitos e suas obras. O Projeto da Serra é a obra mais imponente e representativa da longa trajetória deste americano, que pode mostrar sua capacidade nas terras de Piratininga.

O reservatório do Rio Grande recebeu o nome do seu idealizador em homenagem a sua contribuição ao progresso de São Paulo e do Brasil. O aproveitamento hidroelétrico das correntes fluviais do planalto meridional do Brasil, mediante artifícios da engenharia, pode servir como um exemplo da ação do homem sobre a natureza, transformando uma situação adversa a seu favor. A inversão de volumes consideráveis de água da Bacia do Tietê, que corriam rumo ao interior, para a vertente oceânica, foi a solução adota por Billings dentro da escala de atuação das concessões da Companhia Light. Utilizar o fluxo natural dos rios, com a construção de uma sequência de barragens e usinas, até a desembocadura do Tietê, no rio Paraná, não parecia viável. O capital necessário para essa intervenção era muito alto. Apesar de questões polêmicas com relação ao grau de intervenção na estrutura hídrica da região e do grande capital necessário para a viabilização do projeto, a conjuntura política, econômica e técnica permitiram que esta obra de engenharia, de concepção simples, mas de execução complexa, fosse realizada. São Paulo era um centro urbano relativamente pequeno que apresentava uma taxa de expansão de consumo de energia acentuada (a mais expressiva de toda a América); neste contexto, a solução para o problema de abastecimento demandava uma solução eficaz e duradoura. A Usina de Cubatão criou as bases para o crescimento do parque industrial de São Paulo e locou-se estrategicamente, no centro de carga, de uma das maiores

metrópoles do planeta, infraestrutura que permanece atual após 89 anos do início da sua construção.

Nos arredores da metrópole paulistana, em altitudes entre 750 e 800 metros, encontravam-se depressões inundáveis, sem que isso provocasse maiores inconvenientes, e que vieram a participar do sistema hidrelétrico, pelo represamento de numerosos cursos de água.

O excepcional regime pluviométrico, no Alto da Serra, proporcionava o abastecimento da região. Nestas condições, mediante a construção de barragens, canais e estações elevatórias, foi possível armazenar imensos volumes de água. Esta água, conservada em repouso no alto da montanha, pode adquirir múltiplos usos. A intenção inicial era conduzi-la até as rodas “Pelton”, onde movimentariam geradores elétricos de grande potência, ao invés de percorrer mais de 4000 km para alcançar o oceano, no estuário do Prata. (imagem 14, p.165).

Imagem 14 – Foto: Nelson Kon⁶⁴

⁶⁴ Imagem 13 – Reservatório do rio Grande, atualmente represa Billings, s/d.

O engenhoso sistema, que permitiu o aproveitamento da precipitação chuvosa, criando uma queda d' água onde nada existia, alterou a natureza do lugar. Após 35 anos de progressão do complexo, ele se constitui das seguintes partes, que passaremos a descrever (LIGHT, 1952, p.1-10):

Barragem “Edgard de Souza” e Barragem de Pirapora – permitem o aproveitamento de maior volume de água, da bacia do Tietê, para produção de energia elétrica na serra do Mar. O nível da antiga barragem “Edgar de Souza” foi elevado, em Santana de Parnaíba, e construiu-se outra em Pirapora. Com esta obra o remanso das águas se estende para além da barra do rio Pinheiros, quase alcançando Guarulhos. A Usina geradora “Edgar de Sousa”, a mais antiga do sistema da Companhia, foi transformada em estação elevatória, captando as águas do rio Juquerí e de outros pequenos tributários do Tietê, além de Santana de Parnaíba, desviando-as para a serra do Mar. Foi inaugurada em 1955.

Canalização do rio Pinheiros – com o aumento do volume de água, proveniente da bacia do Tietê, a retificação do rio Pinheiros tornou possível o aproveitamento citado através deste tributário, sendo elevado para o reservatório do alto da serra. A execução desta obra reduziu o efeito das cheias naturais dos rios Tietê e Pinheiros, nas respectivas várzeas, que funcionavam como reguladores naturais dos rios. Este saneamento beneficiou extensas áreas ribeirinhas do município da capital, que ficaram valorizadas e foram incorporadas ao tecido urbano da cidade. (imagem 15, p.167)

Imagem 15 – foto: Nelson Kon⁶⁵

⁶⁵ Imagem 15 – Foto aérea do canal do rio Pinheiros na atualidade, no trecho da ponte Sorocabana, com o parque Vila Lobos na margem esquerda e a Cidade Universitária ao fundo, s/d.

Estrutura do Retiro – Obra de arte, que efetua a regulação dos cursos d'água. Situada junto à desembocadura do rio Pinheiros no Tietê. Esta obra complementou a canalização do rio Pinheiros, numa extensão de aproximadamente 26 km, com a compensação através de aberturas reguláveis por meio de vigotas de vedação.

Usina elevatória de Traição – localizada a meio percurso do canal do rio Pinheiros, no bairro Cidade Jardim, foi implantada uma usina elevatória dotada inicialmente de dois grupos de bombas com motor síncrono, com capacidade para recalcar 140 metros cúbicos por segundo. Estes grupos também são reversíveis, podendo trabalhar eventualmente como geradores. Foi inaugurada no ano de 1940 e posteriormente teve sua capacidade de bombeamento ampliada para 280 metros cúbicos por segundo.

Usina elevatória de Pedreira e reservatório “Billings” – na bacia do rio Grande, foi formado um grande reservatório, mediante uma barragem constituída por um aterro hidráulico com núcleo de concreto. Neste trecho, junto à barragem, foi instalada uma estação de recalque com bombas centrípetas, que elevam, para a represa, as águas aproveitáveis dos rios Tietê, Pinheiros e Guarapiranga. Essas bombas, inicialmente em número de três, promovem uma elevação entre 12 e 27 metros, também sendo reversíveis como turbinas geradoras. A estação elevatória tem o importante papel de regulador das correntes fluviais, além de dispositivo para aumentar o potencial e as reservas hidráulicas. Foi inaugurada em 1939 e, posteriormente, teve sua capacidade de bombeamento ampliada de 250 para 320 metros cúbicos por segundo.

Reservatório de Guarapiranga – construção responsável pelo represamento das águas do rio Guarapiranga e outros menores, foi construído bem antes do empreendimento da Serra do Mar, com a finalidade de acumular reservas hidráulicas que, durante a estação de seca, abastecessem a usina “Edgar de Souza”, situada no rio Tietê. Como

parte do complexo, suas águas podem ser encaminhadas à represa Billings, através do canal do rio Pinheiros e usina elevatória de Pedreira, bem como para o rio Tietê, descendo o mesmo canal.

Canal de ligação e barragem reguladora – as águas armazenadas na represa Billings ultrapassam a crista da serra do Mar pelo Canal de Ligação, cortando o divisor de águas e transpondo-se para a outra vertente, até atingir a represa do rio das Pedras na encosta marítima, tendo seu curso regulado rigorosamente.

Barragem e reservatório do rio das Pedras – na encosta da serra do Mar, o canal de ligação deságua no reservatório do rio das Pedras, que é delimitado pela topografia do lugar na maior parte do seu perímetro; no trecho em que a encosta é bem íngreme, para evitar que as águas desviadas descessem torrencialmente pelas escarpas da montanha, foi construída uma barragem de concreto com forma curva em planta. As águas armazenadas neste reservatório são encaminhadas para a Casa de Válvulas de onde saem os tubos adutores, que alimentam as grandes turbinas tipo “Pelton”, em condições pouco encontradas no mundo.

Túneis, torres de compensação e tubos adutores – dois túneis levam as águas da represa do rio das Pedras até torres de compensação, que garantem o necessário equilíbrio de pressões. Dessas torres partem os tubos adutores, em número de oito, para descerem o espigão da serra do Mar até atingirem, em baixo, a usina, onde as águas do planalto movimentarão as turbinas. A ancoragem das adutoras em terreno firme, tendo em vista os enormes esforços ali presentes, se fez por meio de blocos maciços de concreto. Para facilitar o transporte de pessoal e de certos materiais, entre o alto da serra e a usina, são mantidos em tráfego, paralelamente aos tubos adutores, dois carros sobre trilhos, sustentados por cabos.

Usina geradora – construção para a qual converge todo o esforço do complexo hidroelétrico; situada na raiz da serra de Cubatão, possui oito grandes grupos geradores; as turbinas dessa usina têm grande potência, entre as mais altas conhecidas; a queda é das mais altas do mundo, sendo necessário o uso de peças especiais que resistam aos intermitentes impactos da água. Cada grupo gerador é movido por duas turbinas, a jato livre, uma em cada extremidade do eixo horizontal, ladeando assim o alternador. Toda a água, depois de impulsionar as turbinas, é despejada, através do canal de fuga, no rio Cubatão, atingindo depois o Oceano Atlântico.

Linhas de transmissão – dez linhas de transmissão, sob a tensão de 88 KV, conduzem ao planalto a energia produzida em Cubatão. Outra linha, sob a mesma tensão, abastece a cidade de Santos. Para realizar a interligação dos dois maiores sistemas elétricos brasileiros, constituídos pelo Rio de Janeiro e São Paulo, construíram uma linha de transmissão em 1945/47, sob a tensão de 230 KV, partindo de Cubatão e atingindo a usina de Ribeirão das Lages, nas proximidades da antiga capital federal. Para resolver a diferença de frequência, entre estes dois sistemas, foi construída, em Aparecida, a meio percurso, uma estação conversora de frequência. Esta linha foi construída com as prescrições técnicas mais avançadas da época, com o objetivo de aumentar a confiabilidade e atuar como fonte de socorro para os dois sistemas, além de efetuar a regulação das reservas hidráulicas dos mesmos, geograficamente afastados e sujeitos a condições bem diversas quanto ao regime de chuvas.

Secção subterrânea da usina hidrelétrica de Cubatão (LIGHT, 1957, p.01-16) – constitui uma das etapas do programa de desenvolvimento progressivo do sistema, com sua construção iniciada em 1952 e concluída em 1961. A razão principal para a opção da

construção subterrânea foi a disponibilidade, na época, de métodos modernos de escavação e perfuração de túneis, reduzindo os custos.

Nas instalações subterrâneas, a maior parte da pressão da água é suportada pela rocha, eliminando as dispendiosas obras de drenagem e proteção da encosta, por onde teriam que descer as adutoras de superfície; na comparação financeira entre os tipos de instalação, optou-se pela solução em caverna, sem contar as vantagens no que concerne à maior segurança das instalações. Além das vantagens de ordem técnica e econômica citadas, as usinas subterrâneas permitem um aproveitamento mais eficiente das condições impostas pela topografia, diminuindo as perdas de carga. As condições geológicas da encosta da Serra do Mar determinaram o aproveitamento de Cubatão, com a redução significativa do peso total da blindagem de aço do túnel distribuidor, quando comparado com a antiga usina de Cubatão. Os grupos geradores, em número de seis, utilizam essencialmente as águas disponíveis da bacia do rio Tietê, encaminhadas através do canal do rio Pinheiros e da represa Billings, à represa do rio das Pedras, situada na borda da escarpa da serra do Mar. Obteve-se um aproveitamento maior do volume de água do Tietê através das obras de alteamento da antiga barragem de Parnaíba, da construção da barragem e reservatório de Pirapora e pela ampliação da capacidade de recalque das usinas elevatórias de Traição e Pedreira. As águas armazenadas no reservatório do rio das Pedras são conduzidas, através de um canal de pequena extensão e de uma estrutura de tomada de água, a um túnel de pressão inclinado. Este túnel conduz as águas a um distribuidor provido de seis ramais; cada um desses ramais leva sua quota de vazão a uma turbina de jato livre, ligada a um gerador que transforma em energia

elétrica a energia cinética das águas. Após sua passagem pelas turbinas, as águas são levadas ao rio Cubatão, através de um túnel e canal de descarga.

Apresentada a configuração do complexo, esta dissertação pretende analisar a solução de projeto que optou pela construção do canal do rio Pinheiros e pelo desvio das águas do Tietê, após cruzar a área urbanizada da cidade, desviando seu sentido pelo canal de derivação mencionado. Esta solução técnica foi potencializada pelo alteamento da antiga barragem de Parnaíba, criando um grande remanso, praticamente, até Guarulhos.

A função central deste complexo foi gerar energia para o progresso urbano. Agregado a este grande investimento, realizado pela Light, mecanismos de saneamento urbano foram implantados, com contrapartida política e viabilidade econômica. Esta intervenção na infraestrutura criou novas bases para o desenvolvimento da cidade de São Paulo; interesses públicos e privados nortearam os propósitos implícitos nas soluções técnicas, tanto de obra como de mecanismos legais, e se relacionaram com a urbanização decorrente.

O projeto sanitaria de Saturnino de Brito, atendendo aos interesses do Município, e o projeto hidroelétrico de Asa White Kenney Billings, considerando os interesses da Companhia Light, não devem ser vistos como soluções antagônicas, mas sim como complementares, como partes distintas de uma mesma iniciativa social. Ambos foram idealizados e desenvolvidos entre 1924 e 1927. Suas contribuições para o principal eixo estruturador metropolitano são da maior importância.

1. 1º concessão do Projeto da Serra – 1924

A companhia Light atuava há mais de vinte anos na região de São Paulo quando da concepção do Projeto da Serra. Os fatores principais para a sua formulação já estavam colocados, o estudo da região e seu entorno era realizado metodicamente pela já consolidada urbanização e industrialização da cidade; a busca por fontes energéticas distantes não era viável, na época, pela impossibilidade de remunerar o capital necessário para sua realização; a bacia do Tietê, maior rio do Estado, apresentava-se como a fonte de recursos hídricos mais adequada, faltava a busca por formas de armazenar a água para amenizar as oscilações decorrentes dos ciclos das estações climáticas anuais características da região e a obtenção de maior queda para potencializar a geração de energia (LIGHT, 1926, p.1-2).

Os regimes dos cursos de água estavam sistematizados e apontavam para a região do cume da serra do Mar, por sua precipitação de água acentuada e pela possibilidade de aproveitar o grande desnível existente entre o Planalto Atlântico e a estreita faixa do litoral. A configuração do sistema da Light da época, que havia posicionado sua principal usina a jusante da cidade de São Paulo, no rio Tietê, utilizando a força proveniente do fluxo da própria vazão do rio e de uma pequena queda, se mostrava vulnerável, e novas soluções eram necessárias e urgentes porque, em 1923, a cidade de São Paulo apresentava uma demanda crescente por consumo de energia. Tanto a construção do reservatório de Guarapiranga, em 1909, em um afluente do Tietê, para incrementar a capacidade da usina de Parnaíba, como a construção de uma usina em outra bacia hidrográfica, em 1914, no rio Sorocaba, não

foram suficientes para proteger a Companhia Light das recorrentes crises de fornecimento (ACKERMAN, 1953, p.32).

Por volta dos anos 20, começa uma busca intensa por novas fontes de energia. As características geográficas do planalto, com a formação muito aberta dos vales por onde correm os principais rios, apresentava uma grande dificuldade de criação de reservatórios reguladores, pois as águas iriam se espalhar por vastas áreas e acarretariam custos elevados para sua viabilidade, além do problema das quedas de reduzida altura. Os engenheiros da Companhia Light passaram a dirigir seus esforços para a vertente marítima. Walter Chanley, engenheiro então responsável, achou algumas possibilidades no sítio do Tietê, que podiam utilizar o desnível da serra do Mar. Todas estas possibilidades poderiam desenvolver instalações por volta de 40.000 KW. Estas propostas mantinham a mesma estratégia anterior de utilizar o fluxo natural dos rios, tendo em alguns destes casos o incremento das águas derivadas do rio Tietê. Com o crescimento de São Paulo seria necessário uma planta nova, em poucos anos. Para alguns, não existiam outras possibilidades próximas da cidade (ACKERMAN, 1953, p.32-33).

Billings tinha por responsabilidade o desenvolvimento do sistema da Companhia Light, para o aumento da capacidade de geração de energia, e não estava satisfeito com a solução encontrada. Era necessário encontrar lugares melhores. Ele incumbiu F. S. Hide, engenheiro que havia encontrado o sítio da usina Ilha dos Pombos, no Rio de Janeiro, de retornar ao Brasil em 1923 e revisar os sítios propostos por Chanley, verificando se encontrava algo melhor. Hide efetivava sua busca quando, observando um mapa topográfico do Estado, uma ideia lhe veio em mente: se fosse construída uma barragem cruzando o espigão do rio Grande, e por um canal escavado se ligasse

este reservatório principal, localizado na vertente continental, a um reservatório de menor porte na vertente marítima, proposto no rio das Pedras e, a partir deste ponto, se aproveitasse a queda serra do Mar abaixo, em direção ao mar, toda a água do rio Grande poderia ser derivada, através das montanhas da Serra, diretamente para o mar, por uma descida horizontal de 1800 metros e vertical de 718 metros; uma planta energética com capacidade de 156.000 KW poderia ser desenvolvida no pé da Serra, perto de Cubatão (ACKERMAN, 1953, p.33).

Esta é a essência do esquema proposto, aproveitar a precipitação elevada da serra do Mar com reservatórios de água, para os períodos de estiagem, na vertente continental, com a introdução de barragens e diques que simulam mecanismos naturais de regularização da vazão dos rios e introduzem elementos artificiais, túneis e canais de ligação, que se moldam à geografia do lugar, mas invertem o fluxo natural das águas caídas e a redirecionam para o trecho com maior queda, consequentemente maior potencial energético.

Indo adiante, Hide observou que a água existente no reservatório Guarapiranga (construído originalmente para a usina de Parnaíba) poderia ser derivada, por um túnel, para o reservatório do rio Grande. O mesmo volume de água geraria 40 vezes mais energia em Cubatão do que em Parnaíba. Finalmente, se necessário, novas barragens poderiam ser construídas do outro lado, nos vales próximos, desde que suas águas fossem desviadas para o reservatório do rio Grande, por túneis e canais adicionais, e despejadas no oceano. Assim, a usina instalada em Cubatão poderia ser progressivamente ampliada e chegar a uma capacidade de mais de 400.000 KW (ACKERMAN, 1953, p.33-34).

Billings ficou reticente com a primeira descrição do projeto apresentada por Hide. Ele estava preocupado com a aprovação, por parte do Estado, da derivação de quantidade tão grande de água do seu curso natural. Outra preocupação era sobre o conselho da Companhia Light, que necessitaria aceitar a proposta para o financiamento do primeiro estágio deste enorme projeto, destinado a uma cidade relativamente pequena como São Paulo. Porém, seu entusiasmo cresceu quando vislumbrou as potencialidades deste esquema e tomou para si a tarefa de convencer o conselho e as autoridades sobre as vantagens deste projeto e sua necessidade para a cidade de São Paulo. Billings não descreveu o projeto somente como uma hidroelétrica, mas também como um meio de controlar as cheias, que surgiam adiante dos vales do rio Grande, e que periodicamente inundavam muitas terras, potencialmente valorizáveis (ACKERMAN, 1953, p.34). (imagem 16, p.177).

Map of the first Serra Concession based upon original studies by F. S. Hyde in 1924

Imagem 16 – (ACKERMAN, 1953, p.35)⁶⁶

⁶⁶ Imagem 16 – Mapa do esboço da 1ª concessão do Projeto da Serra, desenho original de F. S. Hyde, 1924.

O problema das enchentes em São Paulo é decorrente da ocupação urbana das terras inundáveis, sendo que estas inundações são um fato “normal” na natureza. A abundância de terras não submersíveis, em São Paulo, nunca foi um problema, mas a existência de terras com valor imobiliário tão evidentes e acessíveis, como as planícies aluvias paulistanas, as tornava objeto de interesse das classes dominantes e dirigentes políticos da cidade, fato atrativo que Billings utilizou com habilidade em sua defesa pelo projeto. A detenção, no terreno, das águas caídas que corriam em direção a cidade, seria favorecida com a preservação das matas em torno da região dos mananciais, como também com a criação de reservatórios artificiais. Nestas áreas, próximas ao cume da serra do Mar, estes reservatórios artificiais compensariam o avanço da urbanização sobre os reservatórios naturais que as grandes várzeas inundáveis representavam e que foram suprimidos. As novas estruturas propostas pelo esquema da Companhia Light permitiam o controle do fluxo da vazão dos principais rios da cidade, medida esta de grande contribuição no controle das enchentes periódicas e a apropriação das vastas terras baixas da bacia de São Paulo.

As grandes represas são equivalentes aos lagos naturais, na função regularizadora do regime dos cursos de águas; no caso do Projeto da Serra estes reservatórios, que ao longo do tempo agregariam novas funções, eram inicialmente reservatórios de estiagem para a regularização da geração de energia. Mesmo com a função principal definida para estas grandes represas, com este controle dos fluxos, diminuía-se a potência das águas do vale do Tietê, que assolavam periodicamente a população das terras baixas de São Paulo. Para a prevenção das enchentes, Billings indicou que poderia ser realizada, sem custo para os cofres públicos, a armazenagem das águas excedentes para geração de energia. Concluindo as benfeitorias possíveis do Projeto

da Serra, Billings apontou a possibilidade de prover São Paulo com um meio de transporte adicional a partir dos reservatórios e dos canais, com um transporte facilitador da conexão entre Santos e São Paulo, por navegação. Ele apontou, para os governantes e para os diretores, que havia dois obstáculos para o crescimento de São Paulo: primeiro as enchentes que impediam a expansão da cidade em suas terras baixas, segundo o transporte entre São Paulo e o porto marítimo, que, na época, era totalmente inadequado, com somente uma rodovia tortuosa e uma ferrovia operada por cabos conectando as duas cidades. As possibilidades de incrementar a ligação entre São Paulo e Santos, na época, eram mais atrativos às autoridades do que o desenvolvimento energético (ACKERMAN, 1953, p.35-37).

As obras de contenção das águas caídas, a regularização dos cursos dos rios e as derivações tinham, como um dos pontos benéficos, o favorecimento da navegação, além do já citado benefício do controle das inundações. Sendo ambos consequências naturais de tais obras, Billings utilizou estes benefícios diretos para compensar o grande desvio de água do seu fluxo natural, fato que o preocupava desde o início da proposta, e que era difícil de justificar.

No relatório da Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê, a melhoria, como prioridade número um, era o combate às enchentes e na sequência, as melhorias destinadas a navegação. Ambos os programas vislumbrados pelo poder público eram beneficiados diretamente pelas obras propostas pela Companhia Light. Já a terceira prioridade do relatório, a descarga de esgotos, também poderia ser beneficiada pelo Projeto da Serra, caso fosse estabelecido o fluxo de água adequado à diluição dos efluentes. Ao contrário das outras melhorias propostas, este dado novo, presente no documento municipal, não beneficiava a geração de energia por demandar um volume de água

grande, que deveria continuar seguindo pelo rumo natural dos rios da vertente continental. Outro ponto que foi contemplado no relatório da Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê e que, ao longo do tempo, teve sua importância ampliada entre os múltiplos usos da água, conforme apresentado anteriormente, foi o abastecimento de água da população urbana, função que, por sua natureza, também rivalizava com a geração de energia. Com este cenário, o das múltiplas funções que a água exercia, Billings apresentou, como contrapartida inicial, os dois tópicos que não prejudicavam o objetivo principal das obras, que era o incremento progressivo da capacidade energética da Companhia.

O Projeto da Serra se apresentava como um esquema aberto de manipulação das águas caídas na região de São Paulo. Todas as suas possibilidades de uso poderiam ser agregadas ao longo do tempo e das obras, de acordo com as demandas e prioridades. A proposta recebeu um grande suporte de Dr. Edgard de Souza, o gerente geral da Companhia e um dos brasileiros distintos do conselho, quando Billings a apresentou à diretoria, contando com o apoio do então presidente, Sr. Alexander Mackenzie e dos vice-presidentes Miller Lash e Robert C. Brown. A diretoria viu a importância do projeto e autorizou o prosseguimento da construção. Eles decidiram liberar Billings das responsabilidades no México e na Espanha para dedicar todos seus esforços nos projetos do Brasil e permitir-lhe uma rotina mais estável. Em 1924, a dedicação já era exclusiva aos projetos da Companhia Light no Brasil (ACKERMAN, 1953, p.37).

Em março de 1925, a Companhia Light deu entrada, no Governo Federal, ao pedido de aprovação do plano para iniciar a construção. Considerava as necessidades energéticas de São Paulo e todos os benefícios agregados. O Ministro de Transporte e

Obras Públicas, Dr. Francisco de Sá, orientou o Governo Federal para aprovar o Projeto da Serra, em um curto período de 10 dias, contando com um esquema de derivação sem precedentes.

Quando o projeto foi apresentado ao Governo do Estado em Julho, novamente contou com o apoio e intervenção de dois respeitáveis membros oficiais do governo, o Dr. Carlos de Campos, Governador do Estado, e seu Secretario de Agricultura, Comércio e Obras Públicas, Dr. Gabriel Ribeiro dos Santos. A partir daí, a legislação passou a necessitar de leis específicas para aprovar o Projeto da Serra⁶⁷ (ACKERMAN, 1954, p.42).

Logo que o Governo Federal garantiu a aprovação, iniciou-se a construção do primeiro estágio do projeto: construíram a barragem e os diques necessários para o reservatório do rio das Pedras e estabeleceram o canal do rio Grande, para direcionar parte do seu fluxo para o reservatório, na vertente marítima. A água obtida, seria suficiente para os primeiros dois geradores, de 35.000 KW, presentes na proposta da planta da usina de Cubatão. Após esta primeira instalação (imagem 17, p.182), o reservatório do rio Grande deveria receber a construção de oito diques e duas largas barragens. Os dois primeiros geradores estavam instalados, quando Billings decidiu fazer mudanças severas e básicas no plano do projeto aprovado, e solicitar uma nova

⁶⁷ Decreto nº 16.844, de 27 de Março de 1925 – “Aprova o plano das obras que "The São Paulo Tramway, Ligth & Power Company, Limited" pretende executar nos municípios de Salinópolis, Santos, Mogi das Cruzes, São Bernardo, Santo Amaro e Itapeperica, no Estado de São Paulo, para aproveitamento da força hidráulica do rio Tietê e de alguns de seus afluentes, e declara a urgência da desapropriação dos terrenos e benfeitorias compreendidos nas respectivas plantas.”

Map of hydroelectric developments in the São Paulo region, 1927

Imagem 17 – (ACKERMAN, 1953, p.43)⁶⁸

⁶⁸ Imagem 17 – Mapa do desenvolvimento hidroelétrico em São Paulo em 1927, primeira etapa do Projeto da Serra.

concessão. Novos dados⁶⁹ e estudos de custo mostraram que era prudente abandonar o plano vigente e custoso, que eventualmente iria construir mais reservatórios nos tributários do Tietê, com conexões por túneis e canais com o reservatório do rio Grande, e adotar um mais econômico, mas ao mesmo tempo, um esquema mais ousado (ACKERMAN, 1953, p.42-44).

A grande usina da serra de Cubatão (imagem 18, p.184) apresentava um plano de obras de tal vulto e tantas particularidades interessantes, quer na sua concepção, quer no desenvolvimento dos trabalhos para a sua construção, que permitia diferentes soluções, para a Companhia Light, que resultavam na mesma finalidade. Esta variação do projeto, que ocorreu ao longo do seu desenvolvimento, não foi favorável aos interesses públicos contidos nos estudos desenvolvidos por Saturnino de Brito. As autoridades envolvidas deixaram escapar a oportunidade de dotar a cidade de São Paulo com um complexo de reservatórios que ampliariam o controle dos fluxos de água que correm em direção a área metropolitana. Teria sido conveniente à administração pública se inteirar dos estudos e planos da Companhia Light, para harmonizar o interesse inicial destes reservatórios com os interesses públicos. Como uma das justificativas apresentadas para a mudança no plano inicial era o alto custo, o Governo deveria ter viabilizado, mediante acréscimo de despesas, junto à iniciativa

⁶⁹ O relatório da Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê foi apresentado ao Sr. Dr. Firmiano Pinto, Prefeito de São Paulo, em Outubro de 1925. Os novos dados, citados por Adolph J. ACKERMAN no livro **Billings and Water Power in Brazil / A Short Biography of Asa White Kenney Billings – Hydroelectric Engineer**, não são especificados suas origens e conteúdo nesta bibliografia, mas, pelo período em que se concluiu a primeira etapa do Projeto da Serra, e o os novos parâmetros definidos no trabalho realizado por Saturnino de Brito, em domínio das autoridades públicas, um paralelo entre os dois trabalhos é dado concreto considerado no estudo.

Imagem 18 – Foto: acervo Fundação Energia e Saneamento⁷⁰

⁷⁰ Imagem 18 – Foto histórica com vista da serra de Cubatão e a usina hidroelétrica recém-implantada, s/d.

particular, as utilidades provenientes da configuração dos múltiplos reservatórios, nas cabeceiras do Alto Tietê.

Para manter o regime de utilidade das águas que beneficiasse a administração pública e garantisse as reservas necessárias à geração de energia, poderia ter sido aumentada a capacidade das represas de modo a compatibilizar as atividades. Esta medida, de responsabilidade das autoridades, iria de encontro às diretrizes claramente explicitadas no relatório da Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê, vinculada ao Governo Municipal. Como os interesses das forças produtivas predominaram sobre os interesses públicos, a nova solução, apresentada por Billings, terminou por se configurar como a melhor opção para os agentes envolvidos.

A estrutura do Projeto da Serra foi extraordinariamente feliz para a Companhia Light, porque reuniu três condições favoráveis, de difícil consórcio dentro do território paulista: grande descarga, grande altura de queda, e grande reserva de água. Com esta medida o sistema da empresa deixou de depender das hidroelétricas que funcionavam somente com as descargas dos respectivos rios, diminuindo a vulnerabilidade da variabilidade dos regimes naturais dos rios, fato que teve seu período crítico entre os anos de 1924 e 1925, com uma forte estiagem (RBE, 1926, p.140).

Na primeira concessão do Projeto da Serra obtida em 1925, o esquema apresentado tirava o máximo proveito de uma larga faixa, que abrange as nascentes do rio Tietê e dos seus primeiros afluentes, um tabuleiro quase horizontal, dividido em uma sucessão de pequenas bacias hidrográficas análogas, pouco profundas, onde todos aqueles afluentes correm, mais ou menos na mesma altura. Mimetizava um dos fatores naturais de regularização do regime, que consiste no estrangulamento do lençol de

inundação das várzeas por contrafortes ou espigões que as atravessassem nas duas margens e se aproximem, reduzindo consideravelmente a largura da secção de vazão; com pequenos acréscimos de diques e barragens artificiais, ampliava-se este efeito natural e se aumentava o volume das águas detidas, a montante, beneficiando a situação de inundação, a jusante.

A cidade de São Paulo, embora situada a algumas dezenas de quilômetros da linha de cumeeada da serra do Mar, ainda se acha nesse tabuleiro, sendo a declividade dos rios, neste trecho, bem pequena. Quanto menos profunda é uma bacia hidrográfica, mais se espraia suas águas quando se estabelece um obstáculo. Estas represas apresentam pequenas profundidades e esta característica proporcionou uma circunstância favorável ao refluxo das águas, pela declividade pequena; quando represadas, estas águas tendem a refluir para montante.

Por meio de pequenas obras, canais e túneis, feitos em um limitado número de gargantas, cuidadosamente escolhidas, se estabeleceria a comunicação entre todas elas. Concordada as cotas de barragens, de modo tal que cada uma represaria as águas de sua bacia um pouco superior à da bacia contígua, este transbordamento, de bacia em bacia, poderia efetuar-se por simples gravidade. Todas as águas se acumulariam então em uma delas, represada a cota mais baixa, escolhida por sua maior profundidade e área, como reservatório principal, de onde seria fácil dirigi-las a uma grande queda, no extremo mais baixo, aonde se instalaria a usina.

Este plano inicial teve o seu primeiro estágio posto em prática, estrutura que se manteve com as alterações propostas posteriormente por Billings. O rio Cubatão, que corre em vale apertado entre a serra de seu nome e a de Paranapiacaba, recebe pela margem esquerda, dois afluentes particularmente notáveis, porque, nascendo no alto

da serra do Cubatão, quase no mesmo nível do Tietê, em vez de se dirigirem para o interior, como os rios formadores do Tietê, lançam-se por duas estreitas falhas da linha de cumeadas, abandonando o planalto. Esses dois rios são o das Pedras e o Perequê. Fechando-se, por meio de barragens, as duas falhas por onde logram escaparem para a vertente marítima, suas bacias se transformaram em dois amplos reservatórios que, com a elevação do nível das águas até a cota máxima normal projetada (735m), se fundem em um só. A este reservatório, por simples gravidade, dirigiram-se as águas das represas secundárias, estabelecidas nos afluentes do Tietê, por intermédio de uma delas – a do rio Grande – que concentra a água das outras bacias, por ser a mais baixa de todas (RBE, 1926, p.143).

Na primeira versão do Projeto da Serra seriam construídas, ao todo, 15 barragens, 12 túneis e dois canais, formando-se 12 reservatórios distintos. De um lado, os dois primeiros rios represados seriam o das Laranjeiras e o S. Lourenço, ambos da vertente marítima, afluentes do Juquiá, com cotas de 800m e 775m respectivamente, ambos se conectariam ao vale do córrego Batêa, pequeno subafluente do M'Boy-Guassu, este barrado à cota 745m; dali se transfeririam para a bacia do ribeirão Parelheiros, também represado mais abaixo com a cota 738m e seriam dirigidos daí, conforme a conveniência, ou para a represa do rio Grande ou para a de Santo Amaro, ambas com a cota máxima de 738m. Como vemos, desde a represa mais alta até o reservatório, as águas correriam por simples gravidade, reguladas por comportas nas entradas dos túneis e canais. Do outro lado, o primeiro rio represado seria o próprio Tietê, com a cota máxima de 764m, e conectar-se-ia com o ribeirão Grande, de igual cota máxima, constituindo-se, as duas, uma única represa, de configuração interessante, porque abrange os vales de dois rios de vertentes opostas; as águas desses dois rios seriam

conduzidas para o vale do Berityba, também represado, com a cota máxima de 769m. A conexão destas águas antecede a solução que caracterizaria a segunda concessão do Projeto da Serra, pois, em regra, seriam transpostos por meio mecânico para o vale do Jundiahy, que seria transformado em uma represa, mais baixo 1 metro que a precedente. O seguinte afluente do Tietê, o Tayassupéba, forneceria mais três represas, cada uma das quais, no vale de um dos seus três formadores: o Tayassupeba-assú, o Balainho, e o Tayassupeba-mirim; a primeira destas represas, desniveladas uma em relação às outras, receberia as águas chegadas ao vale do Jundiay; seguindo este trajeto caíram elas no ribeirão Pires, que iria conduzi-las até se acumularem no vale do rio Grande, de parceria com as que vieram da esquerda (RBE, 1926, p.145). (imagem 19, p.189).

Na análise do projeto, apresentada na Revista Brasileira de Engenharia, vemos uma colocação sobre a estrutura do esquema então vigente, que explicita as dificuldades para a viabilização desta proposta. Segue o trecho do artigo de interesse:

“A combinação judiciosa de um tão grande número de elementos; a escolha de locais apropriados à construção de todas estas barragens, canais e túneis, que valem, não pelo que representam isoladamente, mas pela relatividade de suas posições; a obrigação de não se prejudicarem os cursos dos rios represados, a jusante das obras, tudo isso, é escusado dizer, eram agravados à complexidade do problema, introduzindo-lhe condições muitas vezes contraditórias, que lhe dificultaram a verdadeira solução, obtida, afinal, depois de atento exame, a custa de muito estudo, muita atenção e muito critério. [...] Foram tomadas todas as medidas para que os represamentos feitos não ocasionem danos ao regime dos rios abaixo das barragens. Para isso, só serão represados as águas excedentes a descarga normal dos respectivos rios; [...] Tais precauções não poderiam ser dispensadas, principalmente agora, que se cogita da retificação do rio Tietê no trecho em que ele atravessa a cidade de São Paulo, e do melhoramento das suas condições de navegabilidade. [...]” (RBE, 1926, p.145-146).

A complexidade de compatibilização dos diversos reservatórios e seus respectivos níveis, a preservação da descarga dos rios para as finalidades estabelecidas pelo poder público, fatores apresentados acima colocavam o sistema no limite para seu funcionamento, mantendo a harmonia dos interesses de diversas naturezas que o sistema contemplava. Os examinadores da proposta, em publicação na Revista Brasileira de Engenharia, citam ainda o recurso da elevação mecânica, projetado para o transporte das águas do rio Tietê e do ribeirão Grande para a bacia do Berityba,

como mais uma solução feliz, mas ao mesmo tempo contraditória, porque para o seu bombeamento é necessário o uso de energia, todavia, esta energia gasta seria potencializada em 72,5 vezes com a descarga das águas, serra do Mar abaixo. Este fato, somado a outros fatores novos em domínio da Companhia Light, levou a generalizar esta solução para o desvio das águas da bacia do Tietê para o reservatório principal do rio Grande, através do canal do rio Pinheiros, após a modificação projetada por Billings (RBE, 1926, p.146).

Como apontado por Saturnino de Brito, com base no estudo metódico das condições da bacia de São Paulo, o controle das enchentes estava atrelado à manipulação das águas caídas, na região da serra do Mar, em função do elevado índice pluviométrico neste trecho. De fato, embora a represa que a Companhia Light se propunha a construir atendesse a este quesito, não livraria completamente a cidade de todos os perigos das enchentes, porque as chuvas, precipitadas à jusante das barragens, não poderiam ser retidas por elas. Como veremos a seguir, a alteração do Projeto da Serra passa a interferir nas águas caídas sobre a área metropolitana, agregando ao sistema bacias hidrográficas maiores e mais distantes. Neste aspecto se posiciona a ousadia da nova proposta apresentada por Billings, aumentando significativamente a capacidade de geração de energia.

O problema que levou ao abandono do plano inicial foi técnico, pelo fato de que os parâmetros estabelecidos pelo município reduziam a capacidade de geração do sistema, junto a esta redução de carga, o custo elevado para o estabelecimento de todos os reservatórios tornava o esquema pouco atrativo ao conselho diretivo da empresa. Neste cenário, a guinada apresentada pela Companhia Light está amparada pelo aumento na margem de lucro, ganhando mais e gastando menos. Este diferencial

financeiro, conforme apontado anteriormente, e explicitado no item sobre administração e economia da primeira parte do plano, apresentado por Saturnino de Brito (1944, p.74), deveria ter sido negociado pelas autoridades com o intuito de obter os benefícios desta primeira versão, que resolvia o problema das águas nos canais na região de forma mais global e equilibrada.

“A importância da usina não resulta somente da grandeza da sua potência, mas também da beleza do plano idealizado para alcançá-la. É, pois, no concurso desses pequeninos rios; na reunião de descargas relativamente insignificantes; no desvio das águas da vertente do interior para o oceano; na posição do reservatório de acumulação assentado no contraforte natural da montanha, na descida, quase vertical, da tubulação de uma altura de 725m, de onde as águas se precipitam e , finalmente, convertem em energia elétrica a energia potencial, que possuíam aqui em cima, no reservatório; é em tudo isso, num conjunto de circunstancias extraordinárias, que consiste a beleza do plano e a grandeza da obra, idealizada pelos engenheiros da Light.”

A forte ação política da companhia, articulando com habilidade os interesses da classe paulista dominante na época, levou à viabilidade desta obra relevante para a história da engenharia brasileira; a grandiosidade deste fato não isenta os agentes, detentores do poder de decisão, da sobreposição, aos interesses públicos, dos interesses privados, principalmente com relação ao mercado de terras, que a forte expansão urbana da cidade proporcionava e que, com o saneamento e transformação das planícies aluviais da cidade, veio a agregar grande valor, fruto das melhorias possibilitadas com a sinergia entre geração de energia e os outros usos. A primeira versão, descrita nesta parte, seria mais vantajosa para a navegação, para o combate

metropolitano das inundações e para a diluição dos efluentes, mas mesmo com estes pontos favoráveis, predominou o interesse da geração de energia e a conquista das terras ribeirinhas da cidade.

A perda da função dos rios como meio de transporte e lazer, a poluição das águas pelos efluentes e o entrincheiramento dos vales por avenidas rodoviárias, levou a população de São Paulo a voltar as costas para os seus rios, os grandes responsáveis pela grandeza da cidade, por sua localização⁷². O primeiro plano do Projeto da Serra não adentrava a área urbana da cidade, seus benefícios eram indiretos, sua estrutura se espalhava sobre o grande plano paralelo aos contrafortes da serra do Mar. Mesmo com este distanciamento do núcleo urbano, seus benefícios seriam de valiosa contribuição para melhor apropriação urbana dos leitos dos rios que percorrem a bacia de São Paulo, porque não só facilitariam a navegação, presente em ambos os projetos em estudo, mas posteriormente descartada pelas autoridades, como também regularizaria a questão da diluição dos efluentes e permitiria soluções menos danosas ao equilíbrio socioambiental urbano das terras baixas.

O controle das águas caídas, a jusante das barragens, propostas nesta primeira versão, poderia ser um mote para a preservação de reservatórios naturais, ao longo dos principais rios da cidade, estruturados por depressões alagadiças, canais e diques. Como veremos, as escolhas dos agentes envolvidos levou a cidade por outros caminhos.

⁷² Esta argumentação está exposta no artigo **Entre Paredes de Concreto**, publicado na revista Pesquisa Fapesp, nº 214. Carlos Fioravante apresenta um projeto de pesquisa que, através de mapas históricos, exhibe as transformações na forma e na função de rios, encobertos por avenidas, na cidade de São Paulo.

2. 2º concessão construída do Projeto da Serra – 1928-1944

No início de 1927, o Complexo Hidroelétrico da Serra de Cubatão colocou em funcionamento os dois primeiros geradores instalados. As obras haviam sido iniciadas em 1925, logo após a aprovação da primeira versão do plano. Em outubro deste mesmo ano, o Município de São Paulo recebeu o relatório da Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê, explicitando as prioridades públicas sobre o uso das águas da bacia de São Paulo. Logo após a conclusão da primeira etapa do Projeto da Serra, Billings passou a desenvolver mudanças para as etapas seguintes, com severas alterações no esquema proposto inicialmente. O projeto modificado foi aprovado em Dezembro de 1927.

Segundo Adolph J. Ackerman, novas informações e novos estudos de custo apontaram que seria prudente deixar para um segundo momento o custoso plano de atrelar a expansão do sistema à construção de mais reservatórios, nos tributários do rio Tietê. Estes se conectariam ao reservatório do rio Grande através de túneis e canais. Este novo esquema apresentava vantagens econômicas, fato de primeira ordem para a empresa que o implantaria e sua ousada estruturação mantinha o potencial de desenvolvimento energético idealizado inicialmente. Este novo esquema foi descrito no livro - *Billings and Water Power in Brasil* - da seguinte forma:

“Neste novo esquema, todas as águas do Tietê, drenadas nas suas cabeceiras, continuam no fluxo ao longo do seu curso, passando pela cidade de São Paulo, para serem derivadas com o rio Pinheiros. Neste ponto, a construção de uma barragem de controle iria prevenir que as enchentes do Tietê se espriassem dentro do vale do rio Pinheiros. Pela manipulação dos

portões da barragem do Retiro, a regulação da descarga poderia ser realizada dentro do rio Pinheiros, e pela reversão da direção do rio, pelo seu leito, poderia trazer a água para a base da barragem do rio Grande, e daí bombeá-la para o reservatório do rio Grande. Além do mais, a água de Guarapiranga poderia ser derivada pelo mesmo canal do rio Pinheiros e, deste ponto, bombeado também para o reservatório do rio Grande. Para esta proposição, os meandros do rio Pinheiros deveriam ser retificados em um canal com uma capacidade maior. Com este novo esquema de desvio, a mesma capacidade do projeto original, dos reservatórios nos tributários do Tietê, poderia ser desenvolvida mais economicamente com o aumento da capacidade do reservatório do rio Grande. Neste novo plano, o nível máximo deste reservatório passaria a ser 8 metros a cima, para equiparar a água derivada originalmente nos tributários do Alto Tietê.”

(ACKERMAN, 1953, p.44-46)⁷³

Neste projeto, executado entre 1928 e 1944, as águas, antes derivadas das cabeceiras do alto Tietê, passaram a ser derivada a jusante da Cidade, extravasando o volume excedente pelo canal do rio Pinheiros. Esta intervenção alterou a estrutura natural dos rios que permeiam a metrópole, e sua equação e aprovação foi possível, na época, pelos estudos de campo, observações pluviométricas, avaliações e medições de vazão, sistematizados no relatório da Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê. Estes dados, por mais precários que fossem, permitiram que os interesses múltiplos, que motivavam tais transformações, fossem clareados. Neste contexto, o relatório, definitivamente, colocou o conflito sobre o uso das águas, a montante da cidade, entre a geração de energia e o combate as enchentes. Estes reservatórios de estiagem

⁷³ Tradução do autor deste trecho do livro em citação.

teriam utilidade para a navegação e para a diluição de efluentes, sendo assim de interesse público. Todavia, estes usos iriam reduzir a capacidade energética idealizada pela Companhia Light.

A demanda por energia continuava alta em função do crescimento vertiginoso que São Paulo apresentava; uma solução que elevasse o incremento da capacidade energética era desejada pela Companhia Light, para sanar a falha do sistema vigente na época, que era muito susceptível às variações climáticas da região, com inundações e secas. Dado este elemento, no qual a vasta reserva de água acumulada constituía o maior mérito do projeto de desenvolvimento hidroelétrico na serra de Cubatão, as duas concessões foram mantidas, pois, com a construção de todos os reservatórios projetados, a reserva atingiria números significativos para atender a crescente demanda que a cidade apresentava por energia (LIGHT, 1929, p.11).

(imagem 20, p.197 e imagem 21, p.198)

Map of the second Serra Concession as constructed 1928-1944

Imagem 20- (ACKERMAN, 1953, p.47)⁷⁴

⁷⁴ Imagem 20 – Mapa da 2ª concessão do Projeto da Serra construído (1928-1944).

Schematic profile of the São Paulo hydroelectric system

Imagem 21 – (ACKERMAN, 1953, p.48)⁷⁵

⁷⁵ Imagem 21 – Corte esquemático do sistema hidroelétrico de São Paulo com a 2ª concessão do Projeto da Serra.

Identificamos as novas informações a que Billings teve acesso para a justificativa da alteração do esquema proposto inicialmente; elas se encontram no detalhado e instrutivo trabalho, desenvolvido sobre a direção de Saturnino de Brito, para as melhorias de interesse público na bacia do Tietê. Os fatores econômicos que se somaram a estas novas informações e respaldaram a solicitação de uma nova concessão estão descritos em trecho do trabalho sobre a *Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo*, de Aziz Ab´Saber:

“No rio Grande, no local onde se situa hoje a grande represa da “Light”, encontrou-se o embasamento granítico, que foi muito útil para a implantação da barragem, feitura dos túneis e fixação da máquina da usina de reversão de águas, ali instalada.”

(AB´SABER, 2007, p.153)

Este solo favorável para as bases dos grandes movimentos de terra, realizados para a construção dos diques e para o apoio das fundações das barragens da usina elevatório de Pedreira e de outras construções que permitiram a criação do reservatório do rio Grande, proporcionou uma viabilidade técnica para o aumento do nível da represa à cota 747m, sem um aumento de custo proporcional ao ganho energético com estas reservas. Isto justificou postergar a construção dos reservatórios, nos contribuintes do rio Tietê, evitando o confronto com os interesses públicos na navegação e na diluição de efluentes, explicitados no parecer da Comissão de Melhoramentos.

Com esta elevação das águas do Tietê da cota 706m para a cota 746m, em direção ao reservatório coletor do rio Grande, situado em uma zona de extensão de áreas de

terras baratas, inundadas com lagos artificiais de estiagem e a queda de mais de 700m até a Usina de Cubatão, o Projeto da Serra passou a despertar o interesse internacional, pela engenharia que se apresentava nesta proposta. Assis Chateaubriand, no “Jornal” do Rio de Janeiro, em 19 de Dezembro de 1928, publicou artigo apreciando as obras que então se realizavam:

“Sr. Billings está neste planeta para revolucionar a geografia, mas ele é curiosamente um revolucionário conservacionista. Ele alterou o curso dos rios, transformou as características do seu leito, acumula a chuva que cai, e inunda vales; ele rasga canais profundos pelo corpo da terra; organiza o destino de cachoeiras, riachos e rios; cria lagos de bilhões de metros cúbicos de água; gera correntes elétricas de alta tensão, mas no final seu objetivo é estabelecer mais firmemente o domínio do homem neste planeta. Sua proposição é revolucionária, porque aonde ele vai ele altera a face da natureza, mas no final o resultado do seu trabalho é conservação.”
(ACKERMAN, 1953, p.51)⁷⁶.

Estas colocações, que engrandecem o trabalho do Billings, focaram o trecho do projeto que se apropriou de mecanismos de regulação do fluxo de águas naturais para construir grandes reservas energéticas; estes lagos, desenvolvidos entre os vales próximos às cumeadas da serra do Mar, eram totalmente envoltos por matas remanescentes que contribuíam para a detenção da água no terreno e promoviam um ar bucólico às infraestruturas no entorno da planta energética, instalada no sopé da serra de Cubatão. (imagem 22, p. 201)

⁷⁶ Tradução do autor deste trecho do livro em citação.

Cross-section through Cubatão power plant

Imagem 22 – (ACKERMAN, 1953, p.49)⁷⁷

⁷⁷ Imagem 22 – Corte da planta da usina de Cubatão.

Na segunda concessão do Projeto da Serra, o projeto que antes se limitava a intervir em terras rurais, de pouco interesse produtivo e de baixo custo, estendeu um braço importante em áreas urbanas. Após as obras contra inundações, realizadas para sua edificação, se agregariam altos valores de mercado a estas áreas, sendo mais um atrativo importante, agora econômico, para a Companhia encampar a alteração da proposta inicial. Esta alteração na natureza no lugar não ia ao encontro da conservação, como afirmava o artigo citado; no vale do rio Pinheiros o objetivo era alterar a face da região para transformá-la em cidade, em espaço produtivo. Esta obra permitiu a derivação das águas do rio Tietê para o reservatório do rio Grande, sendo parte importante para o Complexo Hidroelétrico, e teve como atrativo os mecanismos desenvolvidos no relatório da Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê com relação às desapropriações e valorização da terra, a partir das quais foi possível, para a Companhia Light, amortizar o investimento inicial e recuperar o capital investido para geração de energia, com a atividade imobiliária. Esta atividade não era novidade nas operações da empresa, que já estava familiarizada com grandes operações relacionadas ao uso da terra, sendo um dos maiores meios de negociação política com as classes dominantes.

As operações ligadas ao mercado imobiliário eram de primeira ordem na cidade; fonte de riqueza dos proprietários de terra, valorizadas com o crescimento acelerado de São Paulo. Sua importância é ressaltada nas prioridades do escopo da Comissão de Melhoramentos, colocando a conquista de terras a serem edificadas como prioritária. Pelo grau de intervenção geográfica que o Projeto da Serra demandava, as contrapartidas com o Estado se apresentaram desde o início da concepção do esquema. Percebendo este interesse das classes dominantes, a Companhia Light

encampou o saneamento da várzea do rio Pinheiros em suas iniciativas, equacionando as grandes reservas de água, necessárias ao bom desenvolvimento do projeto. Com a derivação das águas pelas obras que alteraram a morfologia deste sítio, a várzea foi defendida das inundações antes da chegada da urbanização, fato que a diferenciava do saneamento da várzea do Tietê, o qual já apresentava vários núcleos de urbanização ao longo do seu leito. No esquema proposto por Billings, encontramos semelhança com as propostas urbanas de Saturnino de Brito; este previa a expansão da cidade e, nos traços originais, já esboçava o futuro da região. Todavia, no caso do Projeto da Serra, as pretensões urbanas eram reduzidas, o projeto se limitava a tratar da infraestrutura hídrica e energética; porém, suas partes não conflitavam com as linhas gerais das proposições para o rio Pinheiros, contidas no estudo realizado por Saturnino de Brito.

A proposta do canal do rio Pinheiros, contida no esboço de Billings, abarcava a navegação em sua estrutura, integrando assim o escopo desenvolvido pela Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê, que previa a navegação no trecho fronteiro à cidade, com o sistema de navegação proposto nos estudos da Companhia Light, que visava integrar a cidade de São Paulo ao porto de Santos. Este sistema de transporte era mais uma contrapartida aos interesses públicos, priorizando a produtividade, com o incremento do escoamento das safras agrícolas e das indústrias que se instalavam na futura metrópole. Esta característica do projeto de Billings alinhava-se com as proposições do estudo realizado por Saturnino de Brito, mas a navegação foi deixada em segundo plano com a construção de uma estrada expressa para automóveis, entre os anos de 1947 e 1950, entre as duas cidades, e da construção de um oleoduto, de

1949 a 1951, no local onde havia sido proposta a transposição fluvial da encosta da serra do Mar (ACKERMAN, 1953, p.62).

Invertendo a lógica das obras sobre as águas superficiais, a primeira etapa do Projeto da Serra foi realizada a montante, no topo do divisor de águas entre a vertente marítima e a vertente continental. A segunda etapa manteve a lógica de montante para a jusante, fruto do esquema proposto para as derivações das águas continentais para gerar energia na abrupta queda da serra do Mar. O movimento de terra para a constituição das estruturas de conformação do grande lago do reservatório do rio Grande ocorreu bem até 1931. Após um terço do trabalho realizado, as obras foram paralisadas pela forte deterioração da economia em São Paulo. Foram retomadas três anos depois, em 1934, quando as condições comerciais começaram a melhorar. Em 1937 foram concluídas as estruturas de terra dos diques, as barragens e dois novos geradores foram adicionados na planta de Cubatão, aumentando a capacidade energética do complexo. A segunda etapa do Projeto da Serra estava concluída. Estava estabelecido o principal reservatório coletor das águas procedentes dos contribuintes da bacia do Tietê. Ocorreu uma forte interferência na paisagem da região. Como resultado da ocupação, os vales foram cobertos por um grande volume de água, envolto por morros e matas (ACKERMAN, 1953, p.55). (imagem 23, p.205)

Terminada a estrutura de captação e do reservatório de estiagem do rio Grande, Billings iniciou a terceira etapa do projeto: a utilização das águas da reserva de Guarapiranga e das águas do rio Tietê, extravasadas pelo construído canal do rio Pinheiros (ACKERMAN, 1953, p.55).

Imagem 23 – Foto: acervo Fundação Energia e Saneamento ⁷⁸

⁷⁸ Imagem 23– Foto histórica com a vista do topo da serra de Cubatão e os reservatórios de água ao fundo, s/d.

A utilização das represas de Guarapiranga e do rio Grande como reserva para geração de energia, como implantado, foi apontado no relatório da Comissão de Saneamento como possível solução para o conflito de interesses presentes nas obras a montante da cidade de São Paulo. Os reservatórios propostos na versão da primeira concessão do Projeto da Serra pela Companhia Light, para geração de energia, eram interligados por túneis e canais com o reservatório de captação, situado na vertente continental, e para o qual derivariam as águas para a vertente oceânica, aproveitando-se da abrupta diferença de nível entre o litoral e o Planalto Atlântico; eram apontados, por Saturnino de Brito, como elementos fundamentais para o escopo proposto pela Municipalidade, principalmente nos aspectos da navegação e da diluição de efluentes, em que estes reservatórios, estabelecidos nos contribuintes do Tietê, teriam o papel de reguladores da vazão do rio em frente à cidade, utilizando praticamente toda sua reserva para tal finalidade, prejudicando o uso para geração de energia. Neste contexto, entra a contribuição da engenharia de Billings, proposta para a segunda concessão do Projeto da Serra, na qual esta água, antes derivada pelos canais, seria mantida como estava, abrindo espaço para as obras públicas de interesse e melhorias, mas, após cruzar a cidade, seria desviada, por extravazão, pelo canal do rio Pinheiros, originando a obra de urbanismo, tema principal desta dissertação. A transformação da estrutura hídrica e morfológica de uma área desocupada da municipalidade para, após seu saneamento, ser entregue à edificação, foi a base para a futura cidade. Metamorfose que poderia contribuir muito para as soluções de projeto, que conformariam a cidade de São Paulo ao longo do vale do rio Pinheiros.

Segundo Ackerman, em sua curta biografia sobre Billings, o solo próximo à barragem do rio Grande, hoje conhecida como usina elevatória de Pedreira (imagem 26, p.212),

era constituído de rocha; para evitar a escavação excessiva neste tipo de solo, Billings decidiu construir o canal do Pinheiros em dois níveis (1953, p.55). Esta solução se assemelha a da secção do “tipo A” proposta para o rio Tietê pela Comissão de Melhoramentos; nesta versão, o canal apresentava barragens com eclusas formando dois grandes lagos, da mesma forma que o proposto para o Canal do Pinheiros. Este esquema apresentava vantagens para a navegação, pela inclinação reduzida, fato que estava contemplado no Projeto da Serra, como uma das contrapartidas ao Estado, para a execução do projeto. Outro fator que deve ter sido considerado para a escolha deste modelo foi a possibilidade de escavar tanto o fundo como as margens dos lagos porque, para Saturnino de Brito, o canal do Pinheiros apresentava um déficit entre a cubagem de escavação e a cubagem de aterro. No projeto da Comissão de Melhoramentos, propunha-se que trechos das várzeas do rio Pinheiros permanecessem sem aterro, conformando grandes parques que, eventualmente, seriam alagados. Isto seria de grande interesse para a metrópole, principalmente a proposição dos canais de enchente, solução de projeto para compensar a redução da secção do canal, no local da ponte da estrada de ferro, mantendo os trechos ilhados, na foz do rio Pinheiros, inundáveis. (imagem 24, p.208 e imagem 25, p.209)

Imagem 24 – Foto: acervo Fundação Energia e Saneamento⁷⁹

⁷⁹ Imagem 24 – Foto histórica com a vista do canal do rio Pinheiros, no trecho da ponte Sorocabana, olhando a montante, 1940.

Imagem 25 – Foto: acervo Fundação Energia e Saneamento⁸⁰

⁸⁰ Imagem 18 – Foto histórica com vista do canal do rio Pinheiros no trecho do 25 Km, 1939.

Como a questão econômica, tanto de custo como de custeio, era prioritária para a Companhia Light, levar a valorização das terras, defendidas contra as inundações, ao seu máximo rendimento foi a estratégia adotada; sendo assim, o canal foi encaixado de forma a proporcionar o aterro completo da várzea. Na ligação com o Tietê foi instalada a barragem do retiro, garantindo o saneamento do vale do Pinheiros. A secção de vazão adotada por Billings respeita o dimensionamento presente no relatório da Comissão de Melhoramentos, embora o traçado fosse diferente; seu percurso fugiu à proposta original, em alguns trechos, pela intenção de manter a maior parte de terras do lado com maior valor agregado, mais próximo ao núcleo urbano. Na divisão dos dois lagos constituídos foi instalada a usina de Traição (imagem 27, 213), com uma diferença de nível de 5.5 metros e uma capacidade de bombeamento inicial de 150 metros cúbicos por segundo. Este número é, exatamente, o dimensionamento da vazão do rio Pinheiros, nas enchentes extraordinárias presente no relatório da Comissão de Melhoramentos. Com este número, podemos dizer que as obras da Companhia Light atendiam ao combate das enchentes, na região do rio Pinheiros. Todavia, sua influência para as enchentes do rio Tietê eram mínimas; não influenciava negativamente, pois não prejudicaria a vazão a jusante, fato que poderia ter sido atendido com o rebaixamento da barragem de Parnaíba, de domínio da mesma Companhia.

As obras da terceira etapa do Projeto da Serra iniciaram-se logo ao fim da construção do reservatório de captação do rio Grande, em 1937. As primeiras turbinas instaladas na usina de Pedreira eram reversíveis e podiam funcionar tanto como bombas elevatórias como geradoras de energia, sendo mais uma aplicação da engenharia de ponta da época. Estes equipamentos de ponta, produzidos fora do país, tornaram-se

um entrave para a conclusão do projeto com o início da 2ª Guerra Mundial. As bombas elevatórias complementares foram instaladas, na usina de Pedreira, em 1947 e em 1950. A usina de Traição teve sua primeira bomba instalada e funcionando, em 1944, dando início à utilização das águas do rio Tietê para geração de energia (ACKERMAN, 1953, p.57).

Billings fez previsões, nas duas estações elevatórias de bombeamento, para a instalação de bombas adicionais com o objetivo de derivar mais água da bacia do Tietê, para a ampliação da planta de energia de Cubatão. A segunda bomba da usina de Traição foi instalada em novembro de 1950. Após, aproximadamente 55% da água utilizada na estação de energia da Serra de Cubatão era bombeada do rio Tietê; o restante vinha diretamente dos rios Grande, Guarapiranga e Pedras. Este volume adicional de água, vindo da bacia do Tietê, permitiu incrementar a capacidade energética da usina da Serra, tornando-se, na época, a maior hidroelétrica da América do Sul (ACKERMAN, 1953, p.60).

Cross-section through Pedreira pump station

Imagem 26 –(ACKERMAN, 1953, p.58)⁸¹

⁸¹ Imagem 26 – Corte da usina elevatória de Pedreira.

Cross-section through Traição pump station

Imagem 27 –(ACKERMAN, 1953, p.61)⁸²

⁸² Imagem 26 – Corte da usina elevatória de Traição.

Imagem 28 – Foto: acervo Fundação Energia e Saneamento⁸³

⁸³ Imagem 18 – Foto histórica , vista interna da usina de Traição, 1944.

Imagem 29 – Foto: acervo Fundação Energia e Saneamento⁸⁴

⁸⁴ Imagem 29– Foto histórica da construção da usina de Traição, s/d.

Imagem 30 – Foto: acervo Fundação Energia e Saneamento⁸⁵

⁸⁵ Imagem 30 – Foto histórica do canal do rio Pinheiros visto da usina de Traição, 1940.

O esquema aberto de ampliação das instalações do Projeto da Serra, após adotar a solução técnica de derivação das águas do Tietê, a jusante da cidade de São Paulo, por extravazão, obteve ganhos com a redução do custo da obra, evitou um conflito com os interesses públicos nas obras, a montante da cidade, e apresentou algumas contrapartidas, do interesse da Municipalidade, com as seguintes vantagens, segundo a Companhia Light: “aumentar, nas vizinhanças de São Paulo, o valor de muitas terras que estão desvalorizadas pelas inundações constantes; fornecer à cidade um novo manancial de água potável, retirada de um dos antigos reservatórios, um grande auxílio para o controle das inundações, em todo o vale do rio Pinheiros; [...]” (LIGHT, 1929, p.12). Estes benefícios urbanos permitiram a obtenção da concessão para a exploração hidroelétrica das águas do Tietê, mas o sistema de derivação proposto pouco contribuiu para a situação do vale do rio Tietê. Interligou as águas que passam pela cidade com as cabeceiras dos contribuintes do rio Pinheiros e vinculou a questão da geração de energia com o abastecimento de água da cidade e ao tratamento dos efluentes urbanos, comprometendo o potencial de ampliação do Complexo Hidroelétrico de Cubatão.

As inundações periódicas, que ocorriam no vale do rio Pinheiros, cessaram com as obras realizadas, como: a contenção das águas provindas do rio Grande, com o aumento da vazão decorrente da secção do canal construído e com a elevação das terras adjacentes em um nível superior ao das enchentes. Obras complementadas com a construção da barragem de controle através do canal onde o rio Pinheiros se junta com o Tietê. Quanto aos termos da 2ª concessão do Projeto da Serra, a Companhia Light ficou incumbida de aterrar o antigo leito do rio e das terras baixas e se responsabilizar pelas desapropriações e valorização das terras melhoradas, tendo

como referência os mecanismos apresentados no relatório da Comissão de Melhoramentos do Rio Tietê. Quando este projeto estivesse completo, uma área de nove milhões de metros quadrados, aproximadamente, livre das inundações periódicas, seria destinada à urbanização, com habitação e instalação de indústrias. Uma São Paulo em pleno crescimento. Um plano de zoneamento adequado deveria acompanhar esta ocupação, criando uma região moderna, com capacidade para meio milhão de pessoas (ACKERMAN, 1953, p.60).

Imagem 31 – Foto: acervo Fundação Energia e Saneamento⁸⁶

⁸⁶ Imagem 31 – Foto histórica do primeiro corte do canal do rio Pinheiros visto da Cidade Jardim para o sul, 1936.

Imagem 32 – Foto: acervo Fundação Energia e Saneamento⁸⁷

⁸⁷ Imagem 32 – Foto histórica da retificação do rio Pinheiros visto da ponte do Jaguaré para o norte, 1938.

Imagem 33 – Foto: acervo Fundação Energia e Saneamento⁸⁸

⁸⁸ Imagem 33 – Foto histórica do canal do rio Pinheiros olhando para jusante, ponte Jaguaré no centro e o rio Pinheiros abaixo, 1940.

Imagem 34 – Foto: acervo Fundação Energia e Saneamento⁸⁹

⁸⁹ Imagem 34 – Foto histórica da escavação, por empreitada, do canal do rio Pinheiros, no trecho do Joquey Club, 1947.

A intenção da Companhia Light na constituição da infraestrutura, no vale do rio Pinheiros, foi inicialmente a de permitir o crescimento progressivo da capacidade de bombeamento das usinas elevatórias e prever uma secção de vazão para o canal que comportasse tal expansão, priorizando a geração de energia. Em complemento a esta finalidade primeira, a Companhia Light apresentou duas contrapartidas à Municipalidade, neste trecho do complexo: a navegação, que conectaria a Capital ao porto de Santos, e as obras contra as inundações, com o propósito de edificar nas terras conquistadas. Neste último quesito, a intenção da empresa era obter a maior área possível para melhorias e valorização, pois este montante financeiro tinha como finalidade restituir o grande investimento necessário para as escavações, aterros e obras complementares. Esta ação sobre a terra, na parte que nos toca, gerou uma infraestrutura que pouco contribuiu para a forma urbana que esta moderna região iria adquirir. O canal e as usinas se restringiram a atender ao incremento do volume da represa do rio Grande; não foram previstos trechos de várzea, preservados para o controle das inundações, conforme sugerido no relatório da Comissão de Melhoramentos do rio Tietê; as áreas aterradas, no nível acima das inundações, se constituíram em grandes terras amorfas, entregues ao liberalismo econômico e urbano predominante no crescimento da Cidade de São Paulo, sem a preocupação com espaços de qualificação.

Logo após a conclusão da terceira etapa do Projeto da Serra, o Governo do Estado, em parceria com Prefeitura da Capital, contratou uma empresa americana, dirigida pelo eminente senhor Nelson Rockefeller, a *International Basic Economy Corporation* (IBEC).

Seu departamento técnico, *IBEC Technical Services Corporation*, com a direção geral de Mr. Robert Moses, elaborou um relatório com o título: Programa de Melhoramentos Públicos para São Paulo, na administração do Governador Adhemar de Barros e do Prefeito Linneu Prestes, entregue em Novembro de 1950. Os objetivos do relatório estavam claramente indicados no texto do contrato com a Cidade de São Paulo, nos seguintes termos:

“Um relatório minucioso concernente ao planejamento geral de obras públicas, para a Municipalidade de São Paulo, no qual se incluam estudos, recomendações ou planos referentes a:

- a) uma planta geral e um plano de zoneamento
- b) um sistema de artérias de tráfego
- c) transporte coletivo
- d) parques e praças de recreio
- e) retificação do rio Tietê e saneamento, com urbanização das várzeas
- f) engenharia sanitária
- g) sugestões sobre métodos de financiamento para a realização das obras e serviços públicos.”

“Acrescentou-se a esta lista, porque lógico, um plano de beneficiamento e urbanização do Canal do Pinheiros e, a pedido do Prefeito e outros funcionários municipais, o problema da eliminação de resíduos urbanos.”

[SÃO PAULO (GOVERNO), 1950, p.8]

O relatório caracteriza São Paulo como uma cidade de crescimento rápido, fruto da sua situação geográfica privilegiada, de fatores econômicos, da facilidade de

obtenção de energia elétrica e do esforço humano; apontam diversos problemas administrativos, crítica recorrente no relatório de Melhoramentos para o Rio Tietê, apresentado 25 anos antes, e que persistiam. Neste estudo da IBEC, o viés rodoviário que a cidade veio a adquirir está definitivamente afirmado e desenvolvido, decretando que o rio, com um transporte fluvial, não poderia competir com um sistema eficaz de estradas de ferro e rodovias. Aponta a extrema urgência da questão do tratamento dos efluentes e a inadequação do sistema de parques e recreação da cidade, o que poderia ser revertido com o saneamento das várzeas inundáveis de São Paulo; sobre estas obras regionais, que estavam em pleno desenvolvimento na época, o corpo técnico deste relatório explicita, com clareza, quais as possibilidades que o poder público tinha para melhor qualificar os terrenos do vale do Pinheiros, sendo a condição, encontrada no estudo IBEC, descrita a seguir:

“Segundo o acordo existente entre o Estado de São Paulo e a “Light & Power Company”, já incorporado a decretos vários, esta Companhia tem a obrigação de dispor, em 1954, de todas as terras excedentes, que não sejam utilizadas para a produção de energia elétrica ou para o controle das inundações. Reservaram-se direito de passagem para rodovias, estradas de ferro, pontes, linhas de condução elétrica e outros fins de utilidade pública.”
[SÃO PAULO (GOVERNO), 1950, p.52]

Os terrenos do vale do Pinheiros, como os adjacentes ao Tietê, eram partes importantes para a expansão da cidade, com um grande valor potencial, principalmente para a indústria; limitadamente, para residência e outros fins públicos e privados. O relatório sugere uma rodovia expressa, que servisse de elo do sistema paralelo ao canal, construída a leste do mesmo e que se ligaria à rodovia expressa do

rio Tietê; enquanto isso, parques e praças de recreio estariam reservados à margem oriental do Canal, para recreação pública. Para o sucesso desta proposição, o relatório ressalta a importância de se eliminar a contaminação das águas, fato que não veio a se concretizar. O vale do rio Pinheiros deveria ser protegido por regulamentos adequados, com divisão em zonas. Um padrão já se apresentava, no momento do relatório, pela disposição do Jockey Club, da Cidade Universitária e do adjacente centro industrial Jaraguá, zonas que ocupavam uma extensa área das terras recuperadas ao sul da intersecção do Canal com o Tietê [SÃO PAULO (GOVERNO), 1950, p.53-54].

Sobre a forma de valorização e indenização das terras conquistadas, o relatório colocou que havia três maneiras de levar a cabo o programa completo de recuperação, saneamento e urbanização:

“A primeira possibilidade é que a Companhia seguisse ao pé da letra, e sem modificações, o seu presente acordo com o Estado. Isto quer dizer que se veria compelida a dispor de todas as terras remanescentes contiguas ao Canal, que não fossem necessárias à produção de energia, ou à proteção contra inundação. Tal cousa, feita sem referência a um programa geral e bem planejado de beneficiamento e desenvolvimento urbano, contraria os interesses públicos, e ameaçaria o crescimento harmonioso da cidade, dando ocasião a especulações prejudiciais e a subdivisões desordenadas das glebas.[...] A segunda possibilidade seria modificar os decretos existentes e estabelecer uma Corporação de Urbanização das Terras do Canal, na qual a “São Paulo Tranway, Light and Power Company” teria uma participação adequada. A Companhia continuaria os trabalhos de dragagem, aterro e melhoria das terras do canal, segundo o plano primitivo. A venda das terras

beneficiadas pela Corporação de Urbanização só deveria ser autorizada sob certas condições que assegurassem o cumprimento de um plano definido de urbanização, e os proventos dessa venda deveriam ser empregados no custeio de melhoramentos públicos para a área beneficiada. A Corporação reservaria para o Estado e o Município direitos de passagem para rodovias, estradas de ferro, pontes, linhas de transmissão e outros fins de serviço público. [...] A terceira e última possibilidade seria o estabelecimento de uma corporação pública, presidida por membros nomeados pelo Governador ou pelo Prefeito. Esta entidade se encarregaria de desenvolver todas as terras dentro da área de urbanização, que não fossem necessárias à produção de energia elétrica. E dirigiria também todos os melhoramentos e benfeitorias delas, entregando ao Estado, ou ao Município, os lucros advindos da venda dos terrenos urbanizados. Isto levaria o Estado, ou o Município, a entrar abertamente na exploração de propriedades urbanas, atividade deveras inadequada para organismos governamentais.”

“Consideramos a segunda possibilidade como a mais desejável em todos os seus aspectos, e recomendamos, enfaticamente, que se lhe dê a devida consideração.” [SÃO PAULO (GOVERNO), 1950, p.54-55].

A urbanização das terras, antes inundáveis, do vale do rio Pinheiros ocorreu seguindo a primeira e já estabelecida opção pelos decretos públicos. Com este modelo, a valiosa equação financeira da valorização e indenização das melhorias, possível fonte de recursos para as obras urbanas de qualificação do espaço público, foi empregada para o custeio das obras do Complexo Energético da Serra de Cubatão, deixando a expansão urbana desta moderna área da cidade na mão de muitos possuidores de pequenos lotes, incapazes, economicamente, de construir e contribuir para a conformação de uma região integrada. Esta situação fundiária dificulta as obras

públicas, e os melhoramentos que delas advém, pela dificuldade de financiamento e construção. Esta região teve sua urbanização entregue à iniciativa privada, com o controle por regulamentos de divisão em zonas. Somado a este princípio urbano, a infraestrutura implantada para o Projeto da Serra se restringiu ao canal, contribuindo de forma limitada para a morfologia do lugar.

A geração de energia, bem como sua ampliação, foram garantidas pela usina de Cubatão e pelo sistema de derivação e armazenamento de águas da bacia do Tietê. A grandeza deste projeto alimentou a frenética urbanização de São Paulo e configurou uma infraestrutura de lagos e obras de arte de engenharia de grande valor, até os dias atuais. Em compensação, a ação da Companhia Light sobre o solo urbano se limitou à intervenção base sobre a metamorfose do terreno, antes inundável e agora não mais, mas pouco contribuiu para a qualificação cívica da cidade. Este modelo adotado seguiu a lógica recorrente nas obras paulistanas, qual seja a de privilegiar a iniciativa individual e privada, ao invés de intervenções mais centralizadas e com plano de longo prazo. Neste caso, os beneficiados foram a empresa e os proprietários de terra, sendo o interesse público colocado em segundo plano. A falta de respiros urbanos estruturais, bem como a geografia hídrica e social da cidade, marcam o projeto de infraestrutura urbana implantado pela Companhia Light, no vale do Pinheiros, contradizendo diretrizes presentes nos estudos que antecederam tais obras e que foram realizados pelo Estado. Esta forma de ação está alinhada com as intenções da iniciativa privada, de capital internacional e nacional. Todavia, as intervenções do estado não fugiram a tal lógica, tendo o aparelho público servido aos interesses de uma minoria da população.

Imagem 35 – Foto: acervo Fundação Energia e Saneamento⁹⁰

⁹⁰ Imagem 35 – Foto histórica do canal do rio Pinheiros, terraplanagem da área de conservação próxima a ponte Rebouças, 1954.

Imagem 36 – Foto: acervo Fundação Energia e Saneamento⁹¹

⁹¹ Imagem 36 – Foto histórica do aterro executado para a Cia. de Melhoramentos do Brooklin. Visto de cima da usina de Traição, 1955.

Imagem 37 – Foto: acervo Fundação Energia e Saneamento⁹²

⁹² Imagem 37 – Foto histórica do canal do rio Grande, vista da ponte de Interlagos para a usina de recalque de Pedreira, 1957.

Conclusão

A década de 20 foi um período de prosperidade cultural e econômica e a política refletia este momento de efervescência. A República Velha e as oligarquias dominantes se beneficiaram das transformações iniciais que levaram à formação do Brasil moderno. A conjuntura deste momento histórico proporcionou condições para a realização da grande obra de engenharia que foi o Projeto da Serra. Esta mesma conjuntura social, política e econômica não permitiu que se agregasse mais valor a esta imponente construção, através da criação de mecanismos que permitissem o melhor manejo da água, proporcionando amplo aproveitamento de seus múltiplos usos. Isto poderia ter sido feito durante a reestruturação da Bacia de São Paulo, dando forma à extensa planície aluvial que permeia a cidade. A construção da estrutura hídrica da metrópole, intensificada com o movimento forjado nos anos 20, poderia ter priorizado as obras no alto Tietê com o intuito de regularizar o fluxo de água nos rios que transpõem a cidade. Estes reservatórios poderiam ter sua construção antecipada no tempo, se houvesse um entendimento melhor entre o Governo e a Companhia Light, estabelecendo-se um programa claro de prioridades, no qual os interesses públicos estariam colocados em primeiro plano, e com a devida continuidade nos trabalhos sobre a região, situação que a política vigente não permitiu. No trecho no canal, o desenho do traçado, do grêde e da secção deveriam ter respeitado as opiniões técnicas e garantido as devidas áreas para respiros urbanos, para a navegação e para combater as enchentes, reservando trechos de várzea para o melhor gerenciamento das águas caídas e dando margem de manobra à evolução urbana que se apresentava. Neste quesito urbano, onde os espaços se definiram pela

própria infraestrutura implantada, o que ocorreu foi a sobreposição dos interesses imobiliários sobre a morfologia da cidade, potencializando, ao máximo, as conquistas do solo no local e a implantação das vias de circulação e acesso a novos terrenos, resultando em um crescimento excessivo da malha urbana. Somado a estas duas medidas, relacionadas diretamente a infraestrutura, as terras conquistadas com o encaixe da secção do rio e o saneamento de extensas áreas deveriam ter recebido uma urbanização concisa, coerente com um todo. Após o desenho deste solo criado, o liberalismo econômico e imobiliário estaria gerindo um sistema único e equilibrado, tirando o maior proveito das estruturas hídricas, viárias e de parques em relação às glebas edificáveis e voltadas à comercialização. Exemplos consagrados de sucesso imobiliário, com esta estratégia, podem ser facilmente elencados: cidades consagradas como Nova York e a malha regular da ilha de Manhattan, com seu grande Central Park, ou mesmo uma cidade contemporânea à construção da infraestrutura hídrica de São Paulo, o novo Distrito Federal do Brasil - a cidade de Brasília - com um plano moderno, em volta do lago artificial de Paranoá; nos seus cinquenta anos completos, vemos o mercado imobiliário atuando com vigor. As várzeas paulistanas poderiam ter se apresentado como a expressão maior da metrópole que veio a se tornar a cidade de São Paulo, caso a urbanização destas extensas áreas tivesse ocorrido de forma integrada. Mas como “obra aberta”, na qual esta estruturação se caracteriza, nada está perdido; as transformações continuam e a conformação destas extensas áreas ribeirinhas está em pleno desenvolvimento. A conformação atual das planícies aluviais de São Paulo apresenta, hoje, uma equação de difícil solução. A diluição dos efluentes foi o problema histórico que não recebeu os devidos investimentos e veio a se tornar o principal elemento que inviabiliza

o uso ribeirinho nas áreas urbanas. Isto, apesar dos estudos e alertas sobre os riscos que o modelo adotado, na época, acarretaria com a expansão da cidade. Mesmo com o tratamento dos esgotos urbanos e industriais em progressão, as águas permaneceram poluídas pelo excesso de efluentes em relação à água corrente dos rios. Com esta constatação, a solução da equação se volta para o uso prioritário dos mananciais da cidade, o abastecimento de água para alimentação. Este uso poderá ser redirecionado para as *águas subterrâneas*, conforme sugerido por Saturnino de Brito, no relatório da Comissão de Melhoramentos do Tietê. Este redirecionamento faz-se necessário para aumentar a vazão dos rios metropolitanos, com a água proveniente dos reservatórios do Alto Tietê, e beneficiar a diluição dos efluentes e da navegação. O tema das *águas subterrâneas* foi desenvolvido em outro trabalho complementar, do mesmo autor, conforme citado anteriormente. Com esta medida e disponibilizando-se os recursos hídricos da região para usos que agregam, aos rios da cidade, a possibilidade de reconstruir a relação com o cidadão, contato este interrompido no atual momento histórico.

Como a consolidação da infraestrutura urbana sobre as terras, antes alagáveis, da cidade está em movimento, o Governo poderia direcionar as obras de hoje para os pontos elaborados anteriormente, mas preteridos nas escolhas passadas. A navegação, atualmente, já é objeto de estudo, por parte do Governo do Estado, na área metropolitana, fato que dinamizará o uso das superfícies de água da cidade; a infraestrutura de tratamento total dos esgotos está em processo por parte dos órgãos estaduais responsáveis; neste contexto, retomar as proposições de Saturnino de Brito para o tratamento das águas, primeiramente com o aumento da vazão do rio nos períodos de estiagem e posteriormente com a implantação, nos lagos do sistema

hidráulico da região, de um ecossistema local de micro-organismos e peixes que completariam o tratamento do material coloidal residual nas águas tranquilas, antes de dar seguimento em direção ao interior do continente. Estes lagos estruturais ainda poderiam ser ampliados com o intuito de melhorar o controle das inundações na cidade e organizar os espaços urbanos complementares, agregando mais um uso de extrema importância para a população, um sistema de parques e edifícios públicos de primeira necessidade para a população, proposta presente no estudo de arquitetura e urbanismo para o Hidroanel Metropolitano⁹³.

As instalações do Complexo Hidroelétrico de Cubatão, presentes no canal do rio Pinheiros, são uma “máquina” de conexão entre o sistema de lagos metropolitanos; este eixo fluvial, por sua posição estratégica, poderá ser transformado em um distribuidor das águas tratadas entre os lagos, com a constituição de diversos feixes de água que permeassem a cidade, um desenho onde os diferentes usos seriam conciliados. Além desta cadeia produtiva, esta infraestrutura passaria a expressar a sua grandeza como feito humano. Um elemento que, quando constituído por suas novas funções, já se apresentará como definidor da morfologia urbana; a obra de arte de engenharia se afirmaria na paisagem; os vazios destinados à água e seus múltiplos usos seriam incorporados na malha urbana e potencializariam a forma dos edifícios, revertendo o atual distanciamento da cidade com os seus rios.

Para a reconstrução deste terreno metamorfoseado a dificuldade está em viabilizar as melhorias que estão à margem da cadeia produtiva da cidade: tratamento dos efluentes, áreas de lazer e convivência, reservas naturais. O exemplo do Projeto da Serra nos proporciona ferramentas, como a utilização do potencial energético e

⁹³ www.metropolefluvial.fau.usp.br

imobiliário da região, para captar recursos financeiros e direcioná-los às melhorias urbanas desejadas. Solucionada esta equação econômica, o maior obstáculo é superar os mecanismos políticos e administrativos presentes desde a fundação da República no Brasil e que permanecem até os dias de hoje. A capacidade técnica e as necessidades sociais estão apontadas e detalhadas; agora o plano tem que ser definido e a continuidade garantida, pois as obras de infraestrutura são ações que percorrem longos períodos de tempo e irão afetar muitas gerações.

No mundo dinâmico de hoje, com tantos interesses, este é um grande desafio para a sociedade.

Fontes:

94 anos de história: Brasil atinge a auto-suficiência na engenharia de barragens. São Paulo, SP: Editora Construção Pesada, 1982.

AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Geomorfologia do sítio urbano de São Paulo** / Aziz Nacib Ab'Sáber. – Cotia, SP: Ateliê Editorial, 2007.

ABDALLA JR, Benjamin. Luzes da modernidade. **Revista Memória Eletropaulo** vol.01, p.14-17. São Paulo, SP: Editora DPH (Departamento do Patrimônio Histórico da Eletropaulo), 1988.

ACKERMAN, Adolph J. **Billings and Water Power in Brazil / A Short Biography of Asa White Kenney Billings – Hydroelectric Engineer.** Madison, Wisconsin: Published by the Autor. Co-publisher New York, NY: American Society of Civil Engineers, 1953.

BRANCO, Catullo, BEIGUELMAN, Paula. Enchentes em São Paulo. **Revista História & Energia** vol. 05, p.46-63. São Paulo, SP: Editora DPH (Departamento do Patrimônio Histórico da Eletropaulo), 1995.

BRITO, Francisco Saturnino de. **Obras Completas de Saturnino de Brito**, Volume XIX – Defesa contra as inundações – Melhoramentos do Rio Tietê, do Rio Paraíba e da Lagôa Feia. Rio de Janeiro, RJ: Imprensa Nacional, 1944.
Eletropaulo), 1992.

ELETROPAULO. A Chegada da Light: os fatos; **Revista História & Energia** vol. 01, p.4-5. São Paulo, SP: Editora DPH (Departamento do Patrimônio Histórico da Eletropaulo), 1986.

ELETROPAULO. A Usina de Parnaíba. **Revista História & Energia** vol. 01, p.54-55, São Paulo, SP: Editora DPH (Departamento do Patrimônio Histórico da Eletropaulo), 1986.

ELETROPAULO. Bondes, terrenos e especulação. **Revista História & Energia** vol. 01, p.41-45, São Paulo, SP: Editora DPH (Departamento do Patrimônio Histórico da Eletropaulo), 1986.

ELETROPAULO. Empresa política. **Revista História & Energia** vol. 01, p.32-40, São Paulo, SP: Editora DPH (Departamento do Patrimônio Histórico da Eletropaulo), 1986.

ELETROPAULO. **Projeto de Desenvolvimento hidroeletrico da Serra do Cubatão**. Rio de Janeiro, RJ: Editora da Companhia Light, Revista Light v.2, p 11-22, 1929.

ELETROPAULO. Usina – parte I, **Boletim Informativo**, ano 1, nº7. São Paulo SP, Editora: Divisão Centro de Documentação PCHD, fev/mar 1993.

GAMA, Ruy. Os caminhos da luz. **Revista Memória Eletropaulo** vol.01, p.09-13. São Paulo, SP: Editora DPH (Departamento do Patrimônio Histórico da Eletropaulo), 1988.

HELOU, Gisela Nascimento. Política de Aproveitamento dos Recursos Hídricos.

Revista História & Energia vol. 05, p.136-150. São Paulo, SP: Editora DPH

(Departamento do Patrimônio Histórico da Eletropaulo), 1995.

JATOBÁ, Roniwalter. Rudyard Kipling no país dos relâmpagos. **Revista Memória**

Eletropaulo vol. 04, p. 29-35. São Paulo, SP: Editora DPH (Departamento do Patrimônio Histórico da Eletropaulo), 1992.

LIGHT SP - THE SAO PAULO TRAMWAY, LIGHT AND POWER COMPANY, LIMITED.

Instalações hidrelétricas da São Paulo Light and Power CO. LTD. São Paulo SP:

Editora Light, 1952.

MAFFEI, Reynaldo. A Light e o Controle das Enchentes. **Revista História & Energia** vol.

05, p.72-85. São Paulo, SP: Editora DPH (Departamento do Patrimônio Histórico da Eletropaulo), 1995.

MARANHÃO, Ricardo. McCrimmon: o jeitinho brasileiro na direção da Light. **Revista**

Memória Eletropaulo v.2, p.35-38. São Paulo, SP: Editora DPH (Departamento do Patrimônio Histórico da Eletropaulo), 1989.

PONTES, José Alfredo O. Vidigal. O Tietê. **Revista História & Energia** vol. 05, p.9-14.

São Paulo, SP: Editora DPH (Departamento do Patrimônio Histórico da Eletropaulo), 1995.

PONTES, José Alfredo O. Vidigal. Pinheiros: do rio ao canal. **Revista História & Energia** vol. 05, p.15-29. São Paulo, SP: Editora DPH (Departamento do Patrimônio Histórico da Eletropaulo), 1995.

SAES, Flavio Azevedo Marques de. Café, indústria e eletricidade em São Paulo. **Revista História & Energia** vol. 01, p.21-31. São Paulo, SP: Editora DPH (Departamento do Patrimônio Histórico da Eletropaulo), 1986.

SÃO PAULO (GOVERNO). GOVERNO ADEMAR DE BARROS, PREFEITO LINEU PRESTES. Diretor do estudo: Robert Moses. Conselheiros: Sidney H. Bingham , William S. Chapin, Frederic Alva Collins, Richard H. Gould, Arthur S. Hodgkiss, William H. Lathan, Thorndike Sa Ville, Sidney M. Shapiro, George E. Spargo, Harry Taylor. **Programa de melhoramentos públicos para São Paulo = Program of public improvements.** São Paulo SP: Editora Prefeitura Municipal DPH. New York City: International Basic Economy Corporation – IBEC Technical Services Corporation. Novembro, 1950.

SÃO PAULO LIGHT S/A. **Secção Subterrânea da Usina Hidrelétrica de Cubatão.** São Paulo SP: Editora Light, 1957.

SEABRA, Odette C. de Lima. Enchentes em São Paulo: culpa da Light?. **Revista História & Energia** vol. 05, p.64-71. São Paulo, SP: Editora DPH (Departamento do Patrimônio Histórico da Eletropaulo), 1995.

Secção industrial – As obras da grande instalação hydro-electrica de Cubatão da Companhia The São Paulo Tramway Light and Power. **Revista Brasileira de Engenharia-RBE**, anno VI, tomo XI, Nº4, Abril, p.139-155. São Paulo SP: Editora RBE, 1926.

SILVEIRA, Milena de Castro. A saga do Engenheiro Billings. **Revista Memória Eletropaulo** vol.01, p.29-31. São Paulo, SP: Editora DPH (Departamento do Patrimônio Histórico da Eletropaulo), 1988.

SOUZA,Guaracy de Paula. A Light e o controle das águas. **Revista História & Energia** vol. 05, p.30-45. São Paulo, SP: Editora DPH (Departamento do Patrimônio Histórico da Eletropaulo), 1995.

SZMRECSÁNYI, Tamás. A era dos trustes e cartéis; **Revista História & Energia** vol. 01, p.6-20. São Paulo, SP: Editora DPH (Departamento do Patrimônio Histórico da Eletropaulo), 1986.

THE SAO PAULO TRAMWAY, LIGHT & POWER CO., LTD. **As novas Instalações Hydro-electricas da Serra do Mar**. São Paulo SP: Editora Light, 1926.

VASCONCELLOS, Miguel Couto de. Usos múltiplos da água em São Paulo. **Revista História & Energia** vol. 05, p.120-135. São Paulo, SP: Editora DPH (Departamento do Patrimônio Histórico da Eletropaulo), 1995.

Bibliografia:

ANDRADE, Carlos Roberto Monteiro de. **A Peste e o Plano: o urbanismo sanitista do engenheiro Saturnino de Brito**. Dissertação de mestrado FAU-USP, 1992.

ARGAN, Giulio Carlo. **História da arte como história da cidade / Giulio Carlo Argan**. São Paulo, SP: Editora Martins Fontes, 4ª edição, 1998 (Coleção a).

ARGAN, Giulio Carlo. **Projeto e Destino**. São Paulo, SP: Editora Ática, 2004. (Texto escrito em 1964).

BENEVOLO, Leonardo. **A cidade e o arquiteto: método e história na arquitetura / Leonardo Benevolo**. São Paulo, SP: Editora Perspectiva, 2009 (Coleção Debates; 190).

BERMAN, Marshall. **Tudo que é Solido Desmancha no Ar: a Aventura da Modernidade / Marshall Berman**. São Paulo, SP: Editora Companhia das Letras, 1986.

FILARDO Junior, Ângelo Salvador. **Território da eletricidade: A Light em São Paulo e o projeto da Serra de Cubatão – 1925-1950**. Tese de mestrado FAU-USP, 1999.

FIORAVANTI, Carlos. Entre paredes de concreto – mapas históricos exibem as transformações na forma e na função de rios encobertos por avenidas. **Revista Pesquisa Fapesp**, nº214, p.16-25. São Paulo SP: Editora Fapesp (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), Dezembro 2013.

FRANCO, Fernando Mello. **A Construção do caminho: A estruturação da metrópole pela conformação técnica das várzeas e planícies fluviais da Bacia de São Paulo**. Tese de doutorado FAU-USP, 2005.

LATOUR, Bruno. **Networks, Societies, Spheres: Reflections of Actor-network Theorist**, Annenberg School for Communication and Journalism, Los Angeles, February 2010.

LEME, Maria Cristina da Silva [coordenadora]. **Urbanismo no Brasil – 1895-1965**. São Paulo, SP, Editora: Studio Nobel; FAUUSP; FUPAM, 1999.

LOPES, André Luís Borges. **O engenheiro Saturnino de Brito e o Urbanismo sanitário**. Campinas, SP, Grupo de Pesquisa Arqueologia Histórica da UNICAMP, 2012.

PRADO JUNIOR, Caio. **Evolução Política do Brasil: e outros estudos / Caio Prado Jr.** São Paulo, SP: Editora Companhia das Letras, 2012.

SANTOS, Milton. **A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção / Milton Santos**. São Paulo, SP: Editora da Universidade de São Paulo, 2002. (Coleção Milton Santos; 1).

SANTOS, Milton. **Metamorfose do Espaço Habitado: Fundamentos Teóricos e Metodológicos da Geografia** / Milton Santos: em colaboração com Denise Elias. São Paulo, SP: Editora da Universidade de São Paulo, 2012. 1º edição 1988 (Hucitec).

SEABRA, Odette C. L. **Os meandros dos rios nos meandros do poder: Tietê e Pinheiros, valorização dos rios e das várzeas na cidade de São Paulo**. Tese de doutorado FFLCH-USP, 1987.

VICTORINO, Valério I. P. **Luz e poder na dramática conquista do meio natural – a privatização dos rios paulistanos e a reflexividade socioambiental**. Dissertação (mestrado) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Departamento de Sociologia, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.