YURI VILAS BOAS ORTIGARA

**Cartografia, plantas e projetos históricos de obras hidráulicas no
Arquivo Público do Estado de São Paulo**

São Paulo
2017

YURI VILAS BOAS ORTIGARA

**Cartografia, plantas e projetos históricos de obras hidráulicas no
Arquivo Público do Estado de São Paulo**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Ciências

São Paulo
2017

YURI VILAS BOAS ORTIGARA

**Cartografia, plantas e projetos históricos de obras hidráulicas no
Arquivo Público do Estado de São Paulo**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Ciências

Área de concentração:
Engenharia de transportes

Orientador:
Prof. Dr. Jorge Pimentel Cintra

São Paulo
2017

Este exemplar foi revisado e corrigido em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, _____ de _____ de _____

Assinatura do autor: _____

Assinatura do orientador: _____

Catálogo-na-publicação

Ortigara, Yuri Vilas Boas

Cartografia, plantas e projetos históricos de obras hidráulicas no Arquivo Público do Estado de São Paulo / Y. V. B. Ortigara -- versão corr. -- São Paulo, 2017.

178 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Transportes.

1.Cartografia 2.História 3.Projetos 4.Abastecimento de água
I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Transportes II.t.

Aos meus pais, Claudino e Neidinha, minhas maiores fontes inspiradoras, minha eterna gratidão.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida e pelas pessoas que colocou em meu caminho.

Ao meu orientador, Professor Dr. Jorge Pimentel Cintra, pela oportunidade que me deu ao aceitar me orientar, pelos conhecimentos e experiências acadêmicas e de vida, sempre compartilhados com alegria, serenidade e atenção.

Ao meu irmão, Ygor, por estar sempre ao meu lado.

À Gabriela, pela paciência, compreensão e motivação.

Aos meus familiares, pelo carinho e ânimo que nunca deixaram faltar.

À Universidade de São Paulo, em especial ao Departamento de Engenharia de Transportes da Escola Politécnica, por proporcionar todas as condições para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Ao Arquivo Público Municipal, pela cessão de mapas, fotografias e relatórios presentes neste trabalho.

À Sabesp, em especial ao MCED2, onde nasceu a ideia deste trabalho, por me permitir cursar as disciplinas no início dessa jornada.

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, pela tolerância e apoio recebido de toda comunidade acadêmica.

Aos amigos Mariana, Fernando, Olímpio, Ricardo, Luciane, Emerson, Mateus, Rodolfo, Brenner, Thomaz, Ana, Daniel, César e José Wellington, pelas palavras de incentivo.

Aos Professores Drs. Nicola Paciléo Netto e Podalyro Amaral de Souza, que aceitaram compor a Banca de Qualificação, pelas valiosas contribuições a esta dissertação.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes da POLI-USP, por todo ensinamento e auxílio.

A todos que de maneira direta ou indireta contribuíram para realização desta pesquisa.

Do mesmo modo que o metal enferruja com a ociosidade e a água parada perde sua pureza, assim a inércia esgota a energia da mente.

Leonardo Da Vinci

RESUMO

Partindo do princípio que existe vínculo entre os produtos cartográficos e suas motivações e que a cartografia pode ser utilizada para revelar, entre outras coisas, o estado do desenvolvimento científico, tecnológico e econômico de uma sociedade em determinada época, este trabalho tem como objetivo analisar os aspectos históricos e evolutivos dos produtos cartográficos (plantas, mapas, projetos) tendo como foco o sistema de abastecimento de água da cidade de São Paulo. O recorte histórico vai do final do século XVI, no período chamado de “Pré-Chafarizes”, e se estende até o início do século XX, com a implantação do primeiro Sistema Cantareira. O percurso metodológico compreende uma pesquisa documental realizada no Arquivo Público do Estado de São Paulo, seguida da análise dos mapas históricos aplicando-se as técnicas de leituras de mapas históricos segundo proposta desenvolvida por Cintra (2015). Os resultados mostraram também que a escassez de profissionais qualificados e a diversidade de origem e de formação dos profissionais que atuavam na área de engenharia eram aspectos que dificultavam a elaboração e a execução dos projetos. Os produtos cartográficos produzidos neste período evoluíram de uma produção basicamente empírica para um modo de produção científica, em função de decretos sobre normativa de projetos, elaborados por Paula Souza.

Palavras-Chave: Cartografia. História. Abastecimento de água. Projetos.

ABSTRACT

Assuming that there is link between the cartographic products and their motivations and the cartography can be used to reveal, among other things, the state of scientific, technological and economic development of a society at a some time, this work aims to analyze historical and evolutionary aspects of cartographic products (plans, maps, projects) focusing on the water supply system in the city of São Paulo. The historical period begins in the latee sixteenth century in the period wich we called 'Pre-Fountains' and extends to the early twentieth century with the implementation of the first Cantareira System. The methodological approach is a documental research in the Public Archives of the State of São Paulo, followed by analysis of historical maps applying the techniques of readings of historical maps according to the proposal developed by Cintra (2015). The results also showed that the shortage of qualified professionals and the diversity of origin and training of professionals working in engineering were aspects that hindered the development and implementation of projects. The cartographic products produced in this period evolved from a primarily empirical production to a scientific mode of production, according to decrees on project rules, elaborated by Paula Souza.

Keywords: Cartography. History. Water supply. Projects.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Vista do Largo da Misericórdia, foto de 1862. - Militão Augusto de Azevedo	25
Figura 2 - Chafariz do Largo da Misericórdia desenhado pelo artista Miguel Arcanjo Benício Dutra (aquarela, 1810-1875)	25
Figura 3 - O Largo e a Ladeira da Memória em 1862, onde havia um chafariz, na parte mais baixa	27
Figura 4 - Chafariz do Piques ou da Memória	28
Figura 5 - Estruturas de Abastecimento de água (chafarizes e tanques) desenhados sobre o mapa elaborado por Gastão Cesar Bierrembach de Lima representando a cidade na época	37
Figura 6 - Nivelamento do encanamento de águas para o Jardim Público	44
Figura 7 - Detalhe do Nivelamento, onde nota-se o ponto de partida do nivelamento no “Tanque” e a passagem pela “Pyramide”	45
Figura 8 – Detalhe. Circulada em vermelho, a inscrição “Chafariz da Luz”	46
Figura 9 – Detalhe. Escala gráfica	46
Figura 10 - Medida da Escala gráfica	47
Figura 11 - Distância percorrida no nivelamento	47
Figura 12 – Projeto de encanamento das águas do Pacaembu	50
Figura 13 – Detalhe Projeto de captação do Pacaembu restituído sobre mapa de 1929	51
Figura 14 – Projeto de captação do Pacaembu restituído sobre mapa de 1929.....	52
Figura 15 – Resultado das análises que Fiz (Rath)	54
Figura 16 - Detalhe do Mappa Imperial da Cidade de São Paulo	55
Figura 17 – Detalhe do Mappa Imperial da Cidade de São Paulo	56
Figura 18 – Mappa Imperial da Cidade de São Paulo. Rath (1855)	57
Figura 19 – Detalhe do Mappa Imperial da Cidade, onde se observa um croqui de captação e adução de água	58
Figura 20 – População de São Paulo (1766-2016).....	61
Figura 21 – População de São Paulo (1766-1900).....	62
Figura 22 – População de São Paulo (1900-2016).....	62
Figura 23 – Mapa do Crescimento da Cidade de São Paulo 1810-1897	63
Figura 24 – Reservatório de Acumulação – 1893 (P. Doumet).....	71

Figura 25 – Represa do Guatemy – 1893 (P. Doumet)	72
Figura 26 – Represa do Toucinho – 1893 (P. Doumet)	72
Figura 27 – Planta da cidade de São Paulo com os terrenos desapropriados para o seu abastecimento de água em 1890, detalhe	73
Figura 28 – Reservatórios do Sistema Cantareira no final do século XIX.....	74
Figura 29 – Planta da Cidade de São Paulo em 1881 elaborada pelo engenheiro da Cia Cantareira Henry Batson Joyner	76
Figura 30 – Nova Caixa de Distribuição da Consolação.....	77
Figura 31 - Reservatório da Consolação 1893 (P. Doumet)	79
Figura 32 - Prédios Servidos por Esgoto no Bom Retiro – 1894	81
Figura 33 - Prédios Servidos por Esgoto na Santa Cecília e Villa Buarque – 1893 ..	82
Figura 34 – Caixa de Junção Guapira ainda em construção - 1893 (P. Doumet)	84
Figura 35 – Passagem da adutora de ferro sobre o rio Tietê – 1893 (P. Doumet)....	85
Figura 36 – Represa do Ytaguassu– 1893 (P. Doumet)	85
Figura 37 – Represa do Bispo, ainda em construção – 1893 (P. Doumet)	86
Figura 38 – Represa do Guarau – 1893 (P. Doumet)	86
Figura 39 – Represa do Cassununga – 1893(P. Doumet)	87
Figura 40 – Represa do Engordador – 1893 (P. Doumet)	87
Figura 41 – Planta da cidade de São Paulo com os terrenos desapropriados para o seu abastecimento de água em 1890.....	89
Figura 42 – Pessoal da RAE – 1894	90
Figura 43 – Assentamento do cano de ferro fundido na Rua da Conceição	91
Figura 44 – Sistema Cantareira	98
Figura 45 – Elevatória de Santa Inês	99
Figura 46 – ETA Guaraú	100
Figura 47 – Planta do rio Cotia, onde se observa o terreno que pertencia a Beicht	103
Figura 48 – Adutora de ferro fundido da 2ª linha do Cotia	104
Figura 49 – Adutora do rio Claro, 1933	106
Figura 50 – ETA Taiaçupeba	108
Figura 51 – Construção do reservatório da Vila América (1943)	111
Figura 52 – Municípios da RMSP e Bacia Hidrográfica do Guarapiranga.....	112
Figura 53 – Vista da ocupação urbana a partir da represa do Guarapiranga	113

Figura 54 – Detalhe da Carta da Capital de São Paulo de 1842, executada por José J. da Costa Ouriques, onde se observa a escala em braças	123
Figura 55 – Detalhe de escala gráfica em pés ingleses inserida por trabalhadores da SPR em planta da Cidade de São Paulo elaborada por Bresser – 1841.	123
Figura 56 – Detalhe da planta da Cidade de São Paulo em 1881 elaborada pela Companhia Cantareira, onde se nota a escala gráfica em metros	124
Figura 57 – Detalhe do projeto de canalização do rio Bexiga, cuja declividade é expressa em porcentagem	125
Figura 58 – Planta no novo canal do Tamanduateí – 1893	131
Figura 59 – Canalização do Anhangabaú e seus afluentes.....	134
Figura 60 – Tipos de Galerias para o Anhangabaú e seus afluentes	135
Figura 61 – Perfis da canalização do Anhangabaú e seus afluentes.....	137
Figura 62 – Canal do Anastácio	139
Figura 63 – Abastecimento de água do Bairro do Brás	141
Figura 64 – Reservatórios de acumulação na Serra da Cantareira (1897)	143
Figura 65 – Planta de desapropriação de terrenos para retificação do rio Tamanduateí (1902).....	145
Figura 66 – Andamento dos serviços de esgotos do bairro do Brás (1901).....	147

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estruturas de abastecimento de água	36
Tabela 2 - População no período analisado.	60
Tabela 3 – Área da Malha Urbana da Cidade de São Paulo	63
Tabela 4 – Estimativas de consumo de água	93
Tabela 5 – Mananciais da RMSP em 1964	94
Tabela 6 – Plano de Adução do DPO	94
Tabela 7 – Mananciais reservas.....	95
Tabela 8 – Pontos Notáveis do Sistema Cantareira	97
Tabela 9 – Vazão do Sistema Cantareira	98
Tabela 10 – Histórico de disponibilidade de água per capita em São Paulo.....	114
Tabela 11 - Transcrição do Quadro 1 do Regulamento nº 5, de 1868, que apresenta as cores a serem usadas nos desenhos	128

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- ALESP – Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo
- APESP – Arquivo Público do Estado de São Paulo
- CEPA – Comissão Especial para o Planejamento de Obras de Abastecimento
- DPO – Departamento de Planejamento de Obras do DAE
- C.P.G.A – Comissão Coordenadora dos Planos Gerais de Aproveitamento das Águas
- COMASP – Companhia Metropolitana de Águas de São Paulo
- DAE – Departamento de Águas e Esgotos
- FESB – Fomento Estadual do Saneamento Básico
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ICA – *International Cartographic Association*
- NBR – Norma Brasileira aprovada pela ABNT
- NCGIA - *National Center For Geographic Information And Analysis*
- ONU – Organização das Nações Unidas
- PEC – Padrão de Exatidão Cartográfica
- PLANASA – Plano Nacional de Saneamento
- RAE- Repartição de Águas e Esgotos da Capital
- RMSP – Região Metropolitana de São Paulo
- SABESP – Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo
- SAEC – Superintendência de Águas e Esgotos da Capital
- SANESP – Companhia Metropolitana de Saneamento
- SANEVALE – Companhia Regional de Água e Esgotos do Vale do Ribeira
- SBS – Companhia de Saneamento da Baixada Santista
- SIG – Sistema de Informação Geográfica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	OBJETIVOS.....	2
1.2	OBJETIVO GERAL	2
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
1.4	ESTRUTURAÇÃO DOS CAPÍTULOS.....	3
2	CARTOGRAFIA E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS	5
2.1	CARTOGRAFIA	5
2.2	PRODUTOS CARTOGRÁFICOS.....	5
2.3	CARTAS E MAPAS	7
2.4	PLANTA.....	11
2.5	PERFIL.....	12
2.6	BASES CARTOGRÁFICAS.....	12
2.7	CARTOGRAFIA HISTÓRICA.....	13
2.8	CARTOGRAFIA DIGITAL	14
2.9	SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS	16
3	MATERIAIS, MÉTODOS E FONTES.	18
4	AS PRIMEIRAS ÁGUAS E OS CHAFARIZES	21
4.1	O PERÍODO PRÉ-CHAFARIZES	21
4.2	A ERA DOS CHAFARIZES.....	23
4.3	A FALTA DE PROJETOS E PEÇAS GRÁFICAS AUXILIARES	38
4.4	O SISTEMA DE CAPTAÇÃO DO PACAEMBU	49
4.5	A TENTATIVA DE CARLOS RATH.....	53
5	O SISTEMA CANTAREIRA.....	60
5.1	A EXPANSÃO DA CIDADE E DA SUA POPULAÇÃO	60

5.2	BREVE HISTÓRICO DOS ÓRGÃOS E EMPRESAS GESTORAS DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA CIDADE DE SÃO PAULO.....	64
5.3	SISTEMA PRIMITIVO	68
5.4	SISTEMA CANTAREIRA ATUAL.....	91
6	OUTROS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO	101
6.1	COTIA.....	101
6.2	RIO CLARO	105
6.3	ALTO TIETÊ	106
6.4	GUARAPIRANGA.....	109
7	OS ENGENHEIROS E A EVOLUÇÃO DAS PLANTAS E PROJETOS.....	116
7.1	OS ENGENHEIROS.....	116
7.2	PADRONIZAÇÃO DOS LEVANTAMENTOS.....	120
7.3	ESTUDOS E PROJETOS TÉCNICOS	129
7.3.1	PLANTA DO NOVO CANAL DO TAMANDUATEÍ (1893).....	129
7.3.2	CANALISAÇÃO DO ANHANGABAÚ E SEUS AFLUENTES (1896)	132
7.3.3	CANAL DO ANASTÁCIO (1895).....	138
7.3.4	ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO BAIRRO DO BRÁS (FINAL DO SÉC. XIX)	140
7.3.5	RESERVATÓRIOS DE ACUMULAÇÃO NA SERRA DA CANTAREIRA	142
7.3.6	DESAPROPRIAÇÃO DE TERRENOS PARA RETIFICAÇÃO DO RIO TAMANDUATEÍ (1902)	144
7.3.7	ANDAMENTO DOS TRABALHOS DE ESGOTO DE SÃO PAULO, BAIRRO DO BRÁS (1901).....	146
8	CONCLUSÕES DO ESTUDO	149
	REFERÊNCIAS	152
	APENDICE	159

1 INTRODUÇÃO

Executar um mapa, carta, planta, ou qualquer outro produto cartográfico parte do pressuposto de que existe uma motivação, uma finalidade para este produto. Conforme lembrou Cintra (2012), essas motivações podem ser: militar, como os mapas utilizados em batalhas; motivação política, para fixar divisas; motivação turística, apontando parques, atrações diversas e opções de hospedagem; motivação cadastral, com lotes, edificações e benfeitorias públicas; dentre inúmeras outras.

Esse vínculo dos produtos cartográficos com suas motivações torna a cartografia uma ciência interdisciplinar em sua essência. A área de interesse motiva uma cartografia específica. No presente trabalho, a motivação ou tipo de projeto foram as obras hidráulicas, mais precisamente as voltadas ao abastecimento de água. E o foco particular é a cartografia histórica dessas obras na cidade de São Paulo, através das plantas, cartas e projetos disponíveis no Arquivo Público do Estado de São Paulo – APESP. Como recorte histórico, analisou-se principalmente o século XIX, quando se deram as primeiras obras de grande porte, mas sem deixar de examinar seus precedentes e seus desdobramentos.

A escolha da temática das obras hidráulicas de abastecimento do município de São Paulo justifica-se pelo fato de que o autor do presente trabalho atuou como Técnico de Sistemas de Saneamento da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP de 2008 a 2015, atuando na área de cadastro dos sistemas na Capital do Estado. Essa experiência possibilitou-lhe inteirar-se da complexidade tecnológica envolvida nos sistemas de abastecimento.

Pôde-se perceber, ao longo da pesquisa, que muitas das dificuldades encontradas na atualidade para a manutenção e expansão dos sistemas têm relação com os projetos e com a execução das obras no passado.

Ao recuperar a história dessas obras, procura-se recuperar também a história dos projetos de engenharia dessa época, envolvendo plantas e analisando-as. Pelas pesquisas bibliográficas realizadas, chegou-se à conclusão de que esse tema tem sido pouco estudado, e que os elementos aqui apresentados poderão ser uma importante fonte de informação para elucidar aspectos desse tipo de projeto e da evolução dos correspondentes produtos topográficos e cartográficos.

O recorte histórico vai do final do século XVI e se estende até o início do século XX, com a implantação do primeiro Sistema Cantareira. O trabalho resgata os aspectos históricos e cartográficos dos primeiros sistemas de fornecimento de água ao público de São Paulo, desde a chamada era dos pré-chafarizes até chegar ao abastecimento domiciliar. Nesse percurso foram revelados aspectos inerentes aos projetos e execução dos Sistemas Pacaembu, Cotia, Rio Claro, Ipiranga e Guarapiranga. O Sistema Cantareira recebeu especial atenção nesta análise em função de ter sido e ser o maior sistema de fornecimento de água para a Capital paulista.

Parte-se do princípio de que a cartografia pode ser utilizada para revelar, entre muitas coisas, o estado do desenvolvimento científico, tecnológico e econômico de uma sociedade em determinada época (CASACA, 2005). Da mesma forma, a análise dos produtos cartográficos, olhando para suas finalidades, pode destacar elementos interessantes para recontar a história dessa sociedade, as influências e as técnicas empregadas, que revelam aspectos inerentes aos projetos, obras e políticas de abastecimento de água na maior cidade do País.

1.1 OBJETIVOS

1.2 OBJETIVO GERAL

Analisar os aspectos históricos e evolutivos dos produtos cartográficos (plantas, mapas, projetos) tendo como foco o sistema de abastecimento de água da cidade de São Paulo.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Analisar esses produtos históricos, com ênfase no século XIX, referentes ao sistema de abastecimento de água disponível no APESP.

Produzir mapas ou croquis de síntese que situem as principais obras de abastecimento de água na cidade de São Paulo até a implementação do primeiro Sistema Cantareira em finais do século XIX.

1.4 ESTRUTURAÇÃO DOS CAPÍTULOS

Para a consecução desses objetivos realizou-se o presente trabalho que, além desta introdução, está estruturado em mais sete capítulos, assim distribuídos:

No segundo capítulo apresentam-se breves considerações sobre a cartografia, os produtos cartográficos e os sistemas de informação geográfica. Nesse sentido foram resgatados alguns conceitos que permitem a compreensão do material produzido neste trabalho.

No terceiro capítulo apresenta-se o trajeto metodológico percorrido para que os objetivos fossem alcançados. Destacam-se a pesquisa documental realizada no APESP e a análise dos mapas históricos aplicando-se as técnicas de leituras de mapas históricos segundo proposta desenvolvida por Cintra (2015).

O quarto capítulo destina-se ao resgate histórico do processo de implantação do sistema de captação de águas para abastecimento da cidade de São Paulo (SP). Neste capítulo expõe-se o resultado de uma pesquisa baseada na literatura e em documentos que revelam os principais problemas encontrados por ocasião do planejamento e execução das primeiras obras destinadas ao abastecimento de água, iniciando pelos chafarizes e estendendo-se até meados do século XIX. Incluíram-se também as alternativas buscadas para fornecer água em quantidade e qualidade suficiente à população da Capital, representada pelo Sistema de Captação do Pacaembu e pelos estudos de Carlos Rath. Em especial procurou-se destacar a participação da cartografia nesse processo.

O capítulo quinto foi reservado para a análise histórica da implantação do Sistema Cantareira, cujas discussões se iniciaram ainda no final do século XIX e levaram em consideração, sobretudo, a crescente demanda por abastecimento de água em razão principalmente do crescimento da população. O Sistema Cantareira, que denominou-se *primeiro* ou *histórico*, para distinguir do atual, foi analisado desde os estudos iniciais de viabilidade passando pelos projetos das represas, reservatórios, adutoras, delineando-se assim sua história até a configuração atual do sistema.

No sexto capítulo realizou-se uma breve descrição de outros sistemas de abastecimento de água de São Paulo, nomeadamente, os Sistemas Cotia, Rio Claro, Guarapiranga e Alto Tietê.

No capítulo sete buscou-se revelar particularidades dos produtos cartográficos decorrentes da atuação dos diferentes engenheiros e a evolução das plantas e projetos procurando-se entender suas peculiaridades, relativas à época em que foram produzidos. Revela-se inicialmente que, durante o período histórico analisado, houve carência de profissionais capacitados para atuar nas áreas de engenharia e cartografia, o que gerou consequências sobre os projetos e as obras públicas, em especial as obras de captação de água. Também foi observada a falta de um regulamento ou normas técnicas que orientassem a elaboração dos produtos cartográficos e de desenho de uma forma geral, o que resultava em projetos, mapas e plantas com grandes disparidades, principalmente nas unidades de medidas, escalas e convenções de desenho. Nesse contexto, o capítulo efetua uma breve análise do Regulamento nº 5, de 1868, que teve como objetivo instituir uma padronização nos levantamentos e na elaboração dos produtos cartográficos. Pôde-se notar, após esse decreto, a passagem das formas empíricas para o que podemos chamar formas científicas ou técnicas de projetar obras de engenharia.

O oitavo capítulo apresenta as considerações finais deste trabalho.

2 CARTOGRAFIA E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Neste capítulo são descritos os tipos de material cartográfico em sentido amplo (plantas, cartas, projetos) encontrados no APESP e os instrumentos que foram e serão utilizados para a produção de mapas e esquemas para a presente dissertação, em especial dos programas para cartografia digital e Sistemas de Informações Espaciais.

Na área da cartografia observa-se que muitos conceitos e definições sofrem variações de acordo com as interpretações dos diferentes autores. Por isso, entende-se ser pertinente uma abordagem dos principais conceitos envolvidos nessa área.

Importante ressaltar que não se tem a pretensão de equacionar divergências entre os diferentes autores, mas sim apresentar os diferentes entendimentos e, quando possível, apontar qual deles será considerado para efeito deste trabalho.

2.1 CARTOGRAFIA

A literatura aponta para tábuas de argila encontradas na Mesopotâmia em 2500 A. C. como sendo os primeiros registros de mapas existentes (THROWER, 1972 citado por SOARES FILHO, 2000). De acordo com este autor, a arte da cartografia é conhecida desde os primórdios da humanidade e esteve presente no processo de desenvolvimento da humanidade. Neste sentido, a obra *Geografia*, de Claudio Ptolomeu, escrita no século II A.C, descrevendo como a Terra poderia ser representada em mapas planos, a invenção da imprensa, no século XV, as projeções cartográficas elaboradas a partir de Mercator, no século XVI; o desenvolvimento das técnicas de offset, litografia e fotografia, são eventos que marcaram o desenvolvimento das ciências cartográficas.

O termo cartografia foi introduzido pelo historiador português Visconde de Santarém em 1839, em carta enviada ao brasileiro Francisco Adolfo de Varnhagem para se referir à disciplina que estuda os mapas antigos. Santarém criou o termo cartografia com base na palavra grega *χαρτε*, que dava nome aos papiros onde eram desenhados os mapas (CASACA, 2005).

Para a Organização das Nações Unidas – ONU (1949) "Cartografia é a ciência que trata da elaboração de todos os tipos de cartas, incluindo todas as fases do trabalho, dos primeiros levantamentos até a sua impressão".

Segundo Bakker (1965) cartografia é a ciência e a arte de expressar graficamente, por meio de cartas e mapas, o conhecimento humano da superfície terrestre. Ainda segundo o autor, cartografia é definida como a arte de levantamento, construção e edição de cartas e mapas de qualquer natureza e a ciência na qual repousa.

Uma das definições mais usadas para cartografia é a que foi apresentada pela Associação Cartográfica Internacional (*International Cartographic Association – ICA*) em seu *Dicionário de termos técnicos em cartografia*, no ano de 1973. Conforme a ICA, cartografia é:

A arte, ciência e tecnologia de mapeamento, juntamente com seus estudos como documentos científicos e trabalhos de arte. Neste contexto pode ser considerada como incluindo todos os tipos de mapas, plantas, cartas e seções, modelos tridimensionais e globos representando a Terra ou qualquer corpo celeste, em qualquer escala. (ICA, 1973, grifo nosso).

Destaca-se o uso conjunto dos termos “arte, ciência e tecnologia”, que demonstra a amplitude deste conceito, na medida em que extrapola os limites da engenharia e/ou da ciência e tecnologia.

Aguirre e Mello Filho (2009) enfatizam que a ciência cartográfica compreende o estudo teórico de princípios e leis que regem a linguagem gráfica, assim como o estudo e a análise dos dados componentes da informação, os quais são obtidos a partir de diferentes fontes, e a pesquisa de formas eficientes para a percepção e representação desses dados.

A coleta de dados sobre a distribuição espacial de propriedades da superfície da Terra sempre foi uma preocupação das sociedades organizadas. Esses dados, que são coletados por diferentes motivações e finalidades, quando dispostos sob os princípios da cartografia, produzem uma representação que pode ser chamada de documento cartográfico (SOARES FILHO, 2000).

Na realidade, a representação da Terra não é uma tarefa simples. Quando vista do espaço, a Terra assemelha-se a uma esfera achatada nos polos, e por isso adota-se um elipsóide de revolução para representá-la. Um elipsóide de revolução é

um sólido gerado pela rotação de uma elipse em torno do eixo menor (CÂMARA *et al*, 1996).

Como se pode perceber pelas definições apontadas, a cartografia extrapolou os limites dos estudos de mapas antigos proposto por Santarém, de modo que pode ser entendida como uma ciência complexa e essencialmente interdisciplinar.

2.2 PRODUTOS CARTOGRÁFICOS

Observando as definições de cartografia anteriormente apresentadas, nota-se que todas afirmam que a atividade fundamental da cartografia é a produção de mapas e cartas.

Quando o objeto de estudo são obras hidráulicas, também são necessários outros produtos gráficos, como as seções transversais e os perfis.

Breves definições acerca destes produtos são apresentadas a seguir.

2.3 CARTAS E MAPAS

Segundo o Glossário Cartográfico, carta é:

A representação de uma porção da superfície terrestre no plano, geralmente em escala média ou grande, oferecendo-se a diversos usos, como por exemplo, a avaliação precisa de distâncias, direções e localização geográfica dos aspectos naturais e artificiais, podendo ser subdividida em folhas, de forma sistemática em consonância a um plano nacional ou internacional (IBGE, s.d.)a.

Para o mesmo Glossário, mapa é:

A representação no plano, normalmente em escala pequena, dos aspectos geográficos, naturais, culturais e artificiais de toda a superfície (Planisfério ou Mapa Mundi), de uma parte (Mapas dos Continentes) ou de uma superfície definida por uma dada divisão político-administrativa (Mapa do Brasil, dos Estados, dos Municípios) ou por uma dada divisão operacional ou setorial (bacias hidrográficas, áreas de proteção ambiental, setores censitários) (IBGE, s.d.)a.

Nessa linha encontram-se também as considerações de Anderson (1982), que de forma simplificada concebe planta como sendo uma “representação precisa da Terra, permitindo a medição de distâncias, direções e a localização de pontos” em contraposição a mapa, que é definido como sendo a “representação dos aspetos

geográficos naturais ou artificiais da Terra destinada a fins culturais, ilustrativos ou científicos”.

Oliveira (1987, p.74) define carta como sendo uma “representação dos aspectos naturais e artificiais da Terra, destinada a fins práticos da atividade humana, permitindo a avaliação precisa de distâncias, direções e a localização geográfica de pontos, linhas, áreas e detalhes”. Para esse autor a carta pode ainda ser uma “representação plana, geralmente em média ou grande escala, duma superfície da Terra, subdividida em folhas, de forma sistemática, obedecendo um plano nacional ou internacional”.

Como se observa principalmente nas definições do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e Oliveira (1987), a distinção entre carta e mapa está relacionada com a ideia de escala, sendo média ou grande para carta, e escala pequena no caso de mapa.

De qualquer forma, no Brasil, muitas vezes, o termo carta é comumente empregado como sinônimo de mapa (OLIVEIRA, 1987).

Para Anderson (1982), mapa é apenas uma representação ilustrativa e pode perfeitamente incluir o caso particular da carta entre os povos de língua inglesa. Contudo aponta para o predomínio do emprego da palavra carta entre os engenheiros e cartógrafos brasileiros. No geral, observa-se certa preferência pelo uso da palavra mapa.

Câmara *et al* (1996) também consideram que o conceito de mapa não tem uma distinção rígida em relação ao conceito de carta e ilustram esta proximidade com aspectos históricos. De acordo com esses autores, a palavra mapa teve origem na Idade Média e era exclusivamente empregada para designar representações terrestres; entretanto, após o século XIV, os mapas marítimos passaram a ser designados de cartas de marear. Depois desse período o uso da palavra carta generalizou-se e passou a designar também uma série de outras modalidades de representação da superfície da Terra, causando certa confusão entre os dois conceitos. Em seus estudos, os autores observaram a existência de definições que consideram que um mapa não tem caráter científico especializado, por isso trata-se de um produto cartográfico usado para fins culturais, ilustrativos ou mesmo comerciais. Por outro lado, a carta aparece como uma representação dos aspectos naturais ou artificiais da Terra, destinada a fins práticos da atividade humana,

permitindo a avaliação precisa de distâncias, direções, e a localização geográfica de pontos, áreas e detalhes.

De acordo com Anderson (1982), existe ainda a definição que considera a carta como um mapa de alta definição. Nesse caso, o autor alerta para a diferença entre “precisão cartográfica e conteúdo cartográfico”. Assim, explica que a precisão depende das normas de posição planimétrica e altimétrica que determinam onde cada acidente está localizado na carta.

Entende-se que no Brasil a precisão cartográfica citada por Anderson (1982) trata do que foi estabelecido pelas Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional como sendo o Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC. Dessa forma, a precisão cartográfica reflete um controle de qualidade (geométrica) aplicado na confecção de mapas e cartas.

Com relação ao conteúdo, Anderson (1982) afirma que ele está altamente condicionado pela escala e pela época da confecção. Entende-se que se deve ainda incluir, neste caso, a finalidade do produto cartográfico.

Para contextualizar essa relação entre precisão cartográfica e conteúdo, Anderson (1982) exemplifica:

(...) uma carta topográfica com apenas três pequenas ilhas tem muita precisão e pouco conteúdo, enquanto um mapa de uma área urbana feita por foto-interpretação não restituída pode ter pouca precisão (portanto não é uma carta) e muito conteúdo. O tema também tem influência. Por exemplo, uma rua, construída depois da confecção da carta topográfica não diminui a precisão dessa, mas afeta o seu conteúdo, que fica um pouco desatualizado.

Como se percebe, na cartografia histórica existe uma predominância de aspectos relacionados ao conteúdo; contudo, considerando-se a dificuldade de estabelecer uma diferenciação objetiva entre os termos “mapa” e “carta”, optou-se por utilizá-los de forma indistinta neste trabalho.

Por outro lado, considera-se no presente estudo que qualquer mapa ou planta possui dois aspectos significativos diferenciados: *representação visual* (conteúdo), que olha para a posição relativa dos objetos representados, e *posicionamento*, que olha mais para o aspecto de posição absoluta num sistema de coordenadas referido à Terra.

Para Câmara *et al* (1996), todos os mapas são representações aproximadas da superfície terrestre, que projetam cada ponto do globo terrestre em uma

superfície plana. Para se obter correspondência entre os pontos do globo terrestre e os pontos do mapa, utilizam-se os sistemas de projeções cartográficas.

Ressalta-se, no entanto, que “é impossível se fazer uma cópia plana da superfície do globo terrestre sem desfigurá-la ou alterá-la – o que dá origem à noção de *grau de deformação de uma projeção*” (CÂMARA *et al*, 1996, p. 8, grifo do autor). Para os autores, essa deformação somente é nula nos locais onde a superfície do mapa coincide com a do globo. Nos demais locais do mapa, deve-se, portanto, considerar certo tipo de deformação.

Anderson (1982) já afirmava que todos os mapas têm distorções; todavia, ressaltava que geralmente elas são controladas, conhecidas e aceitáveis, desde que os usuários as entendam.

Com base na Associação Brasileira de Normas e Técnicas – ABNT, Câmara (1996), referindo-se às cartas, classificou-as como se segue:

a) Geográficas

- topográficas: confeccionadas mediante levantamento topográfico regular, ou compiladas de cartas topográficas existentes, e que incluem os acidentes naturais e artificiais, permitindo facilmente a determinação de altitudes.

- planimétricas: semelhantes às cartas topográficas, porém não apresentam indicação de altitudes.

b) Cadastrais e plantas: geralmente em escala grande, usadas para mostrar limites verdadeiros e usos das propriedades.

c) Aeronáuticas: representam a superfície da Terra com sua cultura e relevo de maneira a satisfazer especificamente as necessidades da navegação aérea.

d) Náuticas: resultam dos levantamentos dos mares, rios, canais e lagoas navegáveis e se destinam à segurança da navegação.

e) Especiais, por exemplo:

- meteorológicas: mostram as classificações climáticas e as que, em serviço contínuo, diário e sistemático, contêm informações meteorológicas, observadas simultaneamente em vários lugares, além das alterações progressivas nas condições do tempo.

- de solo: identificam e classificam os diversos tipos de solos e sua distribuição geográfica.

- de vegetação: representam as características e a distribuição da cobertura vegetal.
- de uso da Terra: representam a classificação e distribuição geográfica dos diversos usos aos quais está sujeita a superfície da Terra.
- globos: contêm representações da superfície da Terra em outra superfície semelhante.

2.4 PLANTA

A planta pode ser considerada como sendo um tipo de carta. Quando a carta representa uma área de extensão restrita de tal forma que a sua curvatura não precise ser levada em consideração, então esta carta pode ser chamada de planta. Neste caso, a escala pode ser considerada constante. (IBGE. s.d.).

Oliveira (1987) definiu planta como sendo

Representação cartográfica, geralmente em escala grande, destinada a fornecer informações muito detalhadas, visando, por exemplo, ao cadastro urbano, a certos fins econômico-sociais, militares etc. (p. 426)

Para esse autor, o uso de escala grande se justifica visto que o termo planta está relacionado à questão dos detalhes de determinado local que se pretende representar.

No presente trabalho, a maior parte das plantas utilizadas são plantas urbanas, chamadas por Oliveira (1987) de cartas urbanas e assim definidas:

Carta em escala grande das áreas de concentração populacional, incluindo os seus subúrbios, em geral com a representação detalhada dos logradouros públicos e das informações inerentes a ruas; dos edifícios importantes e outras características urbanas compatíveis com a escala da carta. Sempre que houver importância, o relevo será representado. O mesmo que planta de cidade.

Entende-se que as plantas objeto do presente estudo estão incluídas nessa definição exatamente pelo nível de detalhamento que lhes é próprio.

2.5 PERFIL

O Perfil é a representação cartográfica de uma seção vertical da superfície terrestre (IBGE, s.d.)a. Para isso, inicialmente precisa-se conhecer as altitudes de um determinado número de pontos e a distância entre eles.

Nessa linha de entendimento encontra-se a definição de Oliveira (1987), segundo a qual o termo perfil se refere a “um corte da superfície do terreno através de um traço que se estende ao longo duma linha fixa, como diretriz, e que representa a linha de Intersecção com aquela superfície ou com um estrato subjacente”. O traço, explica o autor, geralmente se refere a uma reta vertical, enquanto a diretriz refere-se a uma reta ou uma curva regular. A superfície de intersecção é uma superfície plana ou curva, regular, que pode ser desenvolvida num plano.

O primeiro passo para o desenho de um perfil é traçar uma linha de corte, na direção onde se deseja representá-lo. Em seguida, marcam-se todas as interseções das curvas de nível com a linha básica, as cotas de altitude, os rios, picos e outros pontos definidos.

2.6 BASES CARTOGRÁFICAS

A ABNT, por meio da NBR – 14.166 (1998), definiu base cartográfica como sendo um conjunto de cartas e plantas integrantes do Sistema Cartográfico Municipal que, apoiadas na rede de referência cadastral, apresentam, no seu conteúdo básico, as informações territoriais necessárias ao desenvolvimento de planos, de projetos, de cadastro técnico e imobiliário fiscal, de acompanhamento de obras e de outras atividades que devam ter o terreno como referência.

Conforme o entendimento de Lazzarotto (2005), um produto cartográfico pode ser compilado através da organização de informações selecionadas e extraídas de um determinado conjunto de documentos cartográficos que guardam coerência entre si. As informações, neste caso, provêm do mapeamento topográfico associado às informações temáticas correspondentes ao objetivo do mapeamento.

Assim, segundo Lazzarotto (2005 p. 15), entende-se base cartográfica como sendo

(...) o material provedor de informações cartográficas e que são relevantes para um determinado fim, ou seja, para a execução de um

determinado serviço, ou para a construção de um novo produto cartográfico

Infere-se que, para o autor, o termo está intrinsecamente associado ao uso que se faz de um conjunto de documentos cartográficos para um determinado fim.

Em estudo das bases cartográficas para fins de engenharia, Idoeta (2001) afirmou que estas podem ser entendidas como a representação de uma região do território no que diz respeito ao relevo, à drenagem natural, e ao sistema viário, com os elementos devidamente posicionados, com exatidão adequada a cada escala de representação. Para Idoeta, pode-se ainda agregar às bases outras informações do ambiente natural ou de fatores antrópicos úteis para a atividade a que se destinam.

Sztutman (2014) avalia que o termo base cartográfica, que originalmente foi utilizado para cartas em papel, cronaflex, vegetal, entre outras, não é adequado para se referir às bases do *Google Maps*, *Bing Maps* e da *ESRI* compostas por imagens de satélite ou fotografias aéreas, visto que essas bases não possuem todas as informações necessárias para uma cartografia voltada à engenharia.

Neste estudo, o termo foi utilizado quando se tratou da implantação de bases cartográficas nas empresas de saneamento. Destaca-se também que sobre as bases cartográficas (mapas ou plantas) são implantados os projetos de engenharia, para fins de projeto de viabilidade, básico ou executivo.

Com relação aos documentos encontrados no APESP, alguns se referem a projetos que não saíram do papel, mas outros a obras de fato implantadas. Outro desafio é saber se as obras foram implantadas tal como projetadas ou se houve modificações, e quais foram; isso porque na grande maioria dos casos não se dispõe do "*as built*" (conforme construído) desses projetos.

2.7 CARTOGRAFIA HISTÓRICA

A cartografia histórica não vem definida nos autores citados, nem mesmo em Oliveira (1980). Para o presente trabalho, entende-se que seja a ciência que estuda mapas antigos que, por sua importância de algum ponto de vista, tornaram-se relevantes para o estudo da cartografia em diversos períodos históricos.

De acordo com Moraes (2006), os mapas não podem ser considerados apenas como uma representação de informações geográficas, assim como não devem ser reduzidos a uma técnica ou a um conjunto de metodologias de caráter estritamente geométrico. Para a autora, os mapas, e, neste caso, compreende-se

que devem ser considerados também os demais produtos cartográficos, assumem diferentes funções e significações em cada época. Afirmar ainda que, além dos pesquisadores e acadêmicos, os registros iconográficos têm chamado a atenção de leigos que se sentem atraídos por esses documentos, sobretudo para buscar identificar os lugares de nossa história e confrontá-los com as feições que se apresentam na atualidade.

Contar histórias abordando a conquista, a ocupação e a delimitação de territórios, e as ciências e técnicas envolvidas num determinado espaço territorial se constitui numa das finalidades da cartografia histórica (COSTA; SANTOS, 2014).

Tendo sido produzidos em períodos em que as técnicas, idades de medição e representação eram outras, em que os lugares em questão podiam ter outros nomes, em que o nível de conhecimento era menor, os documentos cartográficos de outras épocas não são só documentos históricos, mas podem ser ricas fontes de conhecimento e informações que contribuem para uma melhor compreensão da realidade atual (MORAES, 2006).

O estudo de documentos que incorporam o conhecimento geográfico, como os mapas, cartas e outras formas de expressão ou representação de objetos, elementos, fenômenos e ambientes físicos e socioeconômicos relacionados aos sistemas de abastecimento de água da cidade de São Paulo, bem como a sua utilização no decorrer do tempo, revelam paradigmas que nortearam a sua produção e permitem o conhecimento das características geográficas e etnográficas do espaço territorial na época em questão. Isso posto, deduz-se que a cartografia histórica fornece uma grande contribuição para alcançar os objetivos propostos neste trabalho.

2.8 CARTOGRAFIA DIGITAL

No princípio os mapas se destinavam a descrever lugares remotos, a auxiliar na navegação e a orientar práticas militares. A evolução das ciências possibilitou o surgimento de novas áreas de estudo assim como de novas técnicas cartográficas. Na atualidade existe uma gama muito grande de aplicações para os produtos cartográficos. Nesse sentido podem-se elencar os estudos ambientais, a Geologia, Ecologia, Geomorfologia, Geografia, Agronomia, Climatologia, entre outras áreas

que mostram a diversidade de aplicações e demandas na área da cartografia (SOARES FILHO, 2000).

Na segunda metade do século XX, principalmente nas décadas de 1960 e 1970, observou-se uma aceleração no desenvolvimento em todas as áreas do conhecimento, sobretudo na área da informática. A invenção do computador e a implementação de algoritmos facilitavam a execução de tarefas antes realizadas manualmente, como era o caso, por exemplo, de um traçado de curva de nível.

Soares Filho (2000, p.3) aponta que a partir desse período surgiram novas maneiras de se trabalhar com os dados cartográficos. Para atender a essas demandas, fazia-se necessária a interação dos diversos aspectos da Terra, o que resultava em abordagens multidisciplinares que precisavam levar em conta as particularidades dos diversos fenômenos envolvidos nessas questões. Segundo o autor, “esses estudos sinérgicos resultaram em gigantescas massas de dados coletados pelas diversas técnicas multiespectrais produzidas pelo Sensoriamento Remoto Orbital”.

O contexto que se constituía, além de exigir a capacitação dos profissionais da área com as novas competências, estimulou o desenvolvimento e a aplicação de ferramentas computacionais que possibilitassem a integração da multiplicidade de dados que surgiam. Um exemplo dessas novas ferramentas foi o programa de computador desenvolvido por Fisher em 1963, denominado *Synagraphic Mapping System* – SYMAP. A partir de então outras ferramentas foram sendo produzidas, e a cartografia computadorizada teve um grande desenvolvimento dos anos 1970 em diante. Destacam-se nessa época os avanços dos programas de computação gráfica e o aumento do desempenho dos *hardwares* (SOARES FILHO, 2000). Foram surgindo outras ferramentas informatizadas que incorporavam as inovações decorrentes da evolução dos conhecimentos da informática.

Diante dessas novas ferramentas, e nesse contexto de constante evolução tecnológica, um grupo de estudos da ICA sugeriu que o conceito de cartografia fosse atualizado como sendo “a organização e comunicação de informações geográficas em forma gráfica ou digital, incluindo todos os estágios de aquisição de dados, apresentação e uso” (TAYLOR, 1991).

Iniciava-se, assim, a construção do conceito de “Cartografia Digital” ou “Cartografia Assistida por Computador”. Nessa linha encontra-se a definição de Oliveira (1987), para quem *cartografia computadorizada* é um “processo mediante o

qual determinadas etapas da elaboração de uma carta são realizadas com o emprego de computadores e os seus acessórios, como digitalizadores, *plotters* e terminais de vídeo”, definição que, como se pode notar, depende da tecnologia e terminologia da época. Para Soares Filho (2000), pode ser entendido como um conjunto de ferramentas, incluindo programas e equipamentos, orientados à conversão para o meio digital, armazenamento e visualização de dados espaciais. Na concepção do autor, um sistema de Cartografia Digital deve ter como ênfase a produção final de mapas.

Contudo, de acordo com Taylor (1991), trata-se de um conceito que vai além do processo de automação de métodos manuais. Deve, outrossim, ser visto como um meio para buscar ou explorar novas maneiras de lidar com dados espaciais.

Em última instância, o termo Cartografia Digital surgiu em função da incorporação das tecnologias da informática na arte e ciência de produzir mapas.

2.9 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

A expressão sistema de informação pode-se referir ao conjunto de processos e metodologias que nos permitem acessar de forma organizada as informações necessárias para tomada de decisões em diferentes situações. Nas atividades profissionais um sistema de informações é um importante instrumento de planejamento, análise e tomada de decisões que pode combinar recursos humanos e técnicos. Sistema de Informação Geográfica – SIG é um sistema específico de informações para atender as demandas inerentes à área de estudo do espaço terrestre ou geográfico.

Sistema de Informação Geográfica é, portanto, um “conjunto de programas, equipamentos, metodologias, dados e pessoas (usuário), perfeitamente integrados, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de dados georreferenciados, bem como a produção de informação derivada de sua aplicação” (TEIXEIRA, 1995, citado por FILHO E IOCHPE, 1996). Ainda de acordo com Filho e Iochpe, (1996), na literatura encontram-se diversas definições de SIG, algumas mais genéricas, outras mais específicas que incluem detalhes das aplicações ou tecnologias empregadas. Com base nos trabalhos realizados pelo *National Center For Geographic Information And Analysis – NCGIA*, ligado à

Universidade da Califórnia, esses autores listaram algumas definições encontradas com frequência na literatura, conforme segue:

“Um SIG é uma forma particular de Sistema de Informação aplicado a dados geográficos”.

“Um SIG manipula dados referenciados geograficamente assim como dados não-espaciais e inclui operações para suportar análises espaciais”.

SIG pode ser visto como um sistema de hardware, *software* e procedimentos projetados para suportar captura, georreferenciamento, manipulação, análise, modelagem e consulta de dados referenciados especialmente, para solução de problemas de planejamento e gerenciamento”.

Câmara (1996) aponta para o fato de cada definição priorizar um aspecto distinto. Como exemplo destacam-se dois casos: o primeiro tendo um SIG com enfoque de banco de dados, e nesta circunstância pode ser definido como um Sistema de Gestão de Banco de Dados não convencional, geográfico, que garante o gerenciamento de dados geográficos; o segundo, numa abordagem *toolbox*, o SIG é considerado um conjunto de ferramentas e algoritmos destinados à manipulação de dados geográficos, como por exemplo, a produção de mapas. Cada uma a sua maneira, as definições de SIG refletem a multiplicidade de usos e visões possíveis dessa tecnologia e apontam para uma perspectiva interdisciplinar de sua utilização.

Com base nesses conceitos, Câmara (1996) indica duas importantes características de SIGs. A primeira é que tais sistemas possibilitam a integração, numa única base de dados, de informações geográficas provenientes de fontes diversas tais como dados cartográficos, dados de censo e cadastro urbano e rural, imagens de satélite e modelos numéricos de terreno. A segunda é que SIGs oferecem mecanismos para recuperar, manipular e visualizar tais dados através de algoritmos de manipulação e análise.

Qualquer que seja a definição, parece que não se deve omitir a finalidade a que se destinam os SIGs: análise e tomada de decisão.

3 MATERIAIS, MÉTODOS E FONTES

Para alcançarem-se os objetivos propostos neste trabalho, foi realizada uma pesquisa documental, principalmente no APESP. Como proposta metodológica utilizou-se a proposta de Cintra (2015), *Técnicas de Leitura de Mapas Históricos: uma proposta*, bem como Cintra (2012): *Digital Cartography and Historical Maps: techniques, applications and peculiarities*.

Cintra (2015) faz uma analogia dos mapas com imagens, propondo uma metodologia que permita ler mapas históricos e, conseqüentemente, aprender o que eles têm a dizer.

A leitura de mapas exige do leitor mais do que um olhar: é preciso ver com atenção. O autor estabelece uma diferenciação entre ver e olhar: “olhar é uma operação fisiológica, captar o objeto pelo sentido da visão”, enquanto “ver supõe ir além: refletir sobre a imagem captada pelos sentidos, aplicar a atenção e a inteligência sobre a mesma”. Dessa forma, pode-se inferir que a leitura de mapas, sobretudo os históricos, exige certo grau de abstração de quem o faz. Não deve ater-se a um primeiro olhar passivo; o mapa precisa ser interrogado. Para isso Cintra sugere o uso das cinco causas, de acordo com a filosofia clássica:

“Uma forma de organizar as questões é seguir o esquema das cinco causas, conforme a divisão aristotélica: causa material, causa formal, causa eficiente, exemplar e final. Isso é feito na sequência” Cintra (2015).

A causa material refere-se aos materiais empregados na produção do mapa desde o seu suporte, que pode ser em papel, papel vegetal, meio digital, entre outros, até os métodos utilizados para traçar as linhas e pintar os detalhes. Também é relevante saber se o mapa é manuscrito ou produzido em série, pois tal fato pode revelar muito sobre sua finalidade.

A causa formal permite categorizar um mapa. São as características que nos levam a dizer que um mapa é cadastral, turístico, político, de itinerários ou, ainda, realista, figurativo, impressionista, espiritual, místico. Nesse sentido, as causas formais das plantas analisadas devem ser principalmente cadastrais, já que o pano de fundo do trabalho consiste no abastecimento de água. Mas também não se descartam outros olhares sobre os projetos/plantas de obras hidráulicas, pois muitas

vezes se faz necessário situar as obras em uma carta ou planta topográfica existente, de finalidade genérica.

Seguindo com o raciocínio, a causa eficiente trata dos agentes que colaboraram para a produção do mapa, mais especificamente o autor e/ou desenhista. Alerta-se para a diferenciação que existe ou pode existir entre quem levanta os dados, quem desenha, e ainda quem imprime o mapa. É preciso diferenciar e reconhecer a importância de cada um dos agentes. É possível ainda encontrar mapas sem autoria conhecida ou anônimos. A causa eficiente nos revela as influências das escolas, do período, e das técnicas que o autor possuía no tempo de sua elaboração.

Causa exemplar diz respeito a modelos ou protótipos que serviram de base para elaboração de um mapa. Trata-se, por exemplo, de cópias de plantas existentes ou modificações e atualizações sobre um mapa base ao qual são acrescidas informações relevantes. Trazendo para o contexto desta dissertação, pode-se citar, por exemplo, plantas cadastrais de arruamentos, que servem como um mapa base. Pode também tratar-se de um bom mapa que se tornou um paradigma e foi copiado por muitos em suas linhas gerais, diagramação ou outros elementos, ou seja, tornou-se um modelo inspirador. Pode ainda obedecer a uma normativa, que impõe certas formas de desenhar e se torna, de certa maneira, um modelo a ser seguido.

Por outro lado, existem mapas cartográficos básicos, muitas vezes chamados de plantas topográficas ou bases cartográficas (de finalidades múltiplas). Sobre esses podem ser traçadas as redes de distribuição de água, esgoto, drenagem urbana, projetos de canalização de rios, reservatórios.

Por fim, a causa final refere-se à intenção ou finalidade do mapa. Essa finalidade pode ser deduzida dos elementos representados: mapas com informações sobre hotéis, restaurantes, teatros e pontos de passeios indicariam que se trata de um mapa turístico, assim como um mapa contendo o desenho de lotes e edificações pode ter como finalidade (causa final) o cadastro. Para este trabalho os elementos buscados são fontes, reservatórios, redes de distribuição de água, que podem indicar que a finalidade do produto é gestão, construção ou projeto de obras hidráulicas.

Os documentos cartográficos utilizados neste trabalho já foram digitalizados pelo setor cartográfico do APESP e disponibilizados em formato digital (.tif). Os

mapas que não se encontravam digitalizados e eram relevantes para a execução da pesquisa foram gentilmente digitalizados, em alta resolução, também pelo APESP.

Também foram utilizados documentos escritos (textos), como os discursos e relatórios dos presidentes da Província do século XIX. Tratava-se de uma norma de governo: o presidente da Província, na primeira sessão da Assembleia Legislativa, nos começos de janeiro, fazia um relato dos principais trabalhos do ano anterior, incluindo-se aí as mais relevantes obras e/ou projetos executados, a contratação de engenheiros, gastos com obras, entre outros, para destacar apenas o que interessa ao presente estudo.

Esses documentos possuem grande valor histórico por tratar-se de fontes primárias de informação, em que se pode consultar as fontes diretamente, sem recortes ou interpretações. Tais documentos são encontrados no APESP ou online no site http://www-apps.crl.edu/brazil/provincial/s%C3%A3o_paulo.

Artigos científicos, publicações de revistas, dissertações e teses foram utilizados para completar as informações obtidas das fontes primárias.

Para a produção de mapas e croquis recorreu-se à cartografia digital, em especial aos *softwares MapInfo Professional 8.0 Google Earth Pro*, onde os mapas foram registrados e sobrepostos uns aos outros e sobre as imagens de satélite.

Além desse volume foi produzido um anexo em tamanho A3 contendo os mapas desta pesquisa.

Os próximos capítulos vão contar parte da história do abastecimento de água em São Paulo e são entremesclados com o estudo e avaliação dos documentos e peças gráficas que auxiliam nessa tarefa.

4 AS PRIMEIRAS ÁGUAS E OS CHAFARIZES

Para a consecução dos objetivos deste trabalho, delimitou-se como espaço geográfico de análise o município de São Paulo. Contudo, ao se tratar das obras de água e esgoto no município de São Paulo, não se pode ater apenas ao município, visto que desde os primeiros projetos de adução e distribuição de água, na década de 1840, o abastecimento de água da cidade foi coordenado e regulado pela Província, mais tarde pelo Estado, mesmo porque às vezes a água é buscada fora do município, e a poluição de rios acaba afetando municípios a jusante. Nunca foi uma atribuição municipal (SILVA, 2014).

Desse modo, grande parte dos projetos de saneamento básico foi idealizada de forma a contemplar não apenas o município, mas também partes da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP. Soma-se a isso o fato de o município de São Paulo propriamente dito não possuir muitas alternativas de mananciais, sendo em alguns casos abastecida por rios cujas nascentes encontram-se fora dos limites no município e até fora do Estado.

Considerando tais fatores, esta análise extrapolará os limites do município de São Paulo apenas com o objetivo de compreender o processo como um todo, mas o foco permanecerá na delimitação geográfica do município.

4.1 O PERÍODO PRÉ-CHAFARIZES

As primeiras águas utilizadas pelos habitantes da cidade de São Paulo, assim como ocorre em toda comunidade em início de formação, foram as fontes e ribeirões naturais. Como aponta Savelli (1964), as fontes de água que abasteciam a população no final do século XVI e início do século XVII eram restritas a duas nascentes: uma cujo local não foi identificado, mas sabe-se que suas águas corriam para o Tamanduateí, e outra localizada atrás da residência de Joanne Annes, na altura da Rua Nova de São José¹, entre o beco do Acu² e a Rua Direita, que na época se prolongava até a Líbero Badaró, pois a Praça do Patriarca não existia.

¹Atual Rua Líbero Badaró

²Atual Avenida São João

Como todos os moradores recorriam a elas, formavam-se filas enormes de pessoas portando vasilhames para buscarem água (BRUNO, 1984).

Os estudos de Taunay citados por Bruno (1984) apontam que também a água de um ribeirão era utilizada para consumo da população. Essas águas provavelmente eram conduzidas por meio de um “aqueduto tosco ou de um simples rasgo no solo” até as bicas.

Porém, por conta da ocupação humana, esses locais se tornavam imundos em curto espaço de tempo, tornando as águas que ali corriam impróprias para o consumo. Não bastasse a falta de higiene, há ainda relatos de situações em que jovens eram encontrados em circunstâncias libidinosas, tanto é que em 1576 a Câmara decidiu “punir os mancebos que fossem flagrados nas fontes com atitudes indecorosas para com as mulheres”. Em 1590 foram estabelecidas multas para quem fosse encontrado nas fontes sem lá ter o que fazer. Posteriormente, em 1613, a mesma Câmara proibiu que jovens acima dos quinze anos frequentassem os locais de captação de água (SAVELLI, 1964 e BRUNO 1984).

Piratininga, primeiro nome de São Paulo, foi fundada pelos jesuítas José de Anchieta e Manoel da Nóbrega em 25 de Janeiro de 1554. Em carta enviada a Portugal eles descrevem o planalto de Piratininga como um lugar com “uma terra mui sadia, fresca e de boas águas”.

De fato São Paulo nasceu próximo a dois rios importantes para a população local: Anhangabaú e Tamanduateí. Na época de sua fundação, até pela pouca ocupação humana e consequente preservação ambiental, a carta dos jesuítas está correta em afirmar que São Paulo possuía boas águas. Porém, com o aumento populacional ao redor desses rios e seus afluentes, tais fontes foram degradadas e ficara evidente que Anhangabaú e Tamanduateí não conseguiriam suprir a demanda de água boa (própria para consumo) dos habitantes de São Paulo.

Desde sua fundação, em 1554, até 1744, a população paulistana recorria a fontes naturais para a obtenção de água, não há registro de obras ou melhorias no abastecimento. Este ritmo de quase dois séculos foi quebrado somente nessa última data com a construção do primeiro chafariz da cidade, como se narra na sequência.

4.2 A ERA DOS CHAFARIZES

Em 1744, por iniciativa do governo, foi contratado o pedreiro Cipriano Funtan para edificar um chafariz de pedra na paragem chamada Inhangavahu (sic). Porém esse chafariz ficou apenas no papel (SAVELLI, 1964). Bruno (1984) narra que o chafariz deveria ser edificado em pedra de cantaria e cal, chão lageado e duas pias de pedra, cimalha em pirâmide e cruz, de modo que ficasse vistoso.

De fato, a primeira obra de abastecimento de água em São Paulo foi executada em 1744 pelos frades do convento de São Francisco³. Consistia na adução de água do Anhangabaú para seu convento, e foi rapidamente estendida para a população por meio de uma fonte instalada na cerca de suas instalações (BRUNO 1984 e ALESP, 2006). Como o rio Anhangabaú nas proximidades do convento passa a um nível muito mais baixo, deve-se pressupor que suas águas foram captadas em pontos mais altos e afastados desse ribeirão, para que pudessem chegar ao convento por gravidade.

Logo a seguir, em 1746, os religiosos do recolhimento de Santa Tereza⁴ também executaram um aqueduto que consistia num rasgo no solo coberto de pedras soltas para levar água do Anhangabaú desde o atual bairro da Liberdade para suas instalações, mas suas águas não eram disponibilizadas para a população (SAVELLI, 1964). No mesmo ano, o Anhangabaú teve suas águas represadas próximo da nascente e as águas aduzidas formavam, no interior do núcleo central da cidade, os Tanques Municipal e de Santa Tereza (BROCANELI, 2007). O convento da Luz⁵ também executou obra de adução, levando água do Saracura para seu consumo. As águas que sobravam eram disponibilizadas para o consumo da população em geral (SAVELLI, 1964 e BRUNO 1984).

A primeira ação dos governantes a fim de prover água à população da Capital foi a instalação de torneiras e chafarizes públicos. Mas o fato é que o abastecimento de água nunca chegou a ser satisfatório (BRUNO, 1984 p. 649).

Obviamente esses poucos pontos de água não eram suficientes para suprir a demanda da população, que continuava a utilizar a água de bicas naturais e do já poluído rio Tamandateí. A situação era tão precária e o descaso era tal que,

³Atual Largo de São Francisco, onde funciona a Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo.

⁴No atual Largo do Carmo, no início da Avenida Rangel Pestana.

⁵Atual Mosteiro da Luz

segundo Savelli, em 1773 a câmara municipal só mandou reparar a bica do Acu⁶ após a morte de um cavalo na fonte. Somente em 1783 foi feita uma reforma na bica e foi solicitado que não se jogassem detritos no canal de adução da água, que era classificada como “mal cheirosa e horrenda” (BRUNO, 1984).

Pode-se inferir que naquele período, considerando-se a simplicidade das obras, não havia a necessidade de projetos ou produtos cartográficos associados. Se foi usado algum produto dessa natureza, o que não parece provável, não foram encontrados registros.

A partir da metade do século XVIII, novos chafarizes passaram a ser construídos: em 1774, o do Quartel⁷, suprido pelas águas do trecho alto do Anhangabaú; também pequenos *choros* da bacia deste modesto curso foram derivados para o tanque do Largo de São Francisco, e atenderam ao chafariz mais importante e mais lembrado do século XVII: o da Misericórdia, situado no largo de mesmo nome, na Rua Direita (Figura 1) construído, em 1792, pelo versátil Tebas⁸, com pedras da região de Santo Amaro, transportadas em canoas até o porto ao pé da ladeira Porto Geral ou o da Tabatinguera. Era um vistoso marco fontanário (Figura 2), encimado por uma esfera armilar e dotado de quatro torneiras, que, ao ser planejado, causou preocupação quanto ao volume d'água com que poderia contar na estiagem, ao desenvolvimentista que foi o governador Bernardo José Maria de Lorena⁹.

⁶A primeira notícia que se tem dessa bica é referente ao ano de 1773. O riacho do Acu descia do Largo Paissandu ao Anhangabaú.

⁷Onde hoje se situa o Tribunal de Justiça, na Praça Clóvis Bevilacqua.

⁸Joaquim Pinto de Oliveira, o escravo Tebas, foi responsável pela construção de obras importantes durante o século 18, como a torre da antiga Catedral da Sé, o obelisco do Piques, no Largo da Memória, o Chafariz da Misericórdia. Foi ele que talhou a pedra comemorativa da fundação do Mosteiro São Bento, ergueu o frontispício da Igreja da Ordem Terceira Carmo, este tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), entre outras obras.

⁹13º governador e capitão-geral da Capitania de São Paulo entre 1788 e 1798. Dentre outros feitos, em seu governo incentivou a produção e o comércio do açúcar, mandou construir o primeiro caminho pavimentado da Capital a Santos (a Calçada do Lorena), deu atenção à pavimentação de ruas, ordenou o levantamento da planta topográfica da Província pelo coronel de engenheiros Costa-Ferreira.

Figura 1 - Vista do Largo da Misericórdia, foto de 1862. - Militão Augusto de Azevedo
Fonte APESP

Figura 2 - Chafariz do Largo da Misericórdia desenhado pelo artista Miguel Arcanjo Benício Dutra (aquarela, 1810-1875)
<http://www.al.sp.gov.br/noticia/?id=259639>

Um ano antes, registra-se também o abastecimento com águas do córrego de Santa Luzia por meio de uma bica de mesmo nome, próximo da atual Rua Tabatinguera (BROCANELI, 2007). Outra, a bica de baixo, também chamada de bica

do Gaio, foi construída em 1800 na Rua de Baixo, próximo da esquina da Rua do Meio¹⁰ e aproveitava águas de um pequeno afluente do Anhangabaú (BROCANELI, 2007).

Apesar do aumento no número de chafarizes, chegou-se ao século XIX com o abastecimento de água na cidade sendo um problema crônico, causado pela falta de mananciais de qualidade, pelo desleixo com os poucos mananciais disponíveis, pela ausência de investimento e obras públicas mal planejadas e mal executadas.

Um ofício dirigido à Câmara em 1810 solicitava que fosse efetuado o conserto no encanamento do Tanque das Freiras¹¹ que derivava para um reservatório d'água localizado na Rua do Príncipe¹² – construído alguns anos antes. Em 1817, mandava-se colocar guia de cantaria nessa caixa, para evitar perdas. Em 1812, uma ata da Câmara alertava para a vazão insuficiente do chafariz da Misericórdia, o único de que se valia a cidade. Uma das alternativas aventadas foi a de se aproveitar as águas do ribeirão Cambuci para dois novos chafarizes (SAVELI, 1964), coisa que não aconteceu, pelo que se pesquisou.

O Tanque do Zuniga ou Zunega abrangia a área entre o Largo do Zuniga¹³ e o início da Rua dos Bambus¹⁴. Nesse local há registros da construção de um chafariz, ora denominado Chafariz do Tanque do Zuniga, ora denominado Chafariz do Paissandu. Brocaneli (2007) data a inauguração do tanque e do chafariz como sendo em 1822; Bruno (1984) relata que uma Ata da Câmara Municipal chamava o local de Praça das Alagoas, talvez por ter sido inundada pelas águas do tanque. É provável que o tanque já existisse no local antes de 1813, tendo sido melhorado e ganhado o chafariz em 1822.

O chafariz situado na esquina do Beco da Casa Santa¹⁵ também não funcionava como o esperado: no início do século XIX fornecia água por duas bicas. Ocorre que após o entardecer as águas não eram aproveitadas, pois o local tinha fama de mal-assombrado (SAVELI, 1964).

¹⁰ A bifurcação das ruas de Baixo e do Meio atualmente formam a Praça Carlos Gomes, nas proximidades da Igreja de São Gonçalo.

¹¹ A Rua da Freira é a atual senador Feijó.

¹² Atual Rua Quintino Bocaiuva, que também se chamou Rua da Cruz Preta e Rua Conego Tomé.

¹³ Atual Largo do Paissandu, mais precisamente onde hoje se encontra a Igreja de Nossa Senhora do Rosário dos Homens Pretos.

¹⁴ Atual Avenida Rio Branco

¹⁵ Rua Riachuelo

Em 1814 construiu-se junto ao patamar da pirâmide da Memória (Figura 3), o Chafariz do Piques (Figura 4), derivando a adução do Tanque Reúno¹⁶ – alimentado pelo Saracura – para o Jardim Botânico da Luz.

Apesar de tudo, ainda em 1828 os registros municipais recriminam a falta d'água e o desmantelamento dos chafarizes (SAVELLI, 1964).

Figura 3 - O Largo e a Ladeira da Memória em 1862, onde havia um chafariz, na parte mais baixa

Fonte: MCSP – Museu da Cidade de São Paulo, s.d.

¹⁶Também chamado de Tanque do Bexiga.

Figura 4 - Chafariz do Piques ou da Memória
Fonte: RODRIGUES, José Wash(s.d.)

Brocaneli (2007) levanta dúvidas sobre a existência da fonte da Vila Mina a partir de 1822. Seus estudos indicam que a localização dessa fonte se dava nos jardins do Palacete da Vila Itororó. A Vila Itororó foi inaugurada em 1922¹⁷, portanto não parece provável que já houvesse uma fonte no local cem anos antes, mas cabe ressaltar que a nascente do Itororó situa-se na mesma região, um pouco mais acima.

Entre os anos de 1820 e 1840 inaugurou-se o chafariz do Largo da Pólvora (1822), que tinha o fornecimento de água interrompido caso viesse a faltar água nos chafarizes centrais, o chafariz do Largo do Brás (1825), em frente à porta principal da igreja Bom Jesus de Matosinho, e reformou-se a Bica dos Ingleses (1831), próximo ao cemitério dos aflitos¹⁸. Nesse período também ocorreram modificações

¹⁷ Situada entre a atual 23 de Maio e a Maestro Cardim, em sua parte inicial.

¹⁸ Próximo ao Largo da Liberdade e Rua dos Estudantes.

nas águas do convento de São Francisco¹⁹: em 1828 foi removida a cerca para que a população passasse a usar a água, e em 1832 foi edificado um chafariz em frente à Rua da Freira²⁰.

No mesmo período, mais precisamente em 1831, surgiram os primeiros relatos da Bica do Moringuinho, localizada em um caminho que deu origem à atual Rua Jaceguai. Duas foram as tentativas de particulares para apoderar-se da área onde se localizava o beco de acesso à bica, mas ambas fracassaram. Em 1883, o proprietário de um terreno vizinho à bica cedeu ao município uma área para que fosse aberta uma rua a fim de facilitar o acesso público à bica, mas mesmo assim nada se fez.

O Chafariz do Miguel Carlos²¹, cujas águas eram consideradas de excelente qualidade, foi executado em 1847, vinte braças abaixo da bica de mesmo nome já existente.

O reservatório existente na Rua dos Príncipes (já chamada de Cruz Preta²²), não tinha capacidade para reter água em quantidade suficiente, sendo que no ano de 1858 um novo reservatório foi construído a mando do governo provincial por trabalhadores alemães. A nova caixa d'água "ficava em um subterrâneo, com duas torneiras nas paredes dos fundos" (BRUNO, 1984). Uma torneira instalada na parede da residência do Major Manoel Rodrigues Jordão, cujo primeiro registro é de 1861, ficou conhecida como Chafariz dos Quatro Cantos, por estar localizada no cruzamento das Ruas São Bento e Direita, antes da abertura da Praça do Patriarca (AMARAL, 1980).

Em 1863 foi construído o primeiro chafariz do Campo da Luz, que "tinha seis palmos de altura e era alimentado por uma vertente de água potável perto do portão de entrada do Convento da Luz" (BRUNO, 1984). A região do Campo da Luz recebeu outros três chafarizes, em 1870, 1875 e 1881, sempre em substituição ao anterior que havia ficado inservível.

As águas do novo reservatório da Cruz Preta passariam a abastecer três novos chafarizes, que seriam construídos no ano de 1864: o do Largo do

¹⁹ Ao longo dos anos este chafariz recebeu diversos nomes: Chafariz de São Francisco, Chafariz da Rua da Freira, Chafariz da Liberdade e Chafariz do Curso Jurídico. Além das alterações já mencionadas, consta ainda outra "inauguração" no ano de 1865.

²⁰ Atual senador Feijó

²¹ Na rua desse nome, atual Florêncio de Abreu

²² Atual Quintino Bocaiúva com a Barão de Paranapiacaba.

Pelourinho²³, o do Largo de São Bento e o do Largo de São Gonçalo²⁴, sendo que este último nunca chegou a ser edificado (BRUNO, 1984 e BROCANELI, 2007). Algo precisa ser esclarecido nesse relato, pois a Cruz Preta situa-se em nível mais baixo que os Largos do Pelourinho e de São Gonçalo. Uma hipótese é que a água que abastecia esse reservatório (vindo da Liberdade) fosse desviada parcialmente para esses dois reservatórios.

Em 1872 foi inaugurado o Chafariz do Largo do Palácio²⁵, provavelmente também abastecido pela caixa d'água da Cruz Preta. Este foi o último chafariz público antes da implementação da rede de distribuição de água pela Companhia Cantareira.

Entre 1744 e 1872, a cidade de São Paulo se utilizou de dezenove bicas e chafarizes e cinco tanques para suprir o consumo de água da população, conforme se verifica na Tabela 1, que sintetiza as informações apresentadas neste capítulo sobre as estruturas de abastecimento de água até o ano de 1874, ou seja, antes do Sistema Cantareira. Ademais, elaborou-se para o presente trabalho a Figura 5, que espacializa esses chafarizes e tanques sobre um mapa que representa São Paulo nesse período.

²³ Atual Largo Sete de Setembro

²⁴ Atual Praça João Mendes

²⁵ Próximo ao atual Pátio do Colégio.

Inauguração / primeiras notícias	Nome	Localização	Reformas	Desaparecimento	Observações	Bacia ou córrego
1744	Água da cerca de São Francisco	Largo de São Francisco – Dentro da cerca do convento de São Francisco, na subida da Rua Santo Amaro.	1828 – Derrubada da cerca para uso comunitário. 1832 – Reedificado em frente à Rua da Freira. 1864 – Nova reedificação, pressupõe-se, no Largo.	1876	Primeiro chafariz de São Paulo. Esta fonte abasteceu os frades no período de 1744 a 1828 e depois foi “aberta” ao público. Também denominado Chafariz do Curso Jurídico. 1831 – Denominado Chafariz da Liberdade. Diversos foram os nomes desta fonte: Chafariz de São Francisco; Beco da Santa Casa; Chafariz da Rua da Freira, sendo em 1840 denominado também de Chafariz da Liberdade. O desaparecimento ocorreu devido à demolição do paredão do lado nascente da faculdade, para o alargamento e terceiro rebaixe da Rua da Freira, esquina do Beco da Santa.	Anhangabaú
1746	Tanque Municipal e Tanque de Santa Teresa	Tanque Municipal – Localizava-se junto à Rua João Julião. Tanque de Santa Teresa – Ficava na parte mais baixa da Rua Santa Madalena, a 240 metros abaixo do primeiro.		Não há registros	Foram estas as primeiras alternativas de abastecimento das fontes da cidade. 1864 – Os estudos para abastecimento e regularização dos chafarizes da cidade através das águas destes dois reservatórios constataram que não haveria volume suficiente para tanto. O Tanque de Santa Teresa também era denominado o Açude	Os tanques Municipais e de Santa Teresa eram formados pelas nascentes do rio Anhangabaú e situavam-se no antigo morro do Caaguaçu, na altura do Paraíso.

					das Freiras, pois abasteceu primeiro o recolhimento das freiras e, a exemplo das águas dos frades de São Francisco, encaminhava as sobras, que neste caso desaguavam no rio Tamanduateí.	
1750	Fonte do Convento da Luz	Convento da Luz		Não há registros	As águas que excediam o consumo do convento eram disponibilizadas à população.	Córrego Saracura
1773	Bica do Acu	No cruzamento da Rua do Seminário e com a Rua Brigadeiro Tobias.	1783 – Foi efetuada reforma com recomendações a respeito do canal de condução das águas, na tentativa de preservar a qualidade da água.	Não há registros	1791 – A água da Bica do Acu foi considerada perigosa pelo químico Bento Sanches D'Orta; 1877 – O mapa de Jules Martin a registra como Chafariz da Rua Alegre.	Córrego Yacuba – Tinha por principal cabeceira as águas advindas da lagoa conhecida como Tanque do Zuniga ou Zunega, situado no futuro Largo do Paissandu. O Córrego do Yacuba recolhia em seu trajeto, entre outras águas, a água da Bica do Acu.
1774	Chafariz do Quartel	O Quartel localizava-se entre as Ruas do Quartel (Onze de Agosto), Tabatingüera, do Trem (anteriormente detrás do quartel e, depois de 1907, Anita Garibaldi), Travessa do Quartel (absorvida pelas Praças da Sé e Clóvis Bevilacqua) e Rua do Teatro (Irmã Simpliciana).	1826 a 1831 – Diversos reparos devido às formigas que abalavam as canalizações. 1832 – Transferido para um pouco mais adiante.	1865	1857 – Registra-se que não há água. 1859 – Foi limpa por duas vezes a bacia do chafariz atrás do Quartel. 1865 – Foi desativado com vedação em tijolos, mas deixou-se a possibilidade de acesso para religação.	Anhangabaú
1791	Bica de Santa Luzia	Próximo à Rua Tabatingüera		1920 / 1930	Era uma das águas mais puras da cidade, na análise de Bento Sanches D'Orta, em 1791.	Tamanduateí
1792	Chafariz do Largo da Misericórdia	Largo da Misericórdia	1864 – Restauração: não vertia água	Não há registros	Captava água límpida do Anhangabaú, à altura da atual Rua Santa Madalena. Também era chamado de Chafariz do Chá.	Anhangabaú
1800	Bica de Baixo	Entre a Rua de Baixo e a Rua do Meio		1896	Também chamada de Bica do Gaio. Rua de Baixo: chamou-se	Anhangabaú

					<p>originalmente Rua do Rego, depois Rua Santa Cruz e posteriormente Rua de Baixo, sendo a atual Praça Carlos Gomes; Rua do Meio: é a atual Rua Rodrigo Silva; Rua de Cima: é a atual Rua da Liberdade.</p> <p>1896 – a Bica de Baixo, modesta contribuinte do córrego do Anhangabaú, desapareceu em conjunto com o rio.</p>	
1810	Caixa d'água da Rua dos Príncipes	<p>Rua dos Príncipes, possivelmente antiga Rua da Caixa d'água.</p> <p>Atual Rua Quintino Bocaiuva</p>	1864		<p>A caixa d'água da Rua dos Príncipes era a provável fonte de abastecimento do chafariz do Largo do Palácio.</p>	
1813	O Tanque e o Chafariz do Zuniga	<p>O tanque abrangia o espaço entre o local em que está presentemente a Igreja de N. S. Do Rosário dos Homens Pretos e o início da Avenida Rio Branco (antiga Rua dos Bambus).</p> <p>1855 – 1856: Foram executados o dessecamento e o aterro do Tanque do Zuniga, promovendo a salubridade desejada pelos moradores da região, e algum embelezamento no local.</p>	<p>1859 – Pedidos de conserto.</p> <p>1862 – Pedidos de reforma devido aos buracos junto à linha do encanamento, “verdadeiros precipícios”.</p> <p>1865 – Foi efetuado limpeza no canal, no tanque e em uma das bicas que se encontrava entupida.</p>	1881	<p>O Tanque do Zuniga também foi conhecido por Praça das Alagoas, devido aos vários lagos existentes no local.</p> <p>O melhoramento foi feito de forma que as nascentes que alimentavam o Tanque do Zuniga foram aduzidas em encanamento de ferro até a Rua Paissandu (mais ou menos nos fundos da Farmácia Romano), onde se ergueu um chafariz com bebedouro para animais denominado Tanque do Zuniga.</p> <p>1875- O jornal noticia que o Chafariz do Tanque do Zuniga será destruído.</p> <p>1877 – O mapa de Jules Martin ainda o registra como Chafariz do Paissandu.</p> <p>1881 – Provavelmente desapareceu junto com tantos outros devido à inauguração das interligações no sistema de</p>	<p>Esta lagoa produzia dez polegadas de água, que escoavam por antigo leito cavado, desde tempos imemoriais, na direção da atual Rua do Paissandu, adiante recebiam a contribuição da célebre Biquinha do Acu, indo em seguida confluir perto da Rua Florêncio de Abreu (então Miguel Carlos) com o Ribeirão Anhangabaú</p>

					abastecimento da Cia. Cantareira.	
1814	Chafariz do Piques ou da Memória	Largo da Memória			Após abastecer a “bacia da Pirâmide”, as águas eram aduzidas através do Morro do Chá e do bairro de Santa Ifigênia para alimentar o lago central do Jardim Botânico – hoje Jardim da Luz; a bacia da Pirâmide operava como reservatório do Chafariz do Piques ou da Memória.	Águas derivadas do Tanque Reúno e a princípio espalhavam-se pela margem esquerda do Anhangabaú, junto à ponte do Lorena, na baixada do piques (hoje Praça da Bandeira).
1822	Chafariz do Largo da Pólvora	Situava-se na reentrância das edificações entre as Ruas Américo de Campos e Tomás Gonzaga.	1873 – Reconstruído devido à fragilidade de seus materiais.	1880	1880 – Devido à decisão da comissão de obras públicas de remodelar o Largo da Pólvora, aparentemente foi demolido o chafariz nesta ocasião.	
1825 /	1825 /	No Largo do Brás, atual Largo da Concórdia.	1851 – Consertado sem ampliações. 1867 – Restauração e melhoramento 1873 – Ampliação dos serviços 1881 – A Cia. Cantareira instala um chafariz de ferro fundido em substituição ao existente.	1893	O Largo do Brás passa a chamar-se Largo da Concórdia após 1865. 1893 – Foi retirado o chafariz de ferro fundido quando a Cia. Cantareira o desativou para que todos os logradouros fossem obrigados a se ligarem à rede de abastecimento.	Afluentes do Tamanduateí 1881– Chafariz interligado ao sistema de abastecimento da Cia. Cantareira.
1831	Bica dos Ingleses	A Bica dos Ingleses localizava-se adiante do Beco do Rath, no lado oposto do portão do Cemitério dos Aflitos.	1831 – A nascente recebeu revestimento externo – aproveitando-se de “telhas de cantaria” que não fariam falta às obras do Chafariz da Liberdade – aqui já descrito.	Não há registros	O desaparecimento da Bica dos Ingleses deve-se à transformação da colina – em que se situava o casarão da chácara dos ingleses, em suave ladeira ao nível das Ruas Conselheiro Furtado e Tomás de Lima –, posto que, cavado o terreno, a Bica dos Ingleses desapareceu. O Beco do Rath era a antiga Rua dos Ingleses e atual Américo de Campos. O Cemitério dos Aflitos foi o	Anhangabaú

					primeiro que se construiu em São Paulo.	
1831	Bica do Moringuinho	Atual Rua Jaceguai			1883- Construção de uma rua para facilitar o acesso.	Afluentes do Anhangabaú
1847	Chafariz do Miguel Carlos	Antiga Rua Miguel Carlos, posteriormente denominada Rua da Constituição e atualmente Rua Florêncio de Abreu; situava-se na altura da futura Rua Paula Souza.	Estava sempre em conserto, no mínimo dez registros históricos de restauração.	1881	Considerada água puríssima em 1791 por Bento Sanches D'orta; 1881 – é desativado devido à interligação “obrigatória” das edificações à rede pública do Sistema Cantareira, com abastecimento gratuito até meados de 1882.	Afluentes do Anhangabaú
1861	Chafariz dos Quatro Cantos	No cruzamento existente entre a Rua São Bento e a Rua Direita, antes da abertura da Praça do Patriarca, daí a denominação “Quatro Cantos”.		1867 – Último registro.	Este chafariz era apenas uma torneira instalada na parede da casa do Major Manoel Rodrigues Jordão.	
1863	Chafarizes do Campo da Luz	Chafariz I – Em frente à futura Rua Dr. Jorge Miranda, 1863. Chafariz II – Altura do número 164 da Avenida Tiradentes, 1870 – 1874. Chafariz III – Em frente ao jardim público onde hoje se encontra o monumento erguido em 1934 à memória do arquiteto Ramos de Azevedo, encomendado em 1875. Chafariz IV – Instalado no mesmo lugar do terceiro e construído pela Cia. Cantareira, em 1881.		1893	Os chafarizes desapareceram, como descrito abaixo: Chafariz I – 1869; Chafariz II – 1876; Chafariz III – Desapareceu em conjunto com as obras que preparavam o Campo da Luz para as adutoras vindas da Cantareira; Chafariz IV – 1893, com a exigência de interligação das edificações ao Sistema Cantareira.	

1864	Chafariz do Largo do Pelourinho	Largo do Pelourinho – hoje Sete de Setembro.				
1864	Chafariz do Largo de São Bento	Largo de São Bento			Segundo consta não era um chafariz, mas sim “uma pena-d’água de ferro fundido”.	
1872	Chafariz do Palácio	Antigo Largo do Palácio, esquina da travessa do Colégio – Atual Pátio do Colégio.		1890/ 1900	Era um marco fontanário desses em formato de pilar, com torneira ao centro e tanque na base. Desapareceu junto com o Largo do Palácio, esquina da travessa do Colégio, que foi demolida no último decênio do século XIX.	
Sem data	Tanque do Reúno	Advindo das cabeceiras do rio Saracura, na atual Rua Rui Barbosa.		Não há registros	O rio Saracura teve suas águas represadas, formando o Tanque do Reúno. A literatura consultada também o chama de Tanque no Bixiga, porém o mappa de 1850, de Gastão Cesar Bierrembach de Lima, apresenta dois tanques, um no saracura e outro no bixiga.	
Sem data	Tanque do Arouche	No Largo do Arouche		Início do séc. XX	Desde que Francisco Taques Alvim deixara de ser arrendatário daquelas águas, ninguém se atrevia a matar a sede no tanque, pois até animais mortos passaram a ser encontrados por lá.	As águas transbordadas do tanque formavam o córrego Carvalho.

Tabela 1 - Estruturas de abastecimento de água
Adaptado de Brocaneli (2007) e ampliado pelo autor.

Figura 5 - Estruturas de Abastecimento de água (chafarizes e tanques) desenhados sobre o mapa elaborado por Gastão Cesar Bierrembach de Lima representando a cidade na época

A disputa pela escassa água disponível fazia com que os chafarizes fossem locais de grande aglomeração de pessoas. Segundo Bruno (1984), eram constantes as desordens causadas tanto por escravos que se reuniam nos chafarizes para beber água quanto pelos chamados “aguadeiros” – pessoas que lucravam com a venda de água retirada de chafarizes e rios, carregada em pipas transportadas por carroças e entregue nas residências e comércios pelo preço de 40 a 80 réis o barril de 20 litros (ALESP, 2006). Os aguadeiros, que vendiam e entregavam água em domicílio, não permitiam que escravos ou outras pessoas se utilizassem da água enquanto as pipas deles não estivessem cheias. Fato é que as vítimas dessas desordens eram os próprios chafarizes, que sempre acabavam danificados (BRUNO, 1984).

Não bastassem os danos acidentais causados aos chafarizes, por muitas vezes o motivo da indisponibilidade dos mesmos era o furto das torneiras e canos além de serem depredados intencionalmente (BRUNO, 1984).

Ainda de acordo com os estudos de Bruno, com base nas Atas da Câmara Municipal de São Paulo, a depredação, acidental ou não dos chafarizes, era o problema de menor gravidade para o abastecimento de água. A contaminação das águas por impurezas tornava a água imprópria para o consumo. Essas contaminações, em grande parte eram causadas pelos hábitos da própria população, que utilizava tanques de armazenamento de água potável para se banhar, nadar e lavar roupas.

Se os problemas de abastecimento de água da Capital estivessem restritos à depredação dos chafarizes e impurezas causadas por hábitos da própria população, as medidas tomadas pela Câmara Municipal - como citadas por Bruno, ou seja, o pedido do reforço do policiamento em chafarizes e a elaboração de uma postura proibindo a lavagem de roupas no Tanque Reúno - poderiam solucionar o problema sem que fosse despendido grande esforço ou investimento.

4.3 A FALTA DE PROJETOS E PEÇAS GRÁFICAS AUXILIARES

Conforme mencionado as tentativas de melhorar o abastecimento de água na cidade de São Paulo esbarravam muitas vezes no mau planejamento das obras. Como fator para o mau planejamento está também a falta de produtos cartográficos,

sendo que a primeira planta topográfica da cidade de São Paulo foi executada somente em 1810.

Um fato que ilustra esta situação é o discurso²⁶ do Presidente da Província, José Thomaz Nabuco D'Araújo²⁷, que ao se dirigir a Assembleia Legislativa em 1852, relatava que:

(...) as obras e estradas se projetaram, se executaram, se acabaram, se consideraram perfeitas sem estudos gráficos, sem trabalhos preparatórios, sem plano, sem orçamento, sem intervenção e juízo dos homens da arte²⁸ (p.41)

Sobre a falta de estudos gráficos entende-se a falta da elaboração de plantas e perfis, além de levantamentos topográficos determinando desníveis, entre outras ações. Tudo isso colaborou para o insucesso das empreitadas. A falta de dados como referenciais (RN's) e curvas de nível nas plantas e mapas ajuda a entender, por exemplo, o completo fracasso da construção do novo encanamento tentado por Afonso Milliet²⁹ em 1852, que segundo Nabuco D' Araujo (1852, p. 52 e p. 53.), “não abastecia a Cidade Nova³⁰ e os arrabaldes paulistanos, como não podia nem mesmo remediar a situação do abastecimento na zona central”.

Saraiva³¹, em seu discurso para a Assembleia Legislativa em 1855, mostra preocupação com a obra, tendo em vista que a Província havia despendido grande quantia de dinheiro e o resultado era frustrante. Ao analisar as causas do insucesso e verificar se havia como corrigir as falhas, Saraiva obteve as seguintes informações: as vertentes tinham pouca água; não havia como fazer “nascerem” mais águas das

²⁶ Por força de lei, os governantes da Província eram obrigados a prestar contas à Assembleia Legislativa anualmente ou ao final dos governos.

²⁷ 20º Presidente da Província de São Paulo. Bacharel em Direito, foi promotor, juiz e desembargador. Governou São Paulo de agosto de 1851 a maio de 1852. É considerado um dos maiores estadistas de sua época, destacando-se por seu trabalho frente à instrução pública, cadeias e força policial, além dos progressos frente às obras públicas, que no período passaram a ter as esferas administrativa, técnica e fiscalizadora separadas.

²⁸ Como homens da arte, entende-se que se trataria de pessoas capacitadas no ramo de atividade, ou seja, na incipiente engenharia.

²⁹ Empresário e agente consular francês. Seu principal legado foi o sistema de iluminação pública que funcionava a gás de hidrogênio líquido.

³⁰ O Centro Novo, do outro lado do Anhangabaú.

³¹ José Antônio Saraiva, 23º presidente da Província de São Paulo. Bacharel em Ciências jurídicas e sociais, iniciou na vida pública como juiz municipal. Foi deputado provincial, senador do Império e presidente das Províncias de Piauí, Alagoas, Pernambuco e São Paulo, que administrou entre junho de 1854 e maio de 1855. Também foi presidente do Conselho e ministro da Fazenda. Autor da reforma da lei eleitoral de 1881, que ficou conhecida como “Lei Saraiva”.

vertentes, explicação que mostra o despreparo para fazer um cálculo simples de demanda e oferta (vazão dos córregos).

Nesse episódio podem-se observar dois fatos interessantes: a falta de planejamento, estudos e projetos minimamente elaborados para a construção das obras públicas, causada pela carência de profissionais e pela questionável capacidade técnica dos que aceitavam a empreitada. Fica evidente também a baixa disponibilidade de recursos hídricos para o abastecimento da cidade de São Paulo, em todas as imediações. Nesse caso específico, um bom estudo aliado a projetos e levantamentos topográficos minimamente qualificados certamente mostraria que a obra não deveria ser executada.

O Barão de Itaúna³², enquanto presidente da Província, no ano de 1869, mandou executar algumas obras de melhorias nos sistemas de encanamentos e nos próprios chafarizes. Essas obras consistiram basicamente na reforma das paredes do lago do Jardim Público³³, correção das cotas de encanamentos, substituição de ferros brutos por cabeças de leões em chafarizes, bem como o restauro das escadas e das bases dos chafarizes e a colocação de um filtro no tanque do Bexiga (BARÃO DE ITAÚNA, 1869).

Tais obras melhoraram a qualidade dos chafarizes e trouxeram mais comodidade às pessoas que se utilizavam deles para obtenção d'água. Apesar disso, a quantidade de água fornecida permanecia muito aquém do necessário.

Ainda em 1869, Paula Souza³⁴ afirmava que o abastecimento de água à Capital deveria sempre ficar a cargo do governo, sendo uma atividade lucrativa, uma vez que a água distribuída seria vendida à população.

³²Cândido Borges Monteiro, o Barão de Itaúna, formado em medicina. Foi vereador, deputado geral e presidente da Província de São Paulo de agosto de 1868 a abril de 1869. Também ocupou os cargos de senador e ministro dos Transportes.

³³ Atual Parque da Luz

³⁴Antônio Francisco de Paula Souza (1846-1917) foi engenheiro, professor e diretor da Escola Politécnica. Iniciou seus estudos em Engenharia no Politécnico da Universidade de Zurik. Por divergências com o diretor da escola, transferiu-se para outra instituição em Karlsruhe (na atual Alemanha). Quatro anos mais tarde, em 1867, recebe o diploma de engenheiro e regressa ao Brasil. Foi convidado por Joaquim Saldanha Marinho para organizar e dirigir a Repartição de Obras Públicas da Província de São Paulo. Paula Souza era progressista, antimonarquista e abolicionista. Em 1869 viaja aos Estados Unidos em busca de novos conhecimentos profissionais. Enfrenta grandes dificuldades e trabalha como carregador de algodão, operário e porta-mira (auxiliar de topógrafo), até conseguir um emprego de desenhista na ferrovia RochIslandan-St.Louis. Também atuou como professor de Matemática. Retorna ao Brasil e logo parte novamente para Suíça, onde se casa. Regressa ao Brasil e passa a atuar na construção de estradas de ferro. Eleito deputado, entre os anos de 1892 e 1893, exerceu três importantes cargos: presidente da Câmara Estadual de São

De acordo com a previsão do Barão de Itaúna, se fossem investidos 600 mil réis na construção dos encanamentos para trazer as águas da Cantareira à Capital, os juros anuais a serem pagos seriam de 36 mil réis. Considerando que das cinco mil casas existentes à época, a metade fosse abastecida por água e pagasse a taxa anual de 30 réis, o rendimento seria de 75 mil réis, ou seja, mais que o dobro do valor que deveria ser pago para a construção do encanamento (PAULA SOUZA, 1869). Esse raciocínio, envolvendo uma análise financeira de viabilidade, ainda que simplificada, mostra que começava a existir planejamento e projeto.

Apesar de comprovada a viabilidade técnica e econômica do projeto de Brunlees³⁵, ele ainda continuava no papel. Em 1868 foram realizados estudos para aumentar o volume d'água advindo do Tanque Municipal. O engenheiro Rietman³⁶ levantou uma planta, executou o nivelamento e perfis transversais que o auxiliaram a chegar à seguinte conclusão: "Desse tanque e das vertentes dele nunca se recebera uma importante quantidade de água, mas todavia não se aproveita atualmente nem a metade que existe ali" (apud PAULA SOUZA, 1869 p.46).

Fica clara aqui a ligação intrínseca entre o desenvolvimento dos sistemas de distribuição de água e a necessidade de planejamento e projeto que se materializam em levantamento e plantas (cartografia). O engenheiro Rietman utilizou-se de técnicas da topografia e estudos de vazão para concluir que as águas do Tanque Municipal³⁷, mesmo que aproveitadas em sua totalidade, coisa que não estava acontecendo, não seriam capazes de suprir a demanda da Capital.

A Inspetoria Geral de Obras Públicas, sob a chefia de Paula Souza, realizou ao longo de 1869 estudos para aumentar a quantidade de água oferecida pelo encanamento do Tanque Municipal. Os estudos indicavam que a reunião de todas as vertentes localizadas acima do Tanque Municipal, assim como melhorias no

Paulo, ministro de Relações Exteriores e, por um curto intervalo de tempo, ministro da Agricultura. Entretanto, pesaroso com as dificuldades políticas do governo de Floriano Peixoto, abdicou dos cargos administrativos, dedicando-se à formação da Escola Politécnica, que viria a ser inaugurada em 15 de fevereiro de 1894. Foi professor e diretor da Escola desde sua inauguração até o dia 13 de abril de 1917, quando veio a falecer.

³⁵James Brunlees (1816-1892), renomado engenheiro civil inglês, contratado para realizar as obras da estrada de ferro inglesa em São Paulo, foi responsável por elaborar o plano de captação das águas da Cantareira. Foi presidente do Instituto dos Engenheiros Civis de Londres

³⁶Henrique Rietmann, engenheiro europeu que veio trabalhar no Brasil a convite do seu amigo Antônio Francisco de Paula Souza.

³⁷O Tanque Municipal, formado pelas nascentes do rio Anhangabaú, situava-se no antigo morro do Caaguaçu, junto à Rua João Julião.

encanamento, no próprio tanque e na caixa d'água da Rua do Príncipe poderiam elevar consideravelmente a quantidade de água, passando de 14.066 litros para 109.780 em estado normal e 68.613 em tempos de seca. Também foram executadas obras no Chafariz da Misericórdia (DIAS, 1870).

Outra tentativa fracassada de aumentar a quantidade de água fornecida à população foi o aproveitamento das águas do Tanque do Bexiga. Essa obra seria executada utilizando canos de papelão e asfalto já disponíveis na Província. No entanto, tendo em vista que os canos de ferro já eram utilizados há algum tempo e que sua eficiência e durabilidade eram comprovadamente superiores, o uso dos canos de papelão e asfalto era o prenúncio do fracasso da empreitada, que realmente aconteceu.

O encarregado pela execução dos serviços foi engenheiro Azevedo Marques³⁸, que segundo as palavras do inspetor de obras era o único que estava na Capital e que tinha pouca experiência nesses trabalhos (PAULA SOUZA, 1869).

Assim como feito por Rietman, Azevedo Marques iniciou seus estudos com a elaboração de uma planta do encanamento existente e do “indispensável nivelamento”. Ocorre que o nivelamento feito por Azevedo Marques incorreu em erros grosseiros. A distância nivelada segundo Marques foi de 3.125,93 metros, mas ao conferir esse nivelamento o Engenheiro Rietman encontrou a distância de 2.938,00 metros. Além disso, a diferença de nível encontrada por Azevedo Marques difere da encontrada por Rietman em 8,249 pés ingleses³⁹, o que equivale aproximadamente a 2,51 metros em menos de três quilômetros de nivelamento (PAULA SOUZA, 1869, p. 47). Esse relato de Paula Souza pressupõe que os cálculos de Rietman eram mais precisos, por ser um engenheiro mais experiente.

A título de comparação, para avaliar a magnitude desse erro, pode-se servir da NBR 13.133 – Execução de levantamento topográfico. Essa norma estabelece as finalidades das classes de nivelamento e em seguida a tolerância. Para a classe II N, estabelece:

³⁸ Henrique Luís de Azevedo Marques (1825-1878) foi engenheiro militar, atuou na Capital paulista em obras como o Jardim Público, caixa d'água da Cruz Preta, chafariz Sete de Setembro. Teve sua capacidade contestada por Paula Souza. Há ainda uma dúvida quanto à autoria do projeto da torre de observação no Jardim Público, de cerca de 20 metros de altura, que pouco depois de sua construção saiu do prumo. Esse projeto é atribuído a Azevedo Marques, mas também a Antônio Bernardo Quartim.

³⁹ 1 Pé inglês – 30,48cm.

Nivelamento geométrico para determinação de altitudes ou contas em pontos de segurança (PS) e vértices de poligonais para levantamentos topográficos destinados a projetos básicos e executivos, como executado, e obras de engenharia (p.15).

Para a tolerância dos levantamentos dessa classe específica: $20 \text{ mm } \sqrt{K}$, onde K é a extensão nivelada em Km, medida em um único sentido.⁴⁰. Fazendo as contas, ter-se-ia um erro admissível de 35 mm. Ou seja, o erro cometido por Azevedo Marques, da ordem de 2,5 m, está muito acima do tolerável.

Tamanho erro, obviamente, impactou profundamente a obra. As tubulações foram assentadas seguindo os cálculos e indicações de Marques, e o que se viu ao final foi a total ineficiência do sistema (a água não chegava) devido principalmente à errônea diferença de nível entre os trechos, havendo inclusive alguns deles em que em vez de haver declive na tubulação, havia aclave.

Azevedo Marques não admitiu o erro e discordou dos valores apresentados por Rietman. Para dirimir quaisquer dúvidas um terceiro engenheiro, Habersham, refez o nivelamento de forma independente, e os resultados concordaram com os do levantamento de Rietman, confirmando a má qualidade do projeto e execução do trabalho de Azevedo Marques.

⁴⁰ Para que se tenha outro parâmetro, o erro tolerável no levantamento SARA, em 1930, era $10\text{mm}/\sqrt{K}$.

Figura 6 - Nivelamento do encanamento de águas para o Jardim Público⁴¹
Disponível em: <http://brazil.crl.edu/bsd/bsd/1009/000268.html>

A Figura 6 (muito ruim no original, bem como a 7 e a 8) apresenta uma seção transversal, cujo título é: *Nivellamento do Encanamento de agoas para o Jardim Público*. Foi encontrada no site *Center for Research Libraries – Global Resources Network*, junto com o relatório da inspetoria de obras públicas de autoria de Paula Souza, em 1869. O nivelamento não possui data de execução nem tampouco autoria, mas devido ao título e ao fato de estar anexado ao relatório de Paula Souza, conclui-se que o ano de execução deste nivelamento é mesmo o ano de 1869. Resta a dúvida quanto à autoria do referido nivelamento, seria o nivelamento de Azevedo Marques, de Rietman ou de Habersham? A dúvida será sanada logo mais, em função da extensão do trecho.

Embora a resolução da imagem não seja boa, é possível observar alguns dados importantes. O nivelamento inicia-se num tanque e segue até passar por um ponto denominado Pyramide (Figura 7).

⁴¹ O original da internet não apresenta boa resolução.

Figura 7 - Detalhe do Nivellamento, onde nota-se o ponto de partida do nivelamento no “Tanque” e a passagem pela “Pyramide”

O tanque em que se dá o início do nivelamento é o Tanque Bexiga, ou Reúno, conforme relato de Paula Souza, e ficava na atual Rua Nove de Julho, um pouco abaixo da Praça 14bis. A localidade Pyramide, é a Pirâmide do Piques, primeiro monumento construído na cidade de São Paulo. Sua construção data de 1814, tendo sido levantado para homenagear o governo provisório de São Paulo, chefiado pelo Bispo Dom Mateus de Abreu Pereira. Sua construção foi iniciativa do Marechal Daniel Pedro Muller, e a execução ficara a cargo de Vicente Gomes Pereira, conhecido pela alcunha de Mestre Vicentinho (AMARAL, 1980).

Junto ao obelisco, construiu-se o Chafariz do Piques ou da Memória, cujas águas eram aduzidas do tanque do Reúno, pela margem esquerda do Anhangabaú, próximo à ponte do Lorena (AMARAL, 1980).

No “Nivellamento” pode-se notar, ainda, que em seu último trecho o encanamento passa pelo Chafariz da Luz (Figura 8). Sabe-se que o Jardim Público ficava na região da Luz, ou seja, outra informação que reforça que este é mesmo o nivelamento ao qual se refere Paula Souza.

Figura 8 – Detalhe. Circulada em vermelho, a inscrição “Chafariz da Luz”

Para determinação da autoria do nivelamento, foi utilizada a escala gráfica em “Pez” presente na parte inferior do Nivelamento (Figura 9)

Figura 9 – Detalhe. Escala gráfica

Sabe-se que o percurso nivelado por Azevedo Marques foi de 3.125m, o de Rietman 2.938m, e o de Habersham confirmou este valor. Buscou-se então determinar qual a distância percorrida no nivelamento, tendo como padrão a escala gráfica.

A operação para obtenção das medidas foi realizada utilizando-se o AutoCAD, e a distância obtida na escala gráfica foi de 59,92 unidades (Figura 10).

Figura 10 - Medida da Escala gráfica

Figura 11 - Distância percorrida no nivelamento

O valor obtido no AutoCAD para a distância percorrida no nivelamento foi de 164,12 unidades (Figura 11). Na sequência, por meio de uma regra de três, determinou-se em pés a distância percorrida pelo nivelamento: $59,92/3500 \text{ pés} = 164,12 / x$.

Logo, a distância x percorrida pelo nivelamento foi: 9.586,45 pés. Transformando para metros, sabendo que um pé equivale a 0,3048m, obtém-se a distância de 2921,95 metros.

Assim, pode-se concluir que não se trata do nivelamento executado por Azevedo Marques. Parece tratar-se do levantamento de Rietman, que fez um levantamento para conferir Azevedo Marques, e que o trabalho de Habersham foi só de conferir as medidas e não realizar um terceiro levantamento, com trabalho de campo e desenho.

O caso é sintomático e mostra que ainda não havia segurança quanto aos levantamentos e seus resultados, sendo necessárias três medições, coisa que não poderia ser feita para todas as obras.

As obras no encanamento do Jardim Público, realizadas em 1869 e defeituosas desde seu nivelamento grosseiro, já apresentavam problemas graves menos de um ano após sua conclusão. O uso dos tubos de papelão revestidos de asfalto, o nivelamento dos tubos e a execução foram tão grosseiros e apresentaram tantos erros que causaram espanto a Luiz Pereira Dias, então Inspetor de Obras executadas por profissionais habilitados. A necessidade de reparos da tubulação ocorria quase que diariamente. A opinião do Inspetor de Obras era que, devido ao alto investimento feito, se usasse tal encanamento pelo tempo que dele se obtivesse serventia e que posteriormente se fizesse sua troca completa (DIAS, 1870). Outra melhoria nos encanamentos foi a instalação de 1760 tubos de ferro para o encanamento das águas, em 1875 (XAVIER⁴², 1875).

Apesar dos esforços feitos para tentar salvar os agonizantes chafarizes por meio de melhorias em seus encanamentos, as medidas tomadas, quando surtiam efeito, duravam pouco. Era preciso buscar alternativas mais robustas para o

⁴² João Teodoro Xavier (1828-1878) era jurista formado pela Academia do Largo de São Francisco, onde se tornou professor. Foi promotor público e procurador da Tesouraria da Fazenda. Foi presidente da Província de São Paulo entre dezembro de 1872 e maio de 1875.

abastecimento de água na Capital. Nesse sentido destacam-se as iniciativas de captação de água do Pacaembu e os estudos de Carlos Rath, apresentados a seguir.

4.4 O SISTEMA DE CAPTAÇÃO DO PACAEMBU

Durante a realização desta pesquisa no APESP, foi encontrada uma planta referente a um plano de abastecer parte da Capital com águas do córrego Pacaembu (Figura 12). Além dessa planta, nenhum outro registro acerca desse projeto foi encontrado na bibliografia consultada, de forma que não é possível afirmar se o projeto foi executado ou não. Pela ausência de registros, a hipótese mais plausível é que o projeto nunca tenha sido efetivado.

Analisando a planta encontrada é possível descobrir alguns fatos sobre este projeto. O projeto foi executado em 1856 pelo engenheiro inglês William Elliot⁴³, a pedido de Francisco Diogo Pereira de Vasconcelos⁴⁴, presidente da província à época.

⁴³ Engenheiro Inglês, chegou ao Brasil em abril de 1855, esteve envolvido em obras de abastecimento de água na capital marcadas pelo insucesso, realizou um encanamento em ferro fundido que, subdimensionado, não verteu água aos chafarizes.

⁴⁴ Francisco Diogo Pereira de Vasconcelos (1812 -1863) 24º Presidente da província de São Paulo. Formado em ciências Jurídicas na Academia do Largo de São Francisco. Foi ministro da justiça, juiz, chefe de polícia, e várias vezes deputado pela província de Minas Gerais. Foi presidente das províncias de Minas Gerais e São Paulo.

Figura 12 – Projeto de encanamento das águas do Pacaembu
Fonte: APESP

O projeto previa a captação de água de três tanques na região do Pacaembu, e adução por tubos de ferro até chafarizes que seriam instalados em 48 pontos da cidade. Havia duas zonas, hachuradas em verde, que não poderiam ser abastecidas pelas águas do Pacaembu. Realizando o registro e a sobreposição desse projeto a uma planta da cidade de 1929, é possível verificar a localização dos chafarizes e o caminhamento dos encanamentos. Os tanques se localizavam na região mais alta, nas proximidades do Estádio, e a tubulação seguia por onde hoje é a Avenida Pacaembu, atingia a Rua Conselheiro Brotero, convergindo à direita na Alameda Barros, por onde seguia pela Rua Frederico Abranches. Ao atingir o Largo do Arouche, a tubulação bifurcava. Um ramal seguia para a região da Santa Efigênia e outro para a região da Sé. Os resultados da sobreposição e restituição do projeto podem ser observados nas figuras Figura 13 e Figura 14 – **Projeto de captação do Pacaembu restituído sobre mapa de 1929**

Figura 13 – Detalhe Projeto de captação do Pacaembu restituído sobre mapa de 1929

Figura 14 – Projeto de captação do Pacaembu restituído sobre mapa de 1929

4.5 A TENTATIVA DE CARLOS RATH

Em dado momento daquele período, os engenheiros Carlos Rath⁴⁵ e Willian Elliot⁴⁶ chegaram a afirmar que seria possível abastecer a Capital sem a necessidade de buscar água na Cantareira. O Correio Paulistano, em sua edição de 2 de dezembro de 1863, menciona que os mananciais do Caaguaçu⁴⁷ seriam capazes de fornecer 6.705 galões⁴⁸, segundo Elliot, e 37.000 medidas⁴⁹, segundo Rath. Transformando para o Sistema Internacional, temos cerca de 30 m³/dia segundo os cálculos de Elliot e 37m³/dia segundo Rath. O artigo publicado nessa edição do jornal se utilizava de uma análise da planta da cidade para dar sustentação à afirmação de que crescimento do município ocorria nas freguesias da Sé e de Santa Iphigenia, ou seja, fazia certa projeção de crescimento e demanda, ainda que sem quantificar:

Um rápido exame da planta da cidade, um golpe de vista lançado sobre as circunstâncias topográficas da localidade em que está situada, a observação do grande número de edificações recentes, bem como a demanda e compra de terrenos para as bandas da Santa Iphigenia, revelam suficientemente ao espírito menos providente que a maior parte do progresso e desenvolvimento futuro de S. Paulo tem de realizar-se para esse lado.

Rath (1855) realizou um estudo sobre as águas potáveis da cidade de São Paulo em 1855. Nesse relatório afirma ser possível dobrar a quantidade de água fornecida pelos chafarizes de São Francisco, Santa Tereza e da Força⁵⁰, executando melhorias nos encanamentos (para evitar perdas), edificando tanques e reservatórios. Ressalta ainda que a melhoria nas “embocaduras” dos tanques também faria verter mais águas nos encanamentos já existentes, supondo, portanto, que muitas perdas se dariam nesses pontos:

“Além desses melhoramentos poderiam se fazer ainda outros para que com o mesmo encanamento pudesse haver mais abundância

⁴⁵ Carlos Frederico José Rath (1801-1876), alemão, chegou ao Brasil em meados de 1830. Foi engenheiro, médico, literato e pintor. Atuou, entre tantas obras, na construção do cemitério da Consolação e na canalização do rio Tamanduateí.

⁴⁶ Citado anteriormente

⁴⁷ Caminho que seria depois a Avenida Paulista

⁴⁸ 1 galão imperial equivale a 4,54609 litros.

⁴⁹ Acredita-se que 1 medida de água seja equivalente a 1 litro.

⁵⁰ No atual Largo da Liberdade

d'água, pois quando os erros cometidos nas embocaduras dos encanamentos e as imperfeições dos tanques são tão visíveis que qualquer pessoa de medíocre inteligência e bom senso pode observar que muitas águas se perdem (...)"

A afirmação de Rath sobre os erros cometidos nos encanamentos dos tanques evidencia a falta de capacidade técnica dos poucos engenheiros ou *práticos* atuantes na Capital, pois fica claro que os erros são tão primários que "qualquer pessoa de medíocre inteligência" poderia observá-los.

Rath critica a falta de zelo com as águas, que segundo ele eram contaminadas por sujeiras de todo tipo e pela presença de animais. Mesmo assim, faz uma análise acerca da qualidade da água e confirma que apesar do desmazelo é possível encontrar água "boa, saborosa e cristalina" em alguns pontos, e que em outros haveria água prejudicial à saúde por conter, por exemplo, grande quantidade de "cal/gesso". As análises feitas por Rath das águas das vertentes são físico-químicas, coisa rara na época, e mostram uma melhoria substancial para os projetos. Na Figura 15 é possível observar os resultados das análises. A coluna da esquerda se refere às águas do "tanque da cidade", também conhecido como Tanque Municipal, e a da direita às águas do chafariz do São Francisco. As análises consistiram em determinar a quantidade de carbonato de cal, terra silicosa e argilosa, carbonato de soda, sulfeto de soda, sulfeto de fósforo, cloreto de sódio e óxido de ferro. Não há indicação das unidades das medidas de concentração.

Resultados das análises que fiz.

<i>Água do Tanque da Cidade</i>	<i>Água do Chafariz do S. Francisco</i>
<i>Carb. de cal 0,084</i>	<i>0,091</i>
<i>Terra silicosa e argilosa 0,024</i>	<i>0,023</i>
<i>Carb. de soda 0,094</i>	<i>0,080</i>
<i>Sulf. de soda 0,033</i>	<i>0,034</i>
<i>Sulf. de potassa 0,016</i>	<i>0,018</i>
<i>Cloreto de soda 0,148</i>	<i>0,148</i>
<i>Oxido de ferro 0,051</i>	<i>0,167</i>
<i>0,453</i>	<i>0,558</i>

Figura 15 – Resultado das análises que Fiz (Rath)

Fonte: Rath, 1855

A parte mais interessante dos estudos de Rath é a intitulada: Algumas observações sobre a formação mineralógica da colina denominada Caaguaçu. Nessa seção ele inicia descrevendo as altitudes do local e dos tanques e chafarizes: o ponto mais alto localizava-se a 2960 pés (902,2m)⁵¹ sobre o nível do mar; as fontes do tanque da cidade⁵² a 2830 pés (862,6m)⁵³; o Largo do São Francisco a 2773 (845,2m)⁵⁴ e o da Sé a 2765 pés (842,8m)⁵⁵; o nível do Tietê a 2667 pés (812,9m)⁵⁶. Na continuação ele descreve as camadas que formam o solo e disserta sobre a influência que estas camadas exercem na presença de água. Rath sugere que a água do subsolo pode ser usada para abastecer a cidade.

Nada há mais plausível que uma descrição numérica e comparativa para se ter uma ideia das grandes quantidades de águas que percorrem as camadas das transversais abaixo de nossos pés e entretanto sabemos que falta água para beber na cidade e julgamos que é necessário buscá-la a 3 léguas de distância.

Entende-se que quando Rath menciona a necessidade de se buscar água a três léguas de distância (18 km) ele está se referindo às águas dos mananciais da Cantareira, e que, pelo contexto, trata-se de uma ironia.

Os estudos de Rath não se restringem à dissertação; ele produziu também um mapa cujo título é Mappa da Imperial Cidade de São Paulo (Figura 18). Esse mapa, como diz a inscrição logo abaixo do título, foi "Levantado particularmente para os meus ensaios geodésicos e hidráulicos" (Figura 16).

Figura 16 - Detalhe do Mappa Imperial da Cidade de São Paulo

⁵¹ Valor aproximado obtido no MDC = 818,0 m

⁵² Tanque Municipal

⁵³ Valor aproximado obtido no MDC = 784,0 m

⁵⁴ Valor aproximado obtido no MDC = 756,0 m

⁵⁵ Valor aproximado obtido no MDC = 752,0 m

⁵⁶ Valor aproximado obtido no MDC = 720,0 m

O mapa de Rath apresenta diversos córregos como o Cambuci de Cima, do Meio e de Baixo, Pequeno; Lavapés, Mandioca, Glória, Saracura, Bexiga. Além dos rios Anhangabaú, Tietê e Tamanduateí. Destaca-se que o autor insere dados relativos à qualidade das águas dos córregos com inscrições como: de boa qualidade, de cor branca e outras. Podem-se observar também anotações referentes às distâncias, que estão em metro, níveis, comprimento de tubulações e níveis d'água de reservatórios, anotações referentes à qualidade das águas, em azul, e em tom sépia distâncias entre trechos dos rios (Figura 17).

Figura 17 – Detalhe do Mappa Imperial da Cidade de São Paulo

Figura 18 – Mappa Imperial da Cidade de São Paulo. Rath (1855)
Fonte: APESP

Na parte inferior do mapa, abaixo da escala, há um esquema de captação, tanque e adução de água (Figura 19). Pelas inscrições, parece tratar-se de um projeto para captar águas do rio Pacaembu em dois pontos e aduzi-las por 550m até um tanque, talvez o do Arouche. Desse tanque a água seguiria até outro ponto não revelado, por 784 m.

Figura 19 – Detalhe do Mappa Imperial da Cidade, onde se observa um croqui de captação e adução de água

Sobre a escala, Cintra (2004), com base em distâncias conhecidas, calculou que a escala é de 1:10.000. Há uma escala gráfica em braças, mesma unidade de medida usada por Rath em sua dissertação, e outra em metros, unidade que ele usou em anotações feitas no mapa. A precisão das distâncias é o metro e a dos desníveis o centímetro, provavelmente em razão das conversões do sistema inglês para o sistema métrico⁵⁷.

Nove anos após a realização desses estudos, Carlos Rath, acompanhado de Felício Ribeiro dos Santos, procurou o então presidente da Província Francisco Ignácio Marcondes Homem de Mello⁵⁸ a fim de firmarem um contrato pelo qual se comprometiam a fornecer 80 mil medidas d'água à Capital.

Tal contrato foi firmado em 22 de julho de 1864. Ocorre que dois anos depois os mesmos empresários tornaram a procurar o governo provincial, conforme consta no Expediente Oficial publicado na edição de 24 de outubro de 1866 do Correio Paulistano, dizendo-se impossibilitados de cumprirem o contrato, visto que as vertentes não possuíam água suficiente para fornecer durante 24 horas as 80 mil medidas de água, que alimentariam os chafarizes a serem construídos, conforme previa o contrato. Dois engenheiros indicados pelo governo comprovaram que

⁵⁷ Trata-se da primeira referência, no que se sabe, ao sistema métrico. Os ingleses, no projeto da SPR (1862), talvez por imposição de projeto, também utilizariam essa unidade, apesar da forte tradição do sistema britânico, que perdura até hoje.

⁵⁸ 30º presidente da Província de São Paulo. Escritor, historiador e estadista. Administrou São Paulo entre março e outubro de 1864. Também foi presidente das Províncias do Ceará, Rio Grande do Sul e Bahia.

realmente a água das vertentes seria incapaz de suprir a demanda. Fica evidente que esses experientes engenheiros (Rath e Santos) deveriam ter feito essas medições antes de se comprometerem a esse fornecimento.

Ainda segundo o Expediente da presidência, por ocasião da ruptura do contrato, foi feito um acordo para que os empresários realizassem a restauração, com as devidas modificações que julgassem necessárias, do Chafariz da Misericórdia, e assim foi feito. Porém breve tempo se passou e o Chafariz voltou a ficar seco (CORREIO PAULISTANO ed. 3126. p.01).

Com esse contexto chega-se ao fim da era dos chafarizes e inicia-se a era do abastecimento com água encanada, através do Sistema Cantareira.

5 O SISTEMA CANTAREIRA

5.1 A EXPANSÃO DA CIDADE E DA SUA POPULAÇÃO

Embora a cidade de São Paulo tenha sido fundada numa terra de “boas águas”, conforme afirmaram seus fundadores José de Anchieta e Manoel da Nóbrega em 1554, com o passar do tempo e o aumento da demanda, o fornecimento de água em quantidade e na qualidade necessária para atender toda a população passou a ser um problema.

A população crescia em ritmo acelerado, de acordo com o que se observa na Tabela 2. Já no final do século XIX, esse crescimento populacional tomava um ritmo extraordinário; entre 1890 e 1893, por exemplo, a população mais que dobra.

Ano	População Total (Habitantes)
1766	3.828
1777	4.409
1794	9.539
1816	15.382
1818	24.024
1872	31.385
1874	31.634
1886	47.697
1890	64.934
1893	130.775
1900	239.820
1916	484.901
1920	579.033
1935	1.060.120
1940	1.318.519
1950	2.198.096
1960	3.781.446
1980	5.924.615
1991	8.493.226
2000	9.646.185
2010	10.434.252
2016	12.038.175

Tabela 2 - População no período analisado
Fonte: Taunay (1954) e IBGE – Censos demográficos⁵⁹

⁵⁹ Disponível em: http://smdu.prefeitura.sp.gov.br/historico_demografico/tabelas/pop_brasil.php

Esses mesmos valores são representados graficamente na Figura 20.

Figura 20 – População de São Paulo (1766-2016)

Para observar com mais detalhes a taxa de crescimento populacional, os dados foram separados em dois períodos, antes e depois de 1900. No primeiro deles (Figura 21), nota-se que no último quartel do século XIX houve um aumento populacional vertiginoso; a população passou da casa dos 31 mil habitantes, em 1874, para quase 240 mil, em 1900, um crescimento da ordem de 674% em apenas 26 anos. É importante lembrar que nesse período o café era a principal fonte de receitas e movimentava toda uma cadeia de indústria e serviços, e que a Capital do Estado concentrava a maior parte destas atividades.

Figura 21 – População de São Paulo (1766-1900)

A partir do século XX, o crescimento da metrópole passa a ser mais linear, ainda que com alta taxa, conforme se pode observar na Figura 22.

Figura 22 – População de São Paulo (1900-2016)

Soares⁶⁰ (1865) afirma que embora a população tenha crescido de quatro a seis vezes (sem determinar a partir de qual período), a quantidade de água era a mesma que dos “tempos mais remotos para uma população diminuta”.

⁶⁰ João Crispiniano Soares, (1809-1876), jurista formado pela Academia de Direito do São Francisco, onde se tornou professor, também foi político, atuando como presidente das Províncias de Mato Grosso, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. Foi ainda presidente da Câmara Municipal de São Paulo entre 1838 e 1847 e deputado geral por Mato Grosso.

Observando o mapa Crescimento da Cidade de São Paulo 1810-1897 (Figura 23), é possível identificar a expansão da malha urbana no século XIX. Assim como o aumento populacional, a malha urbana teve seu maior crescimento na última década do século, conforme se pode observar na Tabela 3.

Figura 23 – Mapa do Crescimento da Cidade de São Paulo 1810-1897
Fonte: Cintra, 2004

Ano	Área (km ²)
1810	2,58
1842	5,50
1868	6,30
1881	8,04
1890	13,61
1897	73,15

Tabela 3 – Área da Malha Urbana da Cidade de São Paulo
Adaptado de Cintra, 2004

Os rios Tamanduateí e Anhangabaú eram os principais provedores de água à Capital, mas a qualidade dessas águas já não era adequada ao consumo humano. Dessa forma, o poder público se viu obrigado a recorrer a outras fontes, riachos e ribeirões, na busca por água de qualidade, o que fez com que fosse preciso ir cada vez mais longe para captá-la (Fonseca, 2007). Primeiro tentaram-se as águas do Pacaembu, em seguida se exploraram as da Cantareira, Ipiranga, Cotia e depois dos mananciais além da Cantareira, isso já pensando nos tempos atuais.

Além das buscas por novos mananciais, a forma de distribuição da água também se mostrava ineficiente. Os chafarizes, ainda que fossem melhorados, não atenderiam a contento a população. Fazia-se necessária a distribuição de água diretamente nas edificações. Outra questão que já se mostrava importante era a coleta de esgotos.

De todas essas fontes possíveis de abastecimento, para efeito deste trabalho destaca-se a exploração do Sistema Cantareira. Justifica-se sua escolha pela importância que viria a assumir, dado que se transformou no maior sistema de fornecimento de água para Região Metropolitana do São Paulo (SABESP s.d.).

5.2 BREVE HISTÓRICO DOS ÓRGÃOS E EMPRESAS GESTORAS DOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA CIDADE DE SÃO PAULO.

Diante da complexidade das obras e serviços de distribuição de água e coleta de esgotos, o poder público precisou se organizar para garantir a qualidade dos serviços. A atitude inicial foi firmar um contrato com particulares para que fossem os responsáveis por executar as obras e explorar os serviços, mas posteriormente os serviços e obras sempre ficaram sob o encargo de órgãos vinculados ao governo.

Em 1877 surgiu a Companhia Cantareira de Águas e Esgotos⁶¹, primeira empresa que vingou com o objetivo de explorar os serviços de água e esgotos da Capital. A Cia Cantareira seria responsável por executar obras de captação, adução e distribuição de águas dos mananciais da Serra da Cantareira. Iniciaram-se os trabalhos e os materiais foram comprados da Inglaterra, sendo que em 1881 foram

⁶¹ Alguns autores se referem a ela como Companhia Cantareira e Esgotos, baseando-se na grafia errada de um dos mapas antigos da cidade.

concluídas obras capazes de atender o dobro da população existente à época (WHITAKER, 1952 citado por SABESP 2008b).

O primeiro reservatório da cidade, o da Consolação, teve suas obras iniciadas em 1878 e finalizadas em 1883, sendo inaugurado pelo então imperador Dom Pedro II. No mesmo ano, os primeiros edifícios na região da Luz passaram a ser atendidos com água encanada (SAVELLI, 1964). A partir daí os chafarizes começaram a ser desativados, com protestos da população, que passava a ter que pagar pela água.

Dez anos mais tarde os serviços da Companhia tornaram-se deficientes, instaurando uma grave crise de abastecimento marcada por grandes desperdícios nas zonas mais baixas e falta de pressão nas zonas altas. Pelo gráfico da Figura 20 pode-se ver que a população triplicou em 10 anos. Assim, em 1892 os serviços foram assumidos pelo governo do Estado, com a criação da Repartição de Águas e Esgotos da Capital – RAE (SABESP, 2008b e QUEIROZ, 1964), instituição que surgiu após a rescisão de contrato por parte do governo com a Companhia Cantareira de Águas e Esgotos pela lei nº. 62, de 17/08/1892 (MOTTA, 1937).

Como o governo do Estado assumiria essas atividades, optou-se pela criação da RAE através do decreto nº 152-A, de 31/01/1893 (MOTA, 1937). Por meio dela o governo ampliou a adução de água para os reservatórios da Serra da Cantareira e adquiriu várias propriedades da região com o intuito de preservar as nascentes locais. Essa área corresponde atualmente ao Parque Estadual da Serra da Cantareira (SAITO, 2002)

Para auxiliar na logística do projeto de expansão do sistema adutor, a RAE implantou em 1893 o Tramway da Cantareira, que ligava o bairro do Pari à Serra da Cantareira (SAITO, 2002). Esse trem, de bitola estreita (0,60m) passou depois a servir para o transporte de passageiros, tendo sido imortalizado como o "Trem das onze", na música de Adoniran Barbosa.

O abastecimento de água em 1883 era restrito aos mananciais (nessa Serra) do Ipiranga (aproximadamente 3.000 m³/dia) e Cantareira (outros 3.000m³). As primeiras medidas da RAE foram obras de ampliação nas captações e nas aduções dos dois mananciais. De forma que em 1894, a vazão média passou para 27.000 m³/dia (QUEIROZ, 1964).

Para se ter uma ideia do volume de obras executados pela Repartição, em seu início de operação o volume total de água disponibilizado para a Capital era de

3.000 m³/dia, e em 1958, quatro anos após a extinção da repartição, o volume era de 709.000 m³/dia (TONIOLO, 1986, citado por SABESP 2008a).

Apesar do volume de obras executadas e da gigantesca expansão, a Repartição ainda possuía limitações de cunho administrativo e defeitos operacionais (WHITAKER, 1952 citado por SABESP 2008). De acordo com Branco (1986) citado por SABESP (2008b), o abastecimento de água ainda era deficiente e a RAE não conseguia acompanhar o crescimento das necessidades da cidade. Somado a isso, sua estrutura administrativa impedia que sua finalidade fosse cumprida da maneira mais eficiente.

Como solução para esse problema, atendendo a uma reivindicação dos engenheiros da RAE e baseado em recomendações da V Convenção Nacional dos Engenheiros realizada em 1951 na cidade de Recife (PE), o governo paulista, por meio da Lei nº 2627 de 20/01/1954⁶², criou e organizou o Departamento de Água e Esgotos – DAE (FAINZILBER; PONTES, 1968 citado por SABESP 2008b).

De acordo com Whitaker (1954), a Convenção aprovou a proposta dos engenheiros da RAE que recomendava ao governo do Estado delegar às autarquias seus serviços de saneamento, para que as mesmas passassem a possuir personalidade jurídica e autonomia administrativa e financeira de modo que pudessem executar melhor os serviços de interesse coletivo.

O DAE foi responsável pelo saneamento nas cidades de São Paulo, Guarulhos, São Caetano do Sul, Santo André e São Bernardo do Campo (SABESP, 2008b).

Essa autarquia apresentou muitas melhorias em sua estrutura organizacional e administrativa e introduziu inovações tecnológicas visando a melhoria dos serviços prestados. Mesmo assim existia um quadro de déficit no abastecimento de água e coleta e tratamento de esgotos (SABESP, 2008b).

Em maio de 1970 o DAE foi substituído pela Superintendência de Água e Esgotos da Capital – SAEC (BRANCO, 1986 citado por SABESP 2008b).

A Constituição Federal de 1967 instituiu a figura jurídica da “Região Metropolitana”. No dia 07 de fevereiro de 1968, a Lei nº 10.058 criou a Companhia

⁶² Naquele período, o governador de São Paulo era Lucas Nogueira Garcez, engenheiro civil formado pela Escola Politécnica da USP, onde se tornou professor, recebendo o título de doutor em 1954 e de professor emérito em 1964. Antes de assumir o governo, foi secretário de Estado de Viações e Obras Públicas. Enquanto governador, inaugurou a Escola de Engenharia de São Carlos, da USP.

Metropolitana de Águas de São Paulo – COMASP, que era uma empresa de economia mista (SABESP 2008b). A COMASP representou a primeira grande mudança ocorrida no setor de abastecimento de água da RMSP. Os objetivos da COMASP eram captar, tratar e vender água potável aos 37 municípios que constituem a RMSP, inclusive ao DAE na Capital. Para isso deveria projetar, construir e operar toda a infraestrutura destinada a fornecer água das nascentes até as redes de distribuição das cidades, sendo que a distribuição ficaria na alçada da administração municipal (SABESP 2008a).

Dentre as obras realizadas pela COMASP destacam-se as obras do novo Sistema Cantareira, que foi inaugurado em 1974, já pela Sabesp, e que corresponde ao maior sistema de abastecimento da RMSP, produzindo 33 m³ de água por segundo, o equivalente a 49,2% do abastecimento da RMSP (SABESP 2008a).

A COMASP ficou responsável apenas pelo fornecimento de água aos municípios da RMSP, razão pela qual surgiu a necessidade de criação de uma nova empresa para realizar o afastamento, tratamento e disposição final dos esgotos. Diante desse quadro, em 6 de maio de 1970, por meio do Decreto-Lei nº 239, foi criada a Companhia Metropolitana de Saneamento de São Paulo – SANESP (VASQUES e ELIAS 1970).

SANESP e COMASP foram criadas nos mesmos moldes, podendo-se afirmar que a COMASP estava para a água assim como a SANESP estava para o esgoto.

O antigo DAE, que foi substituído pela Superintendência de Água e Esgotos da Capital – SAEC, passou a atuar especificamente no município de São Paulo, tornando-se o maior cliente de COMASP e SANESP (TONIOLO 1971).

A SAEC passou a ter autonomia financeira, não dependendo mais das finanças do Estado, o que possibilitou a realização de diversos estudos visando à melhoria administrativa e operacional da empresa. Esse projeto conseguiu avanços importantes, e na época da criação da Sabesp a fase da SAEC era altamente promissora (SABESP 2008b).

A Lei nº 119, de 29 de junho de 1973, criou a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo- Sabesp, o que representou a segunda grande alteração institucional no setor de saneamento no estado de São Paulo (SABESP 2008b).

O responsável por essa alteração foi o Plano Nacional de Saneamento – PLANASA, que visava o desenvolvimento do setor de saneamento no âmbito nacional e para isso dispunha de um fundo para financiamento da expansão e implantação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário (TONIOLO 1986, citado por SABESP 2008b).

Para ter acesso a esse fundo, o PLANASA previa a criação de empresas estaduais de saneamento de economia mista. Tal medida centralizava no Estado a organização dos serviços de saneamento. Assim cada estado criou sua empresa de saneamento, que deveria operar nos municípios por meio de concessões (TONIOLO 1986, citado por SABESP 2008).

Dessa forma o governo paulista criou a Sabesp, originada através da fusão de COMASP, SANESP, SAEC, além da absorção de parte dos patrimônios da Companhia de Saneamento da Baixada Santista – SBS, Companhia Regional de Água e Esgotos do Vale do Ribeira – SANEVALE e do Fomento Estadual do Saneamento Básico – FESB (SABESP 2008b).

A partir de então a Sabesp passou a operar primeiramente no município de São Paulo e depois no município de Botucatu, primeiro a conceder os serviços de saneamento à Empresa (CASCIONE, 1981).

Com o passar dos anos os municípios foram concedendo seus serviços de água e esgoto à Sabesp, sendo que no ano de 1977 a média de adesões foi de oito municípios por mês (SABESP, 2003, citado por SABESP 2008).

Em 2016 a Sabesp atende 28,6 milhões de pessoas no Estado de São Paulo, num total de 44,4 milhões, o que corresponde a 64,4% da população, com 235 estações de tratamento de água, 539 estações de tratamento de esgoto, 71 mil quilômetros de rede de água e outros 48,8 mil quilômetros de redes de esgotos (SABESP, s.d.).

5.3 SISTEMA PRIMITIVO

A utilização das águas da Cantareira era uma ideia frequentemente apresentada como parte da solução dos problemas de abastecimento que surgiam em função do crescimento da população. O primeiro projeto nesse sentido foi apresentado em 1863 pelo engenheiro inglês James Brunless. Contudo, em razão do seu alto custo, não foi executado (SABESP, 2008a).

O crescimento populacional, no entanto, agravava o problema de abastecimento de tal forma que levou a população a protestar contra a política de abastecimento. Victorino (2002) relata os protestos da população decorrentes da falta de água e a repercussão na mídia da época. Tais protestos exigiam do poder público uma solução para o problema.

A demanda se agravava ainda em função do contexto que se apresentava na segunda metade do século XIX, o qual compreendia diferentes e múltiplos fatores propícios ao desenvolvimento econômico. Dentre esses fatores, Saveli (1964) destaca a fundação do segundo Banco do Brasil, a instalação da primeira linha telegráfica, a criação do Banco Rural Hipotecário, a construção da estrada de ferro para Santos e depois estendida para Jundiaí. Essa conjunção de fatores, como destaca o autor, fazia de São Paulo o fulcro das comunicações ferroviárias. Lembra ainda que a base desse desenvolvimento era a cultura do café, que além de gerar divisas aos produtores, movimentava toda uma cadeia de comércio e indústria. A influência da cultura do café no desenvolvimento daquele período foi tão intensa que rendeu à Capital do Estado, como se sabe, o título de “metrópole mundial do café”. Os recursos do desenvolvimento agrário do Estado promoviam um intenso intercâmbio internacional, financiavam o desenvolvimento de empreendimentos mercantis na Capital e determinaram a vinda das classes dirigentes para residirem em São Paulo e não mais em suas fazendas.

Em 1871 foi assinado o contrato com o Engenheiro França Leite para a construção da primeira linha de bondes de tração animal, enquanto Glette e Nothman iniciavam os primeiros loteamentos urbanos da cidade, transformando o agreste Campo Redondo no elegante Campos Elísios. Em 1888 seria construída a Hospedaria dos Imigrantes (SAVELI, 1964). Enfim, era o crescimento urbano da Capital, que demandava obras de infraestrutura e aumentava o contingente populacional a ser atendido com o fornecimento de água.

As águas da Cantareira podiam ser a solução do problema, contudo Sebastião José Pereira (1876), então presidente da Província, em seu relatório apresentado à Assembleia Legislativa Provincial, citava as dificuldades enfrentadas para que se tirasse do papel o plano de encanar as águas da Cantareira.

“Sucedeu-nos o que sucedera a povos mais adiantados: a luta de interesses contrariados, a divergência de opiniões, a instabilidade das administrações e dificuldades outras, cuja enumeração é

escusada, fizeram abortar diversas tentativas de satisfazer o anseio popular” (p.4).

Somente em 9 de outubro 1875 o governo firma contrato com o Coronel Antonio Proost Rodovalho, o Major Benedicto Antonio da Silva e o Engenheiro Daniel Makinson Fox para que os estudos realizados 12 anos antes por Brunless começassem a sair do papel (PEREIRA, 1876).

O contrato estabelecido entre os empresários e a Província era válido pelo prazo de 70 anos, previa o abastecimento de água gratuita a prédios públicos e chafarizes, a construção de reservatórios, dos encanamentos e válvulas de incêndio. Ficava ainda estabelecido que as obras deveriam ser iniciadas em até 24 meses e concluídas em no máximo 18 meses após o seu início.

O abastecimento de água em São Paulo nunca havia sido coordenado pelo município. Desde os primeiros projetos de adução e distribuição, na década de 1840, coube à Província e mais tarde ao Estado a coordenação das políticas e ações (SILVA, 2014).

Assim, a atitude de conceder a particulares o direito de exploração da água na Capital, mesmo que com a promessa de solucionar a falta d'água, foi alvo de oposição por parte da população. A justificativa dos opositores era que as obras deveriam ser executadas pelo governo da Província, e que os valores cobrados pela água, na mão de particulares, seriam ou eram muito elevados. Por outro lado, a Província justificava a concessão citando o exemplo de outras cidades como Recife e Porto Alegre, que procediam dessa maneira; também alegava que a população poderia continuar a usar sem custo a água de outras vertentes que não fossem da Cantareira, por exemplo a dos chafarizes, inclusive dos seis novos que seriam construídos pelos concessionários (PEREIRA, 1876).

Nesse contexto, em 1877 foi organizada a empresa Companhia Cantareira de Águas e Esgotos, que tinha como objetivo explorar os serviços de fornecimento de água e destinação do esgoto da cidade de São Paulo, e que neste mesmo ano iniciou as obras para a captação das águas. Em função de problemas de perdas e vazamentos observados nas obras anteriores executadas pela Província, a nova Companhia providenciou a importação de materiais da Inglaterra (SABESP, 2008a).

Em 1881, o presidente da Província, Laurindo Abelardo de Brito⁶³, descreve como estava sendo construído o sistema para abastecer a Capital:

“Constam as obras essencialmente de duas presas d’água com tanques ou reservatórios de acumulação e clarificação, um reservatório geral de distribuição, um encanamento abastecedor e, finalmente, uma rêde de encanamentos distribuidores” (BRITO,1881).

Os reservatórios de acumulação e clarificação (Figura 24) ficavam fora dos atuais limites do Parque Estadual da Cantareira, no bairro de Vila Rosa, mais precisamente na Rua Gentile de Laet, 2500, e foram construídos entre 1877 e 1881. Essas represas artificiais foram construídas com tijolos, pedras e uma espécie de concreto e recebiam água dos córregos do Barro Branco, Guatemy (Iguatemi) (Figura 25) e Toucinho (Figura 26) (BRITO, 1881).

Figura 24 – Reservatório de Acumulação – 1893 (P. Doumet)
Fonte: APESP

⁶³ Laurindo Abelardo de Brito (1828-1885). Jurista formado pela Academia do Largo de São Francisco, foi promotor público em Castro e Curitiba. Foi professor e inspetor de instrução pública do Paraná. Também foi deputado da Província do Paraná, onde chegou a ocupar a presidência da Assembleia Legislativa, e presidente da Província de São Paulo entre fevereiro de 1879 e março de 1881.

Figura 25 – Represa do Guatemy – 1893 (P. Doumet)
Fonte: APESP

Figura 26 – Represa do Tucinho – 1893 (P. Doumet)
Fonte: APESP

Figura 28 – Reservatórios do Sistema Cantareira no final do século XIX.

A pedra fundamental do “reservatório geral de distribuição” foi lançada em 27 de setembro de 1878, na presença do imperador Dom Pedro II. Tratava-se da primeira caixa de abastecimento de água para a cidade, o reservatório da Consolação, que ficaria no alto do bairro de mesmo nome, em terras pertencentes até então ao major Benedito Antonio da Silva.

O reservatório continha duas câmaras com capacidade para armazenar 3.000 m³ cada. Assim, uma das câmaras funcionava como reservatório de acumulação e outra como de distribuição. As paredes do reservatório foram erguidas em alvenaria de tijolos, com as faces internas revestidas com asfalto. O revestimento do fundo foi executado com dupla camada de 0,30m de concreto coberta por mais duas camadas de asfalto de 0,127m de espessura (BRITO, 1881).

De acordo com Vilar (2007), para essa obra a Companhia Cantareira contratou o engenheiro inglês Henry Batson Joyner, que na condição de superintendente técnico da Companhia realizou o levantamento da planta cadastral da cidade de São Paulo (Figura 29) baseado em mapa anterior de autoria de Carlos Abrão Bresser, e foi o responsável pela construção de uma caixa d’água coberta localizada na então chácara do Capão, na Consolação. Segundo Vilar, apesar da caixa d’água ter sido considerada uma das principais obras da Capital devido à técnica construtiva inovadora da época, 13 anos após foi considerada superada e foi demolida. No seu local, em 1894, foi construído um novo reservatório pela então Repartição de Águas e Esgotos (Figura 30 e Figura 31).

Para Saveli (1964, p.84), no entanto, a construção da caixa de abastecimento da Consolação e os serviços prestados pela Companhia Cantareira representavam o equacionamento do problema “em dimensões que correspondiam ao imperativo da estuante (agitada, efervescente) conjuntura nova”. Como nova conjuntura, nesse caso, o autor se referia ao desenvolvimento urbano proporcionado principalmente pela pujança das lavouras de café.

Figura 29 – Planta da Cidade de São Paulo em 1881 elaborada pelo engenheiro da Cia Cantareira Henry Batson Joyner
Fonte: APESP

Figura 30 – Nova Caixa de Distribuição da Consolação
Fonte: APESP

Por essa figura (30), da nova caixa de distribuição (não a primitiva) pode-se perceber alguns detalhes: escala 0,01m – 2,00m, ou seja, 1:200, o que é bastante razoável para uma obra deste porte; Rua Vieira, hoje D. Antônia de Queiroz; existem duas seções transversais, onde é possível notar que a maior parte do reservatório localiza-se abaixo do nível do solo; o nível d'água fica na cota 790,70m, enquanto o solo possuía cota de 791,90m; o piso das câmaras encontravam-se na cota 786,68 m, com a profundidade de 4,02m; as câmaras, 15 no total, possuíam 49,10m de comprimento e 5,35m de largura, com o que dá para calcular o volume de armazenamento de 1.056m³ por câmara, totalizando 15.840m³. Observa-se que na parte superior há um poço de visita com 2,4 metros de profundidade onde se encontravam as três adutoras que alimentavam o reservatório. A partir do poço de visita a água seguia por três linhas de 0,60 cm de diâmetro até as câmaras; a saída d'água das câmaras se dava por três tubulações que ligavam as câmaras a três poços de visita. Desses poços a água era distribuída para a cidade em encanamentos de 0,15m e 0,30m. Nota-se também a presença de encanamentos de drenagem. Constata-se ainda uma certa padronização. Quem assina o projeto é José Pereira Rebouças. A data aproximada desse projeto é 1898, ano em que foi construído o novo reservatório.

Pode-se notar também que já há certa padronização, provavelmente fruto do Regulamento nº 5, de abril de 1868⁶⁴: uso das cores, escala métrica e com valores racionais (1:200), cotas em todas as dimensões, presença das seções transversais e hachuras indicando os diferentes materiais.

Para a Consolação eram aduzidas, por um “encanamento abastecedor” revestido interna e externamente de piche, com 14,470 Km de extensão e diâmetro de 0,305 m, as águas dos ribeirões represados nos reservatórios de acumulação.

A partir do reservatório da Consolação, tinha origem a rede de distribuição que se espalhava pela Capital, como descreve Brito⁶⁵ (p. 73):

“O systema geral dos encanamentos de distribuição, compõe-se de dous ramos, principaes, que partindo dos reservatórios da Consolação: um pela travessa da Consolação, ruas 7 de Abril, Aurora, Episcopal e Alegre; e outro, pela rua da Consolação, largo da Memória, ruas da Princeza, do Imperador, de Santa Thereza e ladeira do Carmo”.

⁶⁴ Ver capítulo 7.

⁶⁵ Ver nota 56.

Figura 31 - Reservatório da Consolação 1893 (P. Doumet)

Fonte: APESP

Dessas duas linhas principais derivavam encanamentos por todas as ruas da cidade, totalizando 38.293 metros de tubos, os quais, ao saírem do reservatório, apresentavam 0,381m de diâmetro que iam diminuindo progressivamente ao se distanciarem da origem, atingindo 0,076m (BRITO, 1881).

Em setembro de 1881 o reservatório da Consolação começou a operar. Com isso a capacidade de abastecimento de água dobrou e pretendia-se que fosse suficiente para atender toda a população, naquela época na casa dos 30.000 habitantes, mas conforme nos revela Brito (1881, p.73, com grifo nosso), a quantidade não era abundante e não bastaria para o futuro:

“Calculada a quantidade de d’água no reservatório de distribuição em 3.000.000 de litros, dará por cabeça em uma população de 30.000 almas, como a em que se computa esta Capital, 100 litros, o que é suficiente para as necessidades da vida, *mas não abundante, e não bastará de futuro.*”

No mesmo ano alguns chafarizes da cidade já recebiam as águas do novo manancial, e em 1883 moradores de 71 prédios do bairro da Luz começaram a receber água em casa, sendo os primeiros beneficiários desse sistema (SABESP, 2008a).

Também nesse ano a Companhia Cantareira entregou a primeira rede de captação de esgoto. Na época ficou estabelecido que, de acordo com o sistema americano de circulação contínua, o esgoto seria despejado *in natura*, sem desinfecção prévia. Essa rede atendeu parte urbanizada da região central da cidade

(SENNE E GARCIA, 2009). Observa-se assim uma falta de preocupação com as consequências decorrentes deste procedimento, ainda que fosse um primeiro passo na direção de um tratamento.

No final de 1883, o número de prédios ligados à rede pública era de 745; em 1884, 1.508; em 1885, 2.776; em 1886, 3.459; em 1887, 4.278; e em 1888, 5.008 (VILAR, 2007).

A Figura 32 e a Figura 33, obtidas também na pesquisa no APESP, mostram a rede de coleta de esgoto nos bairros do Bom Retiro, Santa Cecília e Villa Buarque. Ambas indicam o responsável (RAE), a escala do mapa (1:2.000 e 1:5.000, que é bastante razoável e com valores padronizados), desenham as ruas com largura real, fazem uso da cor vermelha para destacar as ligações prediais de esgotos e da linha coletora. Indicam ainda o nome das ruas, os lotes ocupados (pode-se notar que a cidade estava pouco adensada nessas regiões), o desenho do meio fio. O único elemento técnico que está faltando nessas plantas são as cotas, elemento necessário para o projeto (do terreno, da tubulação e seu diâmetro). Deve-se ressaltar que na planta dos bairros Santa Cecília e Villa Buarque são indicados os diâmetros das tubulações. Nessa mesma planta é possível ver em azul o córrego do Arouche.

No intuito de aumentar o volume de água fornecido, em 1892 a Companhia adquiriu novas terras na Serra da Cantareira incluindo os mananciais do Cassununga, que seriam incorporados ao sistema existente, mas não teve tempo de executar estas obras.

Conforme visto no capítulo anterior, em 1892 os serviços de abastecimento voltaram a ser de responsabilidade do governo do Estado, que criou a RAE para administrá-los. Assim, após a RAE assumir os trabalhos da Cia. Cantareira, os reservatórios passaram por grandes modificações. Foram realizados consertos de emergência e instaladas válvulas de descarga a fim de possibilitar a limpeza (VILAR, 2007).

Concomitante ao abastecimento pelas águas da Serra da Cantareira, águas dos córregos Cambuci e Ipiranga (provenientes dos bairros paulistas de igual nome) também foram utilizadas pela abastecer São Paulo. Segundo Vilar (2007), a Companhia Cantareira havia adquirido terras próximas à nascente do Ipiranga e, de maneira precária, iniciou a captação aproveitando um projeto de 1866.

Figura 32 - Prédios Servidos por Esgoto no Bom Retiro – 1894
Fonte: APESP

Figura 33 - Prédios Servidos por Esgoto na Santa Cecília e Villa Buarque – 1893
Fonte: APESP

Como observado anteriormente, a oferta de água naquela época era realizada por meio de dois mananciais: a) o Ipiranga, que se servia de uma represa próxima do bairro da Água Funda e fornecia aproximadamente 3000 m³/dia, os quais eram usados para atender à parte baixa da cidade, como o Brás, Mooca e Ipiranga; b) o Cantareira, que fornecia outros 3000 m³/ dia destinados ao abastecimento do Centro, passando pelo reservatório Consolação.

Em 1893, os chafarizes começaram a ser demolidos como forma de forçar os moradores a aceitarem a ligação da rede de água aos seus domicílios (SABESP, 2008a). A população, no entanto, não consentia na demolição, uma vez que a água fornecida aos domicílios seria paga, ao passo que a dos chafarizes era gratuita. Por ocasião da demolição do Chafariz do Largo do Rosário⁶⁶ houve um tumulto muito grande, sendo necessária a intervenção da força policial para dispersar a população e acalmar a situação.

Outra questão que gerava descontentamento na população era a precariedade do abastecimento. Embora no início dos seus trabalhos a Companhia Cantareira tivesse anunciado que utilizaria materiais de qualidade para assegurar a eficiência, Silva (2014) aponta que na prática observava-se um quadro marcado por grandes desperdícios (vazamentos) nas zonas baixas e falta de pressão (e consequente falta d'água) nas altas. O uso de materiais de baixa qualidade pode, pelo menos em parte, ser explicado pela falta destes materiais no mercado interno e pelas dificuldades encontradas para a sua importação.

A dificuldade de atender à demanda ficava ainda maior pelo crescimento populacional acima do esperado naquele período. A previsão inicial feita pela Província e pela Companhia era que no final do século XIX a população da Capital atingiria 60.000 habitantes, mas em 1893 a cidade já registrava mais de 130.000.

Após a encampação da Companhia Cantareira pela RAE, as primeiras medidas consistiram em reforços nas obras de captação e adução do Cantareira e do Ipiranga. Neste sentido, em 1893 seria inaugurada a adutora do Guaraú, executada em tubos ferro fundido de 60 centímetros de diâmetro, totalizando 13.397 metros do Cantareira ao reservatório da Consolação. Um ano depois, passaram a ser captadas as águas dos mananciais do Cassununga, Campo Redondo e Engordador. Essas águas eram reunidas numa caixa de junção denominada

⁶⁶ Atual Praça Antônio Prado

Guapira (Figura 34) e de lá eram aduzidas ao reservatório no antigo Largo 13 de Maio⁶⁷, passando por cima do rio Tietê (Figura 35). Dessa forma, em 1894 a vazão média ofertada passava a 27.000 m³/dia, e atendia a uma população aproximada de 160.000 habitantes, o que elevava a dotação per capita para 169 l/dia (QUEIROZ, 1964, apud SILVA, 2014).

Nos anos seguintes, foram completadas as aduções de todos os recursos hídricos da Serra da Cantareira, com destaque para as diversas obras localizadas na área que hoje faz parte do Parque Estadual da Serra da Cantareira: represas da Cuca, do Canivete, da Divisa, do Depósito, do Manino, do Ytaguassu (Figura 36), do Bispo (Figura 37), do Guaraú (Figura 38), do Cassununga (Figura 39), do Engordador (Figura 40). Essas estruturas eram de pequeno porte e foram construídas no final do século XIX para aumentar o volume de água para consumo.

Figura 34 – Caixa de Junção Guapira ainda em construção - 1893 (P. Doumet)
Fonte: APESP

⁶⁷ Atual Praça Amadeu Amaral

Figura 35 – Passagem da adutora de ferro sobre o rio Tietê – 1893 (P. Doumet)
Fonte: APESP

Figura 36 – Represa do Ytaguassu– 1893 (P. Doumet)
Fonte: SABESP

Figura 37 – Represa do Bispo, ainda em construção – 1893 (P. Doumet)
Fonte: APESP

Figura 38 – Represa do Guarau – 1893 (P. Doumet)
Fonte: APESP

Figura 39 – Represa do Cassununga – 1893(P. Doumet)

Fonte: APESP

Figura 40 – Represa do Engordador – 1893 (P. Doumet)

Fonte: SABESP

Também, como se indicou, foi construído em 1898 o novo reservatório na Consolação, agora com capacidade para 19 milhões de litros⁶⁸. Em 1898 realizava-se o aproveitamento das sobras do Engordador, na ala esquerda da Cantareira, e do Tanque Velho, no Ipiranga. Iniciava-se também a captação de águas do Tietê, na altura do Belenzinho, recalçadas para a zona baixa do Brás, depois de passadas por galeria filtrante.

De acordo com Senne e Garcia, (2009), a partir de 1900 o Estado também adquiriu outras áreas da região próxima à captação do Cantareira, desapropriando várias fazendas na Serra. Essas áreas, além da captação de água, destinavam-se à proteção das nascentes e compõem a superfície do atual do Parque Estadual da Serra da Cantareira, como já afirmado (Figura 41).

Com as desapropriações realizadas na Serra a partir de 1900 formou-se o atual Parque Estadual da Serra da Cantareira, que ocupa uma área aproximada de 2.270 km², e abrange 12 municípios, sendo quatro deles no estado de Minas Gerais e oito em São Paulo.

⁶⁸ Realizando o cálculo com base no projeto apresentado nesta pesquisa (Figura 30), obtém-se o valor de 15,84 milhões de litros.

Figura 41 – Planta da cidade de São Paulo com os terrenos desapropriados para o seu abastecimento de água em 1890
Fonte: VILAR, 2007

Como se pode perceber, boa parte da documentação fotográfica encontra-se no APESP. Nesse arquivo foram encontradas também outras fotos que ilustram o dia a dia dos trabalhos de implantação das redes. A Figura 42 mostra o pessoal técnico vestido a rigor, como era comum na época, mesmo nos trabalhos de campo. Pode-se deduzir que estavam saindo para o trabalho, que iriam deslocar-se a cavalo e que parte do grupo era da equipe de topografia, vendo-se uma mira, duas balizas, tripés e caixas de aparelhos (provavelmente níveis e teodolitos). A edificação parece um posto avançado dos técnicos na Serra da Cantareira (mata ao fundo).

Já a Figura 43 mostra o assentamento de uma adutora na Rua Conceição (atual Cásper Líbero, antes de ser alargada), com várias casas térreas à direita e um grande terreno murado à esquerda. O assentamento se dá no centro da via (e não no terço), e o transtorno para a população é grande, também pelo fato de a terra escavada ser amontoada num dos lados e os paralelepípedos no outro. A bitola dos canos é de 0,60m e o comprimento de cada tubo é de vários metros. Em função do peso de cada um, instalava-se um quadripé e um sistema de roldanas e cordas que auxiliavam na colocação de cada tubo em sua posição, ficando alguns operários embaixo, para dirigir a colocação, e outros acima, para acionar as engrenagens do sistema de roldanas. Infere-se que o engenheiro de obras seja o de terno preto, à esquerda, com chapéu e guarda-chuva, provavelmente para proteger-se do sol. Pás e outros instrumentos de trabalho completam a cena.

Figura 42 – Pessoal da RAE – 1894
Fonte: APESP

Figura 43 – Assentamento do cano de ferro fundido na Rua da Conceição⁶⁹
Fonte: APESP

5.4 SISTEMA CANTAREIRA ATUAL

A história do Sistema Cantareira atual inicia em 1962 com a criação da Comissão Especial para o Planejamento de Obras de Abastecimento – CEPA, que era vinculada ao DAE. Inicialmente, o Sistema Cantareira atual era denominado Sistema Juqueri.

Quando o Guarapiranga foi projetado, acreditou-se ter encontrado a solução definitiva para o abastecimento da cidade, porém não se imaginava tamanho desenvolvimento e crescimento populacional, de modo que em 1964, quando o DAE estava finalizando as obras do Sistema Guarapiranga, o que elevaria sua capacidade para 10m³/s, a CEPA já previa que se novas aduções não fossem executadas haveria sérias crises de falta d'água (CEPA, 1964).

A CEPA era presidida pelo engenheiro Paulo de Paiva Castro. Possuía dois membros efetivos, os engenheiros Eduardo Gomes dos Reis e Eduardo Ferreira Borba Júnior, e sete engenheiros membros consultores: Adolfo Santos Júnior, Eduardo Riomey Yassuda, José Chiara, Raimundo F. Ribeiro Filho, Vicente de Sá Barbosa Victor Oscar de Seixas Queiroz e Wlastemir Grigoletto (CEPA, 1964).

⁶⁹ Atual Avenida Casper Líbero

Dois anos após a criação da CEPA, foi publicado na edição número 54 da *Revista DAE* o artigo intitulado “Aproveitamento do Rio Juqueri para o Abastecimento de Água de São Paulo – Anteprojeto”. O anteprojeto, em linhas gerais, era descrito da seguinte forma:

“Consta de barragem de regularização a ser locada pouco à jusante da divisa dos Municípios de Mairiporã e Franco da Rocha. As águas represadas seguirão pelo ribeirão Santa Inez, em contra corrente, até o sopé da serra da Cantareira, onde serão captadas e recalçadas para um ponto, de onde serão conduzidas por gravidade, em canais a céu aberto e túneis até as proximidades da antiga barragem do Guaraú, onde se processará o tratamento. Do reservatório de água filtrada seguirá para a distribuição” (CEPA, 1964 p. 72 e 73).

Ainda de acordo com a Comissão, o aproveitamento das águas do Juqueri seria a alternativa mais viável dentre todas as possibilidades, com exceção do Guarapiranga. Foram apontadas as seguintes vantagens:

- “a) Distância de adução relativamente curta (cerca de 7 km);
- b) Prazo de execução das obras, também, curto (cerca de 18 meses);
- c) Custo por m³ aduzido bem menor que qualquer outro;
- d) Atender à Zona Norte, resolvendo de vez o problema de seu abastecimento;
- e) Possibilidade de ser ampliado, com a reversão para a bacia do Juquerí, das águas do Atibainha e do Cachoeira que, além de serem utilizadas no abastecimento, contribuirão para aumentar o potencial hidro-elétrico da região.”

Embora alguns itens tenham sofrido modificações, principalmente em decorrência de estudos mais aprofundados de sondagem, topografia e hidrologia, o anteprojeto realizado pela CEPA serviu de escopo para o desenvolvimento do projeto final: foi a partir desses estudos que se chegou ao projeto definitivo.

Em 1965, Paulo de Paiva Castro publica um artigo intitulado “O Problema do Abastecimento de Água para a Área Metropolitana de São Paulo”, que, segundo ele, tratava-se de uma súmula dos trabalhos iniciados pela CEPA e continuados pelo Departamento de Planejamento de Obras do DAE – DPO (CASTRO, 1965).

Nesse estudo de Paiva Castro consegue-se perceber que, a partir do período em que o DAE assume suas funções, passa-se a tratar do problema de abastecimento de água como sendo de toda a região metropolitana, e não só da Capital.

Paiva Castro destaca que as questões de abastecimento de água não podem ficar restritas às “fronteiras legais”, e que as soluções devem ser coletivas. Lembra que a solução mais óbvia para a Capital seria o abastecimento das águas do Tietê, mas que na montante a vazão é pequena e a jusante muito poluída, não permitindo seu uso, e que por isso muitos mananciais de outras cidades da região eram utilizados por São Paulo. Qualquer plano de abastecimento deveria levar em consideração todos os municípios e estimar suas respectivas áreas de expansão (CASTRO, 1965).

Para determinar a quantidade necessária de água a ser aduzida, Paiva Castro realiza estimativas de crescimento populacional e de consumo de água *per capita*. Para o ano de 1964, por exemplo, o consumo estimado é de 400 l/hab/dia, compostos por: consumo doméstico (200 l/hab/dia), consumo industrial e comercial (110 l/hab/dia), consumo público (20 l/hab/dia) e perdas (70 l/hab/dia). Essas informações podem ser observadas na Tabela 4, com uma projeção até o ano 2.000.

Ano	Consumo per capita (l/hab/dia)	População	Consumo diário médio (l/dia)	m³/s
1964	400	5.500.000	2.200.000.000	25,46
1970	420	6.500.000	2.730.000.000	31,60
1980	460	8.500.000	3.910.000.000	45,25
1990	490	9.500.000	4.655.000.000	53,88
2000	500	10.000.000	5.000.000.000	57,87

Tabela 4 – Estimativas de consumo de água
Fonte: CASTRO, 1965

As estimativas de consumo de Paiva Castro, naquele período diretor do DPO, revelavam grande defasagem com a realidade de oferta para o período. Em 1964, a RMSP contava com os seguintes mananciais:

Manancial	Produção
Rio Claro	2,6 m³/s
Guarapiranga	6,3 m³/s
Cotia (alto e baixo)	1,3 m³/s
Cabuçu-Cantareira	0,7 m³/s
Rio Grande (Billings)	0,5 m³/s
Total	11,3 m³/s

Tabela 5 – Mananciais da RMSP em 1964
Fonte: CASTRO, 1965

Se o consumo diário de 400 l per capita estimado por Paiva Castro fosse levado em consideração, a água disponível representaria apenas 44% da necessidade (CASTRO, 1965), cálculo que se obtém dividindo os 11,3 da Tabela 5 pelos 25,46 da Tabela 4.

O plano de adução proposto por Paiva Castro para a RMSP consistia prioritariamente nos seguintes mananciais:

Manancial	Produção
Sistema Guarapiranga	20,0 m³/s
Sistema Cotia	1,3 m³/s
Sistema Rio Grande	4,5 m³/s
Sistema Rio Claro (Tietê)	16,4 m³/s
Sistema Juqueri ⁽⁷⁰⁾	17,0 m³/s
Total	59,2 m³/s

Tabela 6 – Plano de Adução do DPO
Fonte: CASTRO, 1965.

Esses mananciais seriam capazes de atender a região até o ano 2.000, mas caso houvesse um crescimento populacional ou da cota per capita superior ao previsto, a metrópole poderia contar com as seguintes reservas:

⁷⁰ O Sistema Juqueri teria as seguintes contribuições: rio Juqueri 2,0 m³/s.; rio Atibainha 3,0 m³/s; rio Cachoeira 5,0 m³/s; e rio Jaguari 7,0 m³/s.

Manancial	Produção
Juquiá (entre Rosas e França)	16,0 m³/s
Mandu	1,5 m³/s
Rio Pequeno (afluente da Billings)	2,0 m³/s
Rio Taquacetuba (afluente da Billings)	4,5 m³/s
Total	24,0 m³/s

Tabela 7 – Mananciais reservas
Fonte: CASTRO, 1965

Paiva Castro revela quais dados foram utilizados para os estudos de concepção do Sistema Juqueri:

Os estudos hidrológicos foram baseados em dados fornecidos pela secção de São Paulo da Divisão de Águas do Ministério de Minas e Energia e em levantamento aerofotogramétricos, na escala 1:1000, com curvas de nível de 10 em 10 metros (CASTRO, 1965 p. 10).

A partir desses dados, o projeto previa a construção de uma barragem com 80 m de altura e 700 m de crista no rio Jaguari, aproximadamente a 5 km a montante da cidade de Extrema. Haveria um túnel com cerca de 5 km por meio de um afluente à esquerda do Jaguari pelo qual 6,85m³/s seriam levados à bacia do Cachoeira (CASTRO, 1965).

As águas transferidas do Jaguari, somadas às do Cachoeira, deveriam ser desviadas para o vale do Atibainha. Para isso seria executada uma barragem em concreto com 15 m de altura e 60 m de crista e um túnel com 5,9 km de comprimento. Esse túnel teria capacidade de conduzir 42m³/s, suficiente para a vazão média do Cachoeira (31,4m³/s) mais a vazão média do Jaguari (10m³/s.) (CASTRO, 1965).

No rio Atibainha, próximo à fronteira de Nazaré Paulista, seria construída outra barragem com 45 m de altura e 800 m de crista, que criaria um lago suficiente para armazenar 700 milhões de metros cúbicos de água. A barragem de Atibainha seria capaz de regularizar 20m³/s, dos quais apenas 15m³/seg. seriam aproveitados para o abastecimento; o restante deveria ser deixado nos rios Cachoeira e Atibainha para suprirem as necessidades à jusante (CASTRO, 1965).

Do Atibainha, as águas deveriam passar à bacia do Juqueri, que receberia uma barragem com aproximadamente 18 m de altura e 200 m de crista. Essa barragem permitiria a retirada de 2m³/seg. para o abastecimento e 1,1m³/seg.

seguiria para suprir as necessidades à jusante. O volume destinado ao abastecimento seguiria pelo ribeirão Santa Inez no sentido do contrafluxo até a encosta da Serra da Cantareira, onde se daria a captação (CASTRO, 1965).

O último trecho do sistema consistiria no recalque das águas até a caixa de chegada. A partir daí através de túneis e canais a água chegaria, por gravidade, até a Estação de Tratamento de Água – ETA Guaraú, onde seria tratada e distribuída desde a cota 831,0 m (CASTRO, 1965).

Em 1967, o projeto inicial descrito acima sofreu alterações de modo que a capacidade saltou de 17m³/s. para 22m³/seg. Neste mesmo ano, a SERETE S/A – ENGENHARIA, com base nos estudos preliminares, concluiu um projeto mais detalhado que confirmou a viabilidade de execução e permitiu a busca de financiamento para a efetivação da obra (SABESP, 2008a e BARROS, 2013).

Esse projeto previa a realização das obras em duas etapas. A primeira contemplava o trecho entre Juqueri e Guaraú. A segunda etapa seria dividida em duas fases, a primeira incluindo Atibainha, Cachoeira e Juqueri, e a outra seria o trecho Jaguari - Jacaraí - Atibainha (BARROS, 2013).

Em 1968, com a criação da COMASP, esta passava a ser responsável pela captação, tratamento e venda de água potável na Região Metropolitana de São Paulo. Para tanto, a COMASP deveria projetar, construir e operar todas as estruturas necessárias para o fornecimento de água, incluindo as redes de distribuição das cidades. Nesse contexto, a COMASP passou a ser responsável pelas obras do Sistema Cantareira (SABESP, 2008a).

Um ano mais tarde, a capacidade do Sistema Cantareira passava a ser de 33m³/s. Tal aumento foi uma implementação do “Plano de Desenvolvimento Global dos Recursos Hídricos das Bacias do Alto Tietê e Cubatão” – Plano Hibrace. O acréscimo da capacidade do Sistema Cantareira foi possível com a ampliação do volume de água vertida dos rios Jaguari e Jacaré (SABESP, 2008a).

Em 1973 a COMASP foi substituída pela Sabesp, que passava a atuar não somente na Região Metropolitana de São Paulo, mas em todo o Estado. A Sabesp finaliza as obras e inaugurou o Sistema Cantareira em 1974 (SABESP, 2008a).

Barros (2013) retrata com grande riqueza de imagens a construção de todo o Sistema. Nele são destacados 19 pontos notáveis no percurso das águas do início o final do Sistema, aos quais denomina de vértices e que estão listados na Tabela 8.

Vértice	Localidade Geográfica	Posição no Sistema	Descrição do Vértice	Nível Solo/ Rocha/ Concreto (m)	Nível d'água máx. Normal (m)	Dist. acum.. (km)
01	Bragança Paulista	Represa Jaguari	Início	844,00	844,00	0,00
02	Bragança Paulista	Jaguari - Jacareí	Canal de ligação	817,50	844,00	5,00
03	Joanópolis	Represa Jacareí	Emboque do túnel 7	809,60	844,00	20,20
04	Piracaia	Represa Cachoeira	Desemboque do túnel 7	806,70	821,88	26,00
05	Piracaia	Represa Cachoeira	Emboque do túnel 6	803,50	821,88	35,10
06	Piracaia	Represa Atibainha	Desemboque do túnel 6 Início do canal livre	801,50 800,50	809,00 808,30	39,90
07	Piracaia	Represa Atibainha	Fim do canal livre na represa Atibainha	780,00	786,72	40,80
08	Piracaia	Represa Atibainha	Emboque do túnel 5	771,00	786,72	61,30
09	Nazaré Paulista	Represa Atibainha	Desemboque do túnel 5	767,65	775,00	71,10
10	Nazaré Paulista	Represa Cascata	Junção Canal de Jusante com Juqueri Retificado	765,00	770,60	73,40
11	Mairiporã	Represa Paiva Castro	Junção do Juqueri Retificado com a Represa	740,00	745,61	81,40
12	Caieiras	Represa Paiva Castro	Início do Canal Santa Inês	740,00	745,61	90,50
13	Caieiras	Canal de acesso ao Sistema Elevatório Santa Inês	Emboque do túnel adutor ou túnel 3	735,00	745,60 736,90	93,90
14	Caieiras	Sistema Elevatório Santa Inês	Chaminé de Equilíbrio e Casas de Bombas	-----	721,80	94,90
15	Mairiporã	Descarga do Sistema Elevatório Santa Inês	Canal de Descarga e Emboque do túnel 4	856,50	863,00	95,15
16	Mairiporã	Represa de Águas Claras	Desemboque do túnel 4	855,90	860,30	96,35
17	Mairiporã	Represa de Águas Claras	Emboque do túnel 2	844,75	860,30	96,85
18	São Paulo	ETA Guaraú	Desemboque do túnel 2	842,70	846,40	101,7
19	São Paulo	ETA Guaraú	Bacia de Tranquilização	831,50	834,80	101,8

Tabela 8 – Pontos Notáveis do Sistema Cantareira

Fonte: Adaptado de Barros (2013)

A Figura 44 mostra, de maneira esquemática, o Sistema Cantareira atual:

Figura 44 – Sistema Cantareira
Fonte: Agência Nacional das Águas

O Sistema Cantareira atual é o maior manancial da Região Metropolitana de São Paulo e um dos maiores do mundo. Em pleno funcionamento, o Sistema pode contar com os volumes d'água expressos na Tabela 9, a saber:

Curso d'água	Vazão
Rio Juqueri	1,80 m³/s
Rio Atibainha	5,30 m³/s
Rio Cachoeira	5,90 m³/s
Rio Jaguari	18,6 m³/s
Rio Jacareí	3,8 m³/s
Ribeirão Águas Claras	0,3 m³/s
Total	35,70 m³/s

Tabela 9 – Vazão do Sistema Cantareira
Fonte: Adaptado de Barros (2013)

Embora a quantidade de água disponível ao Sistema seja de 35,70 m³/s, a capacidade de tratamento de água fica limitada a 33 m³/s. em função das capacidades de bombeamento e tratamento da Elevatória de Santa Inês (Figura 45) e da ETA Guaraú (Figura 46), respectivamente.

Figura 45 – Elevatória de Santa Inês
Fonte: SABESP

Figura 46 – ETA Guaraú
Fonte: SABESP

O Sistema Cantareira é um dos maiores do mundo, sendo responsável por fornecer água diariamente a 5,3 milhões de pessoas nas zonas Norte, Central, Leste (parte) e Oeste (parte) da Capital e nos municípios de Franco da Rocha, Francisco Morato, Caieiras, Guarulhos (parte), Osasco, Carapicuíba, Barueri (parte), Taboão da Serra (parte), Santo André (parte) e São Caetano do Sul (SABESP, 2008a).

6 OUTROS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO

6.1 COTIA

As águas que abasteciam a cidade de São Paulo por volta de 1890, vindas dos mananciais da Serra da Cantareira, passaram novamente, em vista do crescimento populacional, a não ser suficientes para abastecer com eficiência todos os bairros da Capital.

Bairros como Perdizes, Água Branca, Lapa, Cerqueira César e Vila Mariana eram exemplos de regiões que no final do século XIX passavam por rápido desenvolvimento e apresentavam grande crescimento populacional. A dificuldade de fornecer água para o abastecimento da população desses bairros levou a então Repartição de Águas e Esgotos a considerar a possibilidade de utilização das chamadas águas baixas do rio Tietê.

Essa alternativa, no entanto, suscitou muita polêmica devido ao estado sanitário das águas do rio Tietê que recebia, já naquela época, grande volume de dejetos nele lançados sem tratamento algum (SABESP, 2008c).

Mesmo assim, dado o caráter de emergência, em 1899 foram executadas obras para a adução de 3 mil metros cúbicos por dia das águas do rio Tietê na altura do Belenzinho (FICHER, 2005 p. 143), que foram destinados aos bairros do Belenzinho, Brás e Mooca (TONIOLO 1986). Em 1903 foram programadas obras na tentativa de aumentar a captação das águas do rio Tietê, contudo elas não foram executadas em razão da forte divergência que havia entre engenheiros, médicos sanitaristas, políticos e autoridades da época. Colaborava com a polêmica o Código Sanitário promulgado em 1894 que estabelecia, entre outras coisas, que a água destinada ao abastecimento doméstico devia ser potável, inteiramente insuspeita de poluição e proveniente de manancial que, sempre que possível, tivesse origem na Serra (VICTORINO 2002a).

Os mananciais mais próximos, que estavam em um raio de 100 quilômetros da cidade, que se enquadravam nos parâmetros estabelecidos pelo Código Sanitário e que estavam em condições de serem aduzidos eram os dos rios Cotia e Claro. Havia na época o entendimento de que as águas provenientes de nascentes de rios seriam naturalmente puras, dispensando o tratamento (SABESP, 2008c).

Em 1900, o Dr. Antônio Cândido Rodrigues, então secretário da Agricultura, havia desapropriado a bacia do Ribeirão Cotia, acima da cachoeira nas terras do Sr. Pedro Beicht (Figura 47), a partir de anteprojeto realizado por Theodoro Sampaio, chefe da Repartição de Água e Esgotos da Capital. A Figura 47 trata-se de um levantamento topográfico do rio Cotia, cujo objetivo principal é a demarcação das áreas para preservação das águas passíveis de abastecer a Capital. A planta é assinada por Theodoro Sampaio. Nota-se no carimbo da RAE onde se localiza a assinatura, a data de 1901. Existem duas áreas hachuradas na planta: a maior, em tom sépia, refere-se a toda área a ser isolada para preservação das águas e possui 2.463 alqueires; a segunda, menor e em tom mais avermelhado, corresponde às áreas pertencentes a Pedro Beicht e possui 50 alqueires. A planta apresenta curvas de nível com equidistância de 25 metros, valores variando entre 725m e 1.000m. Os rios estão indicados em traços azuis, e quanto maior o rio mais escuro o tom de azul. As linhas pretas finas indicam as estradas, e a linha preta mais grossa no topo da planta indica a estrada de ferro Sorocabana. A escala é de 1:10.000, o que é bem apropriado para a extensão da área e o nível de detalhes exigidos. Na parte inferior da planta há uma escala gráfica e uma notação.

A desapropriação abrangia toda a área da bacia hidrográfica formada pelas cabeceiras do rio Cotia localizadas acima da Cachoeira das Graças e visava à proteção do manancial. Nessa época foi discutida a possibilidade de adução das águas da bacia, porém em razão da distância do manancial a ideia não prosperou (SABESP, 2008c).

Em 1910 a proposta de adução do rio Tietê foi definitivamente descartada. Nesse período também foi preterida a adução das águas do rio Claro pelo custo e distância do manancial. Assim, restava a opção do rio Cotia, cujos estudos para captação da água se iniciaram em 1912 e seguiram-se da desapropriação de uma área de cerca de 10.000 hectares compreendendo toda a bacia hidrográfica formada pelas cabeceiras do rio. Atualmente essa área compõe a Reserva Florestal de Morro Grande (SABESP, 2008c).

Figura 47 – Planta do rio Cotia, onde se observa o terreno que pertencia a Beicht
Fonte: APESP

De acordo com a Sabesp (2008c), as obras do Sistema, que ficaria denominado de Alto Cotia, iniciaram-se em 1914 e foram realizadas em duas etapas. A primeira contemplou a construção de uma barragem para o represamento da Cachoeira da Graça, de onde as águas eram retiradas e conduzidas por uma adutora mista de aquedutos e sifões até o reservatório Jaguaré. Depois, por meio de uma linha de ferro fundido (Figura 48), chamada de 2ª linha, de 14.415m, a água chegava ao reservatório do Araçá, na Avenida Dr. Arnaldo. Deste foi feito um prolongamento até um reservatório de sobras, construído entre a Rua Vergueiro e Rua Joaquim Távora, na Vila Mariana. Em 1915 foi construído um reservatório na Água Branca, no alto da Vila Pompéia. Esse sistema, concluído em 1916, assegurou um volume diário total de 120.000.000 litros de água (CUNHA, 1937).

Figura 48 – Adutora de ferro fundido da 2ª linha do Cotia
Fonte: SABESP

A segunda etapa do Sistema Alto Cotia teve início em 1920 e em 1923 foi inaugurada uma nova linha adutora, que partia do reservatório do Jaguaré para o

reservatório da Água Branca. Outra linha também foi construída em direção ao reservatório da Consolação, como um prolongamento dessa adutora. Com a inauguração da segunda etapa, a cidade passou a contar com um volume médio de 156.000.000 litros por dia (SABESP, 2008c)

6.2 RIO CLARO

O Sistema Rio Claro teve sua origem no início do Século XX como uma das soluções para equacionar a oferta de água para as demandas daquela época.

O primeiro estudo sobre a possibilidade de aproveitamento desses mananciais para abastecimento de São Paulo foi realizado em 1905 por Saturnino de Brito a pedido do então secretário da Agricultura Carlos Botelho (VICTORINO, 2002).

A exemplo do Sistema Cotia, as águas do rio Claro se enquadravam no Código Sanitário por serem águas originadas nas cabeceiras e nascentes dos rios.

O primeiro projeto foi elaborado pelo senador e engenheiro José Mattoso Sampaio Corrêa, com assessoria do engenheiro Henrique de Novaes. Nesse mesmo ano, 1912, era proposta a adução de 60 mil metros cúbicos do rio Claro, situado em Salesópolis. Tal proposta, no entanto, foi rejeitada sob alegação de deficiência técnica (SABESP, 2009a).

Em março de 1925 foi apresentado um novo anteprojeto de aproveitamento do rio Claro elaborado pelo engenheiro Sampaio Corrêa. Esse anteprojeto foi revisto e aceito pela RAE, que criou uma comissão para executar as obras. A Comissão de Obras Novas do Abastecimento de Águas de São Paulo foi coordenada pelo engenheiro Henrique Novaes. Em 1926 foi definido o ponto de captação na Casa Grande, situada a 77 quilômetros de São Paulo. Em vários trechos da adutora do rio Claro, onde o solo era instável, se fez necessário o uso de aduelas de ferro fundido (Figura 49). As aduelas eram revestidas com argamassa na camada exterior para evitar a corrosão e no interior para regularizar a vazão. Nesse ano iniciaram-se também as obras do reservatório da Moca, com 72.000.000 litros, e o reservatório da Lapa, com capacidade de 26.000.000 litros, que receberiam as águas do rio Claro (SABESP, 2009a).

Atualmente a Sistema Rio Claro tem uma capacidade de 4mil litros/segundo e atende 1,5 milhões de habitantes.

Figura 49 – Adutora do rio Claro, 1933
Fonte: SABESP

6.3 ALTO TIETÊ

Como visto no decorrer deste trabalho, o abastecimento de água em São Paulo nunca deixou de ser preocupação para cidade, ainda que por falta de planejamento, recursos ou vontade política, muitas vezes as discussões se mantinham no campo teórico e muito pouco era realmente feito. A própria história do Sistema Alto Tietê revela a morosidade para que estudos técnicos se tornassem obras em benefício da população. Com estudos iniciais de 1954, as águas desse Sistema só chegaram às torneiras da população depois de quase 40 anos de espera.

Os primeiros estudos para o aproveitamento dos mananciais da parte alta do rio Tietê iniciaram em meados dos anos cinquenta, com os estudos do Professor Engenheiro Afonso Bandini, em 1954⁷¹.

Quatro anos mais tarde, a Comissão Coordenadora dos Planos Gerais de Aproveitamento das Águas – C.P.G.A.⁷² publicou um relatório que indicava que em 1980 a população abastecida deveria ser de 5.300.000 habitantes (*apud* BANDINI, 1960).

Ao supor um consumo de 300l/hab por dia, Bandini (1960) conclui que haveria a necessidade de adução contínua de 18,4m³/s e máxima de 24 a 27,6m³/s, dependendo do coeficiente adotado.

Uma das alternativas para aumentar o volume de água era o aproveitamento das águas da parte superior da bacia hidrográfica do rio Tietê (BANDINI, 1960).

A construção de barragens ao longo do rio Tietê não era viável, pois o mesmo corre por planícies contíguas. Sendo assim, a solução encontrada foi o represamento de seus afluentes (BANDINI, 1960). Foram construídas sete barragens, que armazenam água de doze afluentes, a saber: barragem de Ponte Nova (Rio Tietê e Rio Claro), barragem de Paraitinga (Rio Paraitinga), barragem de Biritiba (Rio Biritiba), barragem Jundiaí (Rio Jundiaí, Rio Grande e Rio Doce), barragem de Taiaçupeba (Rio Taiaçupeba Mirim, Rio Babalinho e Rio Taiaçupeba-Açu), barragem de Itatinga (Rio Itatinga) e barragem de Itapanhaú (Rio Itapanhaú) (SABESP, 2009b).

Todas essas barragens localizam-se entre os municípios de Mogi das Cruzes, Suzano, Salesópolis, Biritiba-Mirim e Itaquaquecetuba (SABESP, 2009b).

No verão de 1987, a RMSP sofreu com uma grave crise de abastecimento. A população teve um acréscimo de 450.000 habitantes de um ano para o outro e o consumo de água aumentou cerca de 15%, de forma que os 50m³/s de água produzidos tornaram-se insuficientes. A Sabesp decidiu implantar o sistema de rodízio e 60% da população foi afetada recebendo água em períodos alternados, sendo que a zona leste da Capital tinha o sistema de rodízio de 40 horas com água

⁷¹ BANDINI, A. O aproveitamento do rio Tietê a montante de Pirapora. In DAEE da S.V.O.P, n° 1, 1954

⁷² A C.P.G.A foi uma comissão especial criada em 1956 com o objetivo de realizar estudos para melhor aproveitamento das águas da Região Metropolitana de São Paulo.

e 32 horas sem, mas nas áreas mais críticas das redes os usuários ficavam até cinco dias sem água (RISCALA,1992).

Figura 50 – ETA Taiaçupeba
Fonte: SABESP

Ainda em 1987 iniciaram-se as obras da Estação de Tratamento de Água – ETA Taiaçupeba (Figura 50), que foi projetada de forma modular, com capacidade final para tratar $15\text{m}^3/\text{s}$ de água. Em março de 1992 a primeira etapa, com capacidade para produção de $5\text{m}^3/\text{s}$ e utilização de duas barragens (Taiaçupeba e Jundiaí), foi inaugurada e passou a operar com 70% de sua capacidade por conta de atrasos na desapropriação de um terreno (RISCALA, 1992).

A continuidade das obras se deu com a construção das demais represas, adutoras e túneis de interligação, atingindo o volume de $20,3\text{m}^3/\text{s}$, dos quais $15\text{m}^3/\text{s}$ são para abastecimento público e o restante para a diluição de esgotos, consumo industrial e irrigação ao longo da bacia do Tietê (OMORI, GALVÃO e DOS SANTOS, 1991).

Em 2015 foram executadas três obras para aumentar o volume de água armazenado no Sistema. A primeira consistiu na ampliação da transferência de água do rio Guaratuba e foi entregue em janeiro; a segunda permitiu o aumento da captação do rio Guaicó e foi concluída em junho; a mais recente obra consistiu na interligação com o Sistema Rio Grande (SÃO PAULO, 2015).

Atualmente o Sistema Alto Tietê fornece água para aproximadamente 5 milhões de pessoas dos municípios de Arujá, Itaquaquecetuba, Poá, Ferraz de Vasconcelos, Suzano, Mauá, Mogi das Cruzes, parte de Santo André, dois bairros de Guarulhos (Pimentas e Bonsucesso) e Zona Leste da Capital.

6.4 GUARAPIRANGA

Quando foi construída, a barragem de Guarapiranga não tinha como finalidade o abastecimento de água para a população. As obras iniciadas em 1906 pela The São Paulo Tramway Light and Power Co. tinham como propósito a produção de energia elétrica. A represa objetivava aumentar a capacidade de geração de energia na Usina de Santana de Parnaíba principalmente nos períodos de estiagem (HELOU e SILVA, 1988). O autor explica que para cumprir com essa finalidade o reservatório de Guarapiranga era enchido no período chuvoso, de novembro a maio, e no período de estiagem, entre junho e setembro, era gradualmente esvaziado. Assim o reservatório aumentava a produção de energia na usina de Santana de Parnaíba.

Na época de sua construção a represa ficou conhecida como represa de Santo Amaro, pois o atual bairro da Zona Sul de São Paulo naquele período era um município autônomo.⁷³

A utilização das águas da represa de Guarapiranga visando o abastecimento da cidade de São Paulo começou a ser estudada a partir de 1927. Em 1925 a região foi acometida por uma grande estiagem, comprometendo o abastecimento. Naquele período também haviam sido iniciadas as obras do Sistema Rio Claro, que devido à demora de sua conclusão, não solucionava a crise hídrica do momento. Foi nesse contexto que se iniciaram as discussões e estudos sobre aproveitamento das águas da represa de Guarapiranga para abastecimento da cidade de São Paulo (CUNHA, 1955).

⁷³ Santo Amaro perdeu a autonomia municipal e tornou-se bairro de São Paulo em 1935 por meio do Decreto Estadual nº 6.983.

Antes desse período já haviam acontecido discussões sobre a possibilidade de utilização das águas da represa do Guarapiranga como forma de minimizar as recorrentes dificuldades de abastecimento da Capital do Estado. Contudo essa solução sofria grande resistência de técnicos e especialistas que preferiam as águas provenientes de áreas protegidas e de cabeceiras, as quais, segundo eles, seriam mais apropriadas para o consumo humano (BUENO, 1994 in SABESP, 2008d). Observa-se que, nesse caso, diante das dificuldades de atender as demandas de abastecimento, os técnicos e especialistas foram vencidos nos seus argumentos.

Outro aspecto que favoreceu a tomada de decisão sobre a adução das águas represadas do rio Guarapiranga foram as condições técnicas favoráveis, o baixo custo das obras e, principalmente, a rapidez com que o projeto poderia ser executado, visto que o manancial localizava-se próximo à Capital (CUNHA, 1955).

Assim as obras foram iniciadas em março de 1928 e em março de 1929 já estavam concluídas. As obras compreendiam a captação, o recalque de água bruta para o Alto da Boa Vista, onde seria tratada, para adução até a Estação Elevatória da Rua França Pinto, no sopé do espigão da Avenida Paulista, de onde seria recalçada para o reservatório da Vila Mariana (QUEIROZ, 1964).

Desde então a adução das águas da represa Guarapiranga passou por sucessivas mudanças no sentido de aumentar a quantidade de água a ser utilizada para abastecimento.

A primeira mudança teve início em 1948, quando foram autorizadas as obras que tinham como objetivo aumentar em 63% a quantidade de água a ser retirada. Isso significava que a adução de água passaria para 407.500.000 de litros por dia. Duas adutoras de concreto levavam a água até o reservatório Barão de Capanema, localizado na rua de mesmo nome, e desse reservatório, por meio de uma elevatória, a água era recalçada através de três adutoras de ferro fundido para o reservatório de Vila América (Figura 51), instalado na Alameda Santos (SABESP 2008d).

Figura 51 – Construção do reservatório da Vila América (1943)
Fonte: IOESP

A segunda etapa de obras foi concluída em 1954 e representava a retirada de mais 1 metro cúbico de água. Em 1956 e 1958 foram concluídas mais duas etapas de obras que aumentavam a capacidade de adução de água do Sistema Guarapiranga. No final da década de 1950, o Guarapiranga era a mais importante fonte de abastecimento, sendo responsável por 52,5% da água de consumo da Capital (SABESP 2008d).

Ainda de acordo com Queiroz, no ano de 2000 foi implantado o Sistema de Transferência Taquacetuba, que consistiu na reversão das águas do braço Taquacetuba da represa Billings para a represa Guarapiranga, através de um canal. O Sistema recebeu ainda a contribuição das águas dos rios Capivari e Monos. Dessa forma, o Sistema Guarapiranga atualmente se constitui no segundo maior em produção de água e atende cerca de 20% da população da Região Metropolitana de São Paulo.

Figura 52 – Municípios da RMSP e Bacia Hidrográfica do Guarapiranga
Fonte: ISA, 2006

Um problema que acompanhou o Sistema Guarapiranga desde início esteve relacionado com a degradação da qualidade das águas e consequente necessidade de proteção do manancial.

Por se localizar próximo da área urbana de São Paulo e de outros municípios vizinhos (Figura 52), a região passou por um processo de ocupação que no início atraía pessoas em busca de opções de lazer, e como consequência estimulou a instalação de clubes e bares. Mas também ocorreram outras formas de ocupação do solo para agricultura e instalação de indústrias. De acordo com a Sabesp, (2008d), esse processo incluiu o desenvolvimento de algumas grandes obras de infraestrutura urbana, como a canalização e reversão do rio Pinheiros, nas décadas de 1940 e 1950, a construção das vias marginais do rio Pinheiros, e a consolidação do parque industrial de Santo Amaro, na década de 1960. Mais tarde foram a linha de Metrô Norte-Sul, a linha de trem, a Avenida 23 de Maio, a Teotônio Vilela, a Estrada M'Boi mirim e a Rodovia Régis Bittencourt.

Nesse ponto de vista, Toniolo (1986) destacava que a proteção ao manancial colocava-se como uma prioridade, e para isso, em 1960, o governo do Estado criou a Comissão da Bacia do Guarapiranga com a finalidade estudar e propor as medidas

destinadas à instituição de zoneamento ou outras capazes de assegurar condições sanitárias e de potabilidade das águas da represa do Guarapiranga (Figura 53).

Figura 53 – Vista da ocupação urbana a partir da represa do Guarapiranga
Fonte: ISA, 2006

Certamente essa não deve ter sido a única medida adotada nesse sentido. Uma legislação foi instituída, principalmente com o objetivo de regulamentar a ocupação dos mananciais, todavia isto não foi suficiente para barrar o crescimento da ocupação da bacia do Guarapiranga, conforme se observa:

Pelo contrário, de certa forma favoreceu o uso irregular da região, pois promoveu a desvalorização da área para usos urbanos legais – estabeleceram-se critérios legais muito rígidos para ocupação da área. Esse fato, em associação com um sistema de fiscalização pública precária e com uma metrópole que convivia com um crescimento populacional vertiginoso e com um déficit de habitação para as classes populares, além da presença de loteadores que agiam clandestinamente, favoreceu a ocupação irregular dos mananciais da Guarapiranga. (SABESP, 2008d, p.12)

Como se percebe nesse caso, o aspecto histórico que se sobressai é o fato de que o Estado não foi capaz de proporcionar uma ocupação controlada da região e evitar a degradação das condições que asseguravam a qualidade e a quantidade das águas do manancial do rio Guarapiranga.

Após a abordagem dos principais sistemas de captação e distribuição de água no município de São Paulo, foi possível agrupar informações e dados de diferentes autores em diferentes períodos históricos, conforme a Tabela 10.

Ano	Água (l/dia)	População (hab)	l/água/hab/dia
1878	3.000.000 ⁽¹⁾	39.942 ⁽⁸⁾	75,11
1881	3.000.000 ⁽¹⁾	45.059 ⁽⁸⁾	66,58
1883	6.000.000 ⁽²⁾	48.829 ⁽⁸⁾	36,93
1892	6.000.000 ⁽²⁾	84.388 ⁽⁸⁾	28,41
1894	27.000.000 ⁽²⁾	10.9671 ⁽⁸⁾	246,19
1923	156.000.000 ⁽³⁾	655.098 ⁽⁸⁾	238,13
1929	213.400.000 ⁽⁴⁾	838.519 ⁽⁸⁾	254,50
1940	310.800.000 ⁽⁴⁾	1.326.261 ⁽⁸⁾	234,34
1958	708.800.000 ⁽⁴⁾	3.303.028 ⁽⁸⁾	214,59
1965	976.320.000 ⁽⁵⁾	4.093.798 ⁽⁸⁾	238,49
1987	4.320.000.000 ⁽⁶⁾	14.361.541 ⁽⁹⁾	300,80
2016	6.480.000.000 ⁽⁷⁾	21, 242.909 ⁽¹⁰⁾	305,04

Tabela 10 – Histórico de disponibilidade de água per capita em São Paulo

Fonte: Adaptado de vários autores⁷⁴

Os números mostram que além do crescimento populacional acelerado, com o passar dos anos crescia também o consumo *per capita*. Possivelmente, o aumento nos níveis de água *per capita* tenha relação com as mudanças no estilo de vida: à medida que os anos avançavam, era mais frequente nas residências o uso de

⁷⁴ (1) Brito (1881), (2) Queiroz (1964), (3) SABESP (2008c), (4) SABESP (2008a), (5) Castro (1965), (6) Riscala (1992), (7) SABESP (2016b), (8) População do município de São Paulo estimada a partir dos dados do IBGE, Censos Demográficos do censo imediatamente anterior ao ano em questão e aplicando-se sobre este valor a taxa de crescimento geométrico anual definida pelo próprio IBGE, (9) População da Região Metropolitana de São Paulo estimada a partir dos dados do IBGE, Censos Demográficos do ano imediatamente anterior ao ano em questão e aplicando-se sobre este valor a taxa de crescimento geométrico anual definida pelo próprio IBGE, (10) População da RMSP segundo IBGE, Estimativas Populacionais 2016. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/estimativas_de_populacao/estimativas_2016

torneiras, chuveiros e bacias sanitárias. Outro ponto que colabora para o aumento é a transformação de São Paulo do pequeno burgo de estudantes à Metrópole do Café, aumentando significativamente o número de indústrias, comércios e prédios públicos e, conseqüentemente, a demanda por água.

7 OS ENGENHEIROS E A EVOLUÇÃO DAS PLANTAS E PROJETOS

7.1 OS ENGENHEIROS

Como se pode verificar pelos capítulos anteriores, ao analisar as obras hidráulicas e os produtos cartográficos produzidos entre os séculos XVII e XIX, é possível notar uma grande transformação, na qual se passa de uma produção basicamente empírica a um modo de trabalho mais pautado nos conhecimentos científicos (SALGADO, 2010).

Essa transformação se processa muito em função das mudanças ocorridas com relação à formação profissional, aos métodos de transmissão do conhecimento, no que tange ao campo prático e ao campo teórico, que ora privilegiavam a transmissão via empírica, ora pela via teórica (SALGADO, 2010).

Nesse sentido, surgem algumas tendências influenciadas pelos contextos nacionais e pelas instituições que se formavam na Europa a partir de 1747, ano da ativação da *École des Ponts et Chaussées* na França. (SALGADO, 2010)

Assim, o ensino da engenharia começa a ser guiado por “modelos”; os mais importantes eram o modelo inglês e o modelo francês, que estavam em extremos opostos. O modelo inglês, como não poderia deixar de ser, refletia as tradições de privatizações, individualismo e autonomia do setor civil e o predomínio do saber prático-empírico. Por outro lado, o modelo francês era espelho da tradição estatal, na qual até o setor civil possuía uma organização coletiva e hierarquizada – “o corpo” – derivada do setor militar e pautada no saber técnico-científico. (SALGADO, 2010)

Esses modelos influenciaram diretamente nos projetos e na execução das obras na Província de São Paulo, fato que pode ser notado com a “importação” de engenheiros cuja formação é de origem de um ou de outro modelo.⁷⁵

Nos anos de 1830 e 1840 a escassez de profissionais especialistas no Brasil e mais concretamente em São Paulo tornava-se um gargalo para o andamento das obras públicas, principalmente das estradas, mas também de edifícios ou obras

⁷⁵ Outras divisões que se fazem são entre o modelo alemão (as escolas técnicas, que foram o modelo da engenharia moderna, mais prática) e a Escola Politécnica de Paris, mais teórica. O primeiro modelo inspirou a Politécnica de São Paulo e o segundo a do Rio de Janeiro.

hidráulicas (PEIXOTO, 1838). Vale lembrar que no Brasil a única escola de Engenharia era a Real Academia no Rio de Janeiro, e que era proibido abrir outras escolas. A Politécnica de São Paulo só seria criada na República, em 1894. Os poucos engenheiros que trabalhavam em obras públicas em toda a Província (incluído o atual Paraná) podiam literalmente ser contados nos dedos de uma mão.

Esses poucos engenheiros ficavam responsáveis por dirigir e inspecionar obras consideradas por eles de maior importância. As demais obras ficavam a cargo dos chamados inspetores, que não possuíam especial qualificação, e como consequência estas não eram conduzidas da melhor maneira possível. (RIBEIRO, 1848). Sem dúvida essa falta de profissionais se refletiu também na execução de obras sem projetos e, portanto, sem peças e produtos cartográficos.

Visando solucionar, ou ao menos minimizar tal problema, a Lei Provincial nº 10, de 24 de março de 1835, no período do Brigadeiro Tobias⁷⁶, instituiu o Gabinete Topographico, que além de ser responsável por todos os documentos topográficos e cartográficos da Província e por conduzir as obras de estradas, também era o que se encarregava da formação de profissionais *Engenheiros de estradas*, que deveriam ser engajados principalmente como pilotos nas medições de terras. Nesse ato observa-se o entendimento na época sobre a necessidade de uma gestão por meio da topografia e profissionais desta área. (SÃO PAULO, 1835).

A falta de profissionais para conduzir as obras nas províncias era tamanha que mesmo cinco anos após a criação do Gabinete Topographico o presidente da Província, Manoel Machado Nunes, solicitou o engajamento de engenheiros que vinham do Rio de Janeiro e da Europa, classificando essa ação como algo de primeira necessidade. Nesse sentido determinou que esses profissionais não tivessem suas atividades restritas a determinado gênero de serviço (engenheiro generalista, civil). Deveriam ficar à disposição do governo para atender às diversas solicitações que se fizessem necessárias (NUNES, 1840). Outra medida tomada pelo presidente da Província nessa época foi financiar os estudos do cidadão José Porfírio de Lima, formado pelo Gabinete, no curso de Architectos Medidores na cidade do Rio de Janeiro; em troca, o cidadão seria obrigado a trabalhar por seis

⁷⁶ Rafael Tobias de Aguiar (1794-1856). Conhecido como Brigadeiro Tobias de Aguiar, foi um dos líderes da Revolução Liberal, sendo proclamado presidente interino em 1842. Foi deputado provincial e geral por mais de 10 legislaturas. Foi presidente da Província de São Paulo em duas oportunidades, entre novembro de 1831 e maio de 1835 e de agosto de 1840 a julho de 1841.

anos para o governo da Província, recebendo uma remuneração para isso (NUNES, 1840 p. S12 e S13).

A vinda de engenheiros e empreiteiros provenientes de países como Alemanha, Inglaterra, Portugal, França e Itália, aliada aos engenheiros militares e aos nacionais que haviam estudado no exterior ou no Gabinete Topographico revela um esforço para aumentar a mão de obra qualificada na área de engenharia de infraestrutura.

Ainda que as expressões “agrimensura e cartografia” não fossem utilizadas nos relatos, era evidente a preocupação em aumentar o número de profissionais que atuassem nessa área. A criação do Gabinete Topographico, a decisão de financiar os estudos de profissionais especificamente na área de medição de terras, a importação de engenheiros, assim como a ação de engajamento de engenheiros seguida da diversificação de suas áreas de atuação são exemplos da preocupação nesse período com esta área da engenharia como base para todos os projetos.

O Gabinete Topographico encerrou suas atividades em 1844, dando lugar à Diretoria de Obras Públicas, criada pela lei nº 36, de 15 de março de 1844. Este órgão, que encampou a Escola do Gabinete Topographico, teve atribuições mais abrangentes que seu antecessor. Cabia à Diretoria de obras públicas a criação de um plano geral para as estradas da Província, determinar os modelos de carros e dos sistemas de rodagem, colher informações necessárias para a estatística da Província, aperfeiçoar a carta cartográfica, determinar limites de municípios e paróquias. O parágrafo 1º do artigo 2º da lei de criação da Diretoria descreve que é sua atribuição "dar os planos e orçamentos para todas as obras publicas que se houverem de fazer na Província, quer sejam novas, quer reparos". (SÃO PAULO, 1844)

Importante destacar que essa é a primeira lei que estabelece tal obrigação. Passa-se, portanto, a partir da criação da Diretoria de Obras Públicas, a uma nova fase de planejamento de obras, mais racional, mais técnica, o que até então não era visto na Província.

A Diretoria de Obras Públicas durou apenas até 1847; em seus estudos, Campos (2008) cita como fatores para a curta duração a estrutura ambiciosa desta repartição e o fato de haver sido considerada pelos legisladores como um sorvedouro de recursos públicos.

A Escola do Gabinete Topographico ainda perdurou por mais dois anos. O objetivo de formar engenheiros de estradas ficou longe de ser alcançado, conforme se pode observar em Campos (2008):

“Por aí se vê que era de fato um curso rápido, cujas matérias não habilitavam o profissional nele formado com a mesma aptidão de um engenheiro. Estavam mais próximos dos agrimensores. Mesmo assim, na vida profissional que desenvolveram, enfrentaram todo tipo de trabalho ligado a vários ramos da engenharia, correspondendo às expectativas na medida da capacidade de cada um para o autodidatismo” (p.65).

Apesar de tudo, na década de 1850 atuavam na Capital da Província alguns engenheiros, nacionais ou estrangeiros, cuja competência, de acordo com Campos (2007), era questionável. Dentre os atuantes na Capital nessa época destacam-se: Karl Abraham Bresser⁷⁷ (Carlos Abraão Bresser), Hermann Bastide, Karl Friedrich José Rath (Carlos Rath), germânicos; William Eliote e John Cameron, ingleses; o francês empreiteiro de obras públicas Achille Martin d'Estadens; os nacionais Henrique de Beaurepaire Rohan, Luís José Monteiro e José Jacques da Costa Ourique, engenheiros militares oriundos da Corte; os paulistas engenheiros práticos ex-alunos do Gabinete Topográfico Saturnido de Freitas Vilalva, Francisco Gonçalves Gomide, Gil Florindo de Moraes, Antônio José Vaz e o capitão João José Soares, além do alferes José Porfírio de Lima, que, como citado anteriormente, teve seus estudos na Escola de Arquitetos Medidores do Rio de Janeiro financiados pela Província (CAMPOS, 2007).

Para exemplificar a carência de profissionais e a qualidade duvidosa dos que atuavam na Província, pode-se citar o caso de Bresser, que no ano de 1840 foi pessoal e sumariamente demitido pelo então presidente da Província, Raphael Tobias de Aguiar, que em seu discurso à Assembleia Legislativa no ano de 1841 faz o seguinte relato sobre a construção da nova estrada que ligaria a Capital a Santos, obra sob a responsabilidade de Bresser:

“Alguns trabalhos principiaram-se com este fim; porém tenho o desprazer de afirmar-vos que foi tudo perdido, pois parece, e é na realidade espantoso que iniciasse uma obra de tal valor sem os mais

⁷⁷ Agrimensor formado na Alemanha, atuava no Brasil como engenheiro civil, foi contratado em 1838 para comandar uma equipe de trabalhadores alemães que atuou na conservação de estradas da Província. Atuou em obras públicas como a cadeia, a Ponte Grande e o matadouro municipal, também atuou na elaboração da Planta da Capital em 1841.

cautelosos exames, e determinação de um plano, pelo qual se fixasse o máximo e mínimo da inclinação que devia ter a estrada, e que a êsma se fosse seguindo a direção da estrada velha, ficando a nova em algumas partes muito mais íngreme; e em uma palavra, sem saber-se onde deveria sair no pico da Serra; e se a estrada indo desta Cidade, não ficaria muito pior que a antiga como parece informado fui examinar ocularmente aquela obra...” (Aguiar, 1841)

Após a inspeção realizada in loco, Tobias Aguiar emite a seguinte opinião acerca de Bresser:

“Sendo o Engenheiro Bresser o Diretor daquela estrada e cabendo-lhe em grande parte a responsabilidade dos erros indesculpáveis que presidiram a sua confecção, não devo ocultar-vos que não o julgo apto para dirigir a fatura da nova estrada que se tiver de empreender à vista do resultado definitivo das explorações e exames” (Aguiar, 1841).

Um ano depois, o então presidente da Província Miguel de Souza Mello e Alvim, em seu discurso na Assembleia Legislativa, argumenta que o Engenheiro Carlos Alberto Bresser, apesar de ter sua demissão autorizada continuava trabalhando para a Província, pois era conveniente mantê-lo inspecionando as obras do Jardim Público e da ponte de Santana, além de empregá-lo em atividades como o nivelamento das várzeas do Tamandatehy e do Tietê e na elaboração da planta da Capital⁷⁸ (ALVIM 1842).

Fosse abundante a oferta de trabalhadores gabaritados para trabalhar nas obras públicas da Província, Bresser provavelmente não seria mantido no corpo de engenheiros da Província.

7.2 PADRONIZAÇÃO DOS LEVANTAMENTOS

A situação das obras públicas em São Paulo era calamitosa, conforme se pode observar em trecho do discurso do então presidente da Província, Joaquim Saldanha Marinho⁷⁹, em 1868. “Nesta província gasta-se em Obras Públicas, sem método, sem sistema, sem conhecimento, e até sem possível fiscalização. Gasta-se muito, muito pouco se obtém.”

⁷⁸ Essa planta se mantém conservada até nossos dias e tem sido estudada, por exemplo, por Cintra (2004).

⁷⁹ Joaquim Saldanha Marinho (1816-1895) formou-se em direito pela Faculdade de Direito de Olinda. Exerceu os cargos de promotor público, secretário de governo, advogado do Conselho de Estado e juiz dos feitos da Fazenda. Foi deputado das Províncias do Rio de Janeiro e Amazonas e senador da República. Foi presidente das Províncias de Minas Gerais e de São Paulo.

Para Saldanha Marinho (1868), para que qualquer obra pública fosse executada com “uniformidade de vistas, ciência, e indispensável fiscalização” era necessária uma repartição que organizasse os serviços dos engenheiros, de modo a garantir que os recursos públicos só fossem empregados em obras que trouxessem algum benefício à sociedade.

Por meio do artigo 1º da lei 51, de 15 de abril de 1868, criou-se a Inspetoria Geral de Obras Públicas, e para dirigi-la foi nomeado o engenheiro Antônio Francisco de Paula Souza, que, recém-formado, acabara de retornar da Europa (CAMPOS, 2008).

Acredita-se que Paula Souza, até mesmo por ter sido o primeiro chefe da Inspetoria, tenha atuado na elaboração do Regulamento nº 5, de 17 de abril de 1868, embora não conste nos documentos. A qualidade técnica do Regulamento evidencia a atuação de um profissional de formação diferenciada. Como não se encontraram registros da época de nenhum outro profissional com essas características, atribui-se a Paula Souza o diferencial técnico do Regulamento.

O Regulamento, além discriminar a estrutura organizacional da Inspetoria, trazia recomendações aos engenheiros. No artigo 26, há a obrigatoriedade de se registrar em um livro, assim que concluída uma obra, a lei de autorização da mesma, a ordem de execução, o orçamento, o custo, a data de início, a data de término e o responsável. Além desses registros, o artigo 27 determina que deve ser realizado o registro diário do andamento das obras, desde seu começo até sua conclusão, sendo que cada obra deve ter seus registros distintos (SÃO PAULO, 1868). Nesses dois artigos fica evidente a preocupação com o planejamento e a fiscalização das obras. O dispositivo estabelecido no artigo 27 trata-se de um diário de obras, adotado em todas as obras nos dias de hoje.

É de supor que a partir dessa data multiplicaram-se os projetos elaborados, o que coincide com o maior número de documentos desse tipo encontrados no APESP.

Um anexo ao Regulamento padronizando os levantamentos, que também se acredita ser de inspiração de Paula Souza, é tema do presente item. Isso, a nosso ver, foi um divisor de águas e uma boa medida visando à melhoria dos projetos.

A diversidade de origem e formação dos profissionais que atuavam na área de engenharia, bem como sua maior ou menor capacidade técnica refletia nos

projetos elaborados. Isso dificultava a execução das obras. Com o objetivo de equacionar essa situação, o governo da Província de São Paulo elaborou um regulamento contendo instruções que deveriam orientar os engenheiros para que utilizassem as mesmas convenções, escalas, unidades de medida, entre outras referências.

Assim, o anexo ao Regulamento nº 5, de 17 de abril de 1868, estabelecendo normas a serem seguidas pelos engenheiros na execução dos trabalhos de que fossem incumbidos, implicava diretamente na produção das plantas e cartas. Sabe-se que os engenheiros atuantes na Província de São Paulo eram oriundos de países Europeus, e seus trabalhos, inclusive os cartográficos, eram frutos da influência das escolas de origem desses profissionais. A partir da regulamentação, independente de ser oriundos de escolas portuguesas, francesas ou inglesas, todos os trabalhos estariam sob a mesma normatização.

Na sequência serão comentados alguns artigos desse Regulamento.

O artigo 1º dessa regulamentação estabelece: *“Todas as unidades de medidas serão dadas em metros, seus múltiplos e submúltiplos”*.

A partir daí estava estabelecido o sistema métrico, em contraposição à frequente utilização de medidas inglesas, como pés e polegadas, por influência de engenheiros ingleses como John Cameron, Daniel Makinson Fox e de tantos outros que como Willian J. Sheldon vieram trabalhar na São Paulo Railway. O sistema métrico também se contrapunha às medidas da coroa portuguesa, como as léguas e braças, devido à influência dos profissionais como Jose Jaques da Costa Ouriques e Azevedo Marques.

Exemplificando, na Figura 54 é possível ver a escala gráfica em braças utilizada por Ouriques; na Figura 55 observa-se a escala gráfica em pés inseridas pelos ingleses sobre a planta elaborada por Bresser em 1841.

Figura 54 – Detalhe da Carta da Capital de São Paulo de 1842, executada por José J. da Costa Ouriques, onde se observa a escala em braças

Figura 55 – Detalhe de escala gráfica em pés ingleses inserida por trabalhadores da SPR em planta da Cidade de São Paulo elaborada por Bresser – 1841.

Nota-se que ambas as plantas são anteriores ao Regulamento, e, por outro lado, usando como exemplo a Planta da Cidade de São Paulo de 1881, elaborada pela Companhia Cantareira, cujos sócios eram portugueses e ingleses e o engenheiro chefe era Henry B. Joynes, inglês, constata-se que a escala gráfica está em metros (Figura 56), fruto do regulamento aprovado em 1868.

Figura 56 – Detalhe da planta da Cidade de São Paulo em 1881 elaborada pela Companhia Cantareira, onde se nota a escala gráfica em metros

Acredita-se, portanto, que esse Regulamento tenha sido a fonte do estabelecimento do sistema métrico em São Paulo e talvez se possa confirmar, por meio de pesquisa a ser realizada, que daí tenha se espalhado para todo o país.

O artigo 2º estabelece que: “*as medidas dos ângulos serão dadas pela graduação sexagesimal*” (p.13).

O artigo 3º obriga que todas as plantas sejam acompanhadas das cadernetas de levantamento, que devem indicar todas as medidas e resultados.

O artigo 4º faz a mesma observação ao se referir aos perfis longitudinais.

Nota-se que o artigo 3º reflete uma tendência mundial, em função dos equipamentos predominantes na época (teodolito com gradação sexagesimal); já o artigo 4º, ao falar da caderneta de campo e o que nela deve constar, mostra uma preocupação em relação à fidelidade do que foi levantado, e ao que foi desenhado; a caderneta é fonte comprobatória de resultados e verificação da origem de possíveis erros de cálculo ou de campo. A obrigatoriedade de se anexarem tais cadernetas se deve também ao fato de que algumas vezes aquele que desenha não é o mesmo que realiza o desenho e, teoricamente, poderia não ser o mesmo que realiza os cálculos. Dessa forma, a adoção da prática de incluir as cadernetas,

inteligíveis e impessoais, ajuda aquele que desenha a retratar aquilo que foi levantado em campo.

Contudo, até o momento não se encontrou nenhuma dessas cadernetas.

O artigo 5º determina: “*Os declives serão indicadas por frações tendo por denominador o n. 1.000*” (p.13). Nesse sentido, as declividades deveriam ser indicadas, por exemplo, da forma 2/1.000 ou 2‰. Apesar disso, essa regra não foi obedecida em alguns projetos de canalização, como por exemplo o dos rios Bexiga e Saracura, que serão tratados no capítulo seguinte, cuja data é 1896 (Figura 57).

Figura 57– Detalhe do projeto de canalização do rio Bexiga, cuja declividade é expressa em porcentagem

O artigo 6º prescreve: “Os pontos que servirem de origem de nivelamento serão referidos pelo menos a um marco fixamente colocado, ou a um ponto qualquer de posição invariável”.

Conclui-se que tal artigo mostra a preocupação quanto ao referencial de nível utilizado (RN ou Bench Mark), que influencia fortemente todos os trabalhos e em particular os relacionados à água e, mais ainda, ao esgoto.

Por outro lado, se o ponto de origem do nivelamento não fosse materializado, o trabalho para isso seria perdido, além do que outros nivelamentos para projetos futuros e as próprias obras projetadas perderiam seu referencial altimétrico.

A partir dessa data começa a preocupação por definir e materializar marcos iniciais (e oficiais) de levantamentos altimétricos na cidade.

Dos artigos 8º ao 12º, transcritos a seguir, relacionam-se as escalas que deveriam ser empregadas:

Artigo 8º: “*As plantas e outros quaisquer desenhos que não puderem ser convenientemente feitos em escala de grandeza natural o serão nos representadas pelas seguintes frações: 1/5, 1/10, 1/20, 1/50, 1/100, 1/200, 1/1.000, 1/2.000, 1/2.500, 1/5.000, 1/10.000, 1/50.000, 1/25.000 e 1/50.000*”. (p.13)

Em função da grande variedade das escalas, muitas vezes fracionárias, esse artigo representa a tentativa de fixar os módulos das escalas, que além de padronizar a apresentação dos desenhos também facilita na tomada de medidas diretamente dos projetos e sua multiplicação para obter o valor de campo. Observa-se que na maioria dos casos as escalas propostas pelo regulamento são seguidas. Ainda assim, há casos em que escalas incomuns foram utilizadas, como no projeto de canalização do rio Tamanduadey, cuja escala é 1:8.000.

Artigo 9º: “A escala de grandeza natural e as de 1/5, 1/10, 1/20 e 1/50, serão as únicas empregadas nos desenhos de peças de metal ou de madeira, nos de ornamentação e nos de cantaria nas obras de alvenaria”.

Artigo 10º: *“As plantas que tiverem de servir para a desapropriação de terrenos serão feitas tão somente na escala de 1/200”*

Artigo 11º: *“As plantas dos edifícios serão feitas nas escalas 1/100 ou 1/200 conforme o maior ou menor número de detalhes”.*

Percebe-se que os artigos 9º, 10º e 11º detalham em quais situações devem ser empregadas as escalas mencionadas no artigo 8º. A escolha da escala está relacionada à finalidade, ou seja, o que se pretende representar e qual será o uso deste produto.

Pode-se comentar que estas escalas, especificadas segundo a finalidade, estão entre as mais empregadas, inclusive nos dias atuais, em projetos arquitetônicos que utilizam escalas que variam do 1/50 a 1/200, levantamentos de áreas maiores, tais como glebas rurais ou plantas cadastrais, como as utilizadas pelas companhias de água e esgoto, que empregam escalas 1/1.000, 1/2.500 e 1/5.000. As escalas menores geralmente são empregadas em levantamentos de grandes áreas, como planta de uma cidade (1/5.000; 1/10.000; 1/20.000), mapeamentos sistemáticos e mapas de divisão geopolítica (1/10.000; 1/25.000; 1/50.000).

Artigo 12º: *“Todos os desenhos além de conterem a escala segundo a qual foram feitos, deverão ser claramente cotados em todas as partes”.* Aqui se percebe a preocupação com a obtenção de valores a partir dos desenhos. A falta da escala ou de cotas poderia acarretar dificuldades e/ou erros, por exemplo, na execução de uma obra.

O artigo 13º, último relacionado diretamente às plantas e cartas, estabelece: *“Nas aquarelas empregar-se-ão as tintas convencionais, especificadas no Quadro n. 1 e quando necessite empregar outras no desenho, declarar-se-á o que representam.”* Na Tabela 11 transcreve-se o Quadro 1 do regulamento.

Movimento de Terra	Terra a escavar	Gomma-gutta
	Espaço a aterrar	Cor de rosa feita com carmim
Alvenarias	Alvenaria tosca	Cor de rosa feita com carmim
	Alvenaria de cantaria	Vermelho vivo de carmim
	Alvenaria de tijolos	Vermelho e nankin, e riscos mais carregados da mesma cor
Obras de madeira	Em elevação	Terra de sienne fraca
	Em corte	Terra de sienne carregada com trações de sepia
Ferro batido	Em elevação	Azul da Prússia claro
	Em corte	Azul da Prússia claro da mesma cor forte
Ferro fundido	Em elevação	Azul da Prússia e carmim claros
	Em corte	Mesma cor com traços da mesma cor mais forte
Bronze e cobre	Em elevação	Gomma-gutta e carmim
	Em corte	Mesma cor com traços da terra de sienne queimada
Cidades e vilas atravessadas por estradas	Edifícios particulares	Nankin fraco com traço forte embaixo e à direita
	Edifícios públicos	Mesma tinta mais forte e também os traços
	Parte dos edifícios que tem de recuar	Amarelo sobre o fundo cinzento das casas
	Parte da via sobre a qual tem de avançar em construções	Cor de rosa claro
Terras Lavradas	Gomma-gutta, carmim, um pouco de nankin	
Terras húmidas	A mesma cor repassada de azul fraco	
Vinhas	Nankin, carmim, sépia, azul da Prússia em pouca quantidade	
Prados	Azul e gomma-gutta, dominando a primeira	

Florestas e bosques	Mesmas tintas predominando a gomma-gutta
Pomares	Verde amarelado entre os prados e o das florestas
Terras em pousio	Verde claro com toques de amarelo e carmim
Capoeiras	Verde e amarelos claros
Terras incultas	Verde e carmim claros
Areias	Gomma-gutta e carmim
Terrenos estéreis	Verde baço feito de azul, gomma-gutta, sépia e nankin com claros de azul ou cor de areias
Vazas	Nankin com um pouco de carmim e sépia
Prados húmidos	Azul puro e claro sobre a cor dos prados
Pântanos	Verde prado para as partes secas e azul para as molhadas
Lagoas	Azul e mui pouco nankin
Rios, ribeiros e lagos	Azul da Prússia puro
Mar	Azul com um pouco de gomma-gutta

Tabela 11 - Transcrição do Quadro 1 do Regulamento nº 5 de 1868, que apresenta as cores a serem usadas nos desenhos

Para entender algumas dessas cores, tenha-se em conta que Gomma-guta é uma resina à qual se misturam óleo e estratos vegetais, adquirindo uma cor amarelo dourado intenso. Terra de sienne corresponde a um pigmento inorgânico com uma cor que é uma graduação do marrom. O Carmim corresponde a uma substância corante próxima do vermelho vivo e em alguns casos do magenta. A coloração sépia provém de um molusco e seu tom é amarronzado. Azul da Prússia corresponde a um azul escuro, empregado também em processo de impressão fotográfica de plantas, conhecido como blue print; às vezes se aproxima do ciano.

A partir do artigo 14º até o 20º e último do regulamento, fica evidente a preocupação com o planejamento da obra. Esses artigos exigem a apresentação de orçamentos e memoriais de cálculos detalhados, relação de pessoal necessário para execução da obra, bem como sua remuneração diária e justificativas da relevância das obras.

Entende-se que esse Regulamento foi um divisor de águas entre as obras empíricas e as obras de engenharia bem planejadas, e também colocou em destaque levantamentos topográficos e cartográficos. A seguir, serão apresentados alguns projetos técnicos que ilustram esse entendimento.

7.3 ESTUDOS E PROJETOS TÉCNICOS

Como já citado, o Regulamento nº 5, de 17 de abril de 1868, marca a divisão entre os projetos realizados quase que a esmo e os projetos que seguem os princípios da boa engenharia. Para ilustrar essa mudança, foi realizada a análise de alguns projetos posteriores à promulgação do Regulamento. Para permitir uma melhor visualização dos mapas de formatos maiores, foi organizado um anexo em tamanho A3.

7.3.1 PLANTA DO NOVO CANAL DO TAMANDUATEÍ (1893)

A primeira planta analisada (Figura 58) representa o trecho do rio Tamanduateí entre os rios Ipiranga e Tietê. A primeira coisa que chama a atenção nessa planta é a estética, os elementos são artisticamente muito bem trabalhados, o letreiro do título possui sombreamento que dá efeito de profundidade às bem trabalhadas letras, há elementos ornamentais em tons de azul, sépia e preto em todo o letreiro.

No canto superior esquerdo há um mapa de situação na escala de 1:100.000, onde se lê “cópia da carta da comissão geográfica e geológica do Estado de São Paulo”. Este mapa de situação é representado em uma forma que lembra um pergaminho que “enrola” na borda superior da margem da planta.

A escala utilizada é a 1:8.000, valor que não estava previsto no Regulamento 5, mas mostrou-se adequado à área e ao nível de detalhes representados. A rosa dos ventos também possui ornamentos nas cores sépia, preto, azul e branco. A linha Norte-Sul está na horizontal.

A planta contém o traçado proposto para retificação do rio Tamanduateí em linhas contínuas vermelhas. Os pontos em vermelho representados por pequenos círculos vermelhos correspondem às origens das curvas. Desses pontos partem linhas tracejadas também em vermelho até o traçado do canal. Os pontos de intersecção entre as linhas tracejadas e o traçado do canal representam os pontos de curva e tangência, muito semelhante ao que se vê nos traçados de rodovias e ferrovias.

Os rios estão representados em azul da Prússia, enquanto as áreas alagadiças apresentam hachuras em tom de azul mais claro. A vegetação está representada em verde, os edifícios em preto, conforme previa o Regulamento. As

ferrovias, diferentemente da convenção atual, estão representadas em linhas contínuas pretas.

A planta é de autoria da Comissão de Saneamento do Estado de São Paulo, e uma pequena inscrição na parte inferior nos revela a data de 1893.

Figura 58 – Planta no novo canal do Tamanduateí – 1893
Fonte: APESP

7.3.2 CANALIZAÇÃO DO ANHANGABAÚ E SEUS AFLUENTES (1896)

As figuras 59, 60 e 61, são elementos do mesmo projeto, a canalização do Anhangabaú e seus afluentes. Os projetos aqui apresentados foram elaborados pela Comissão de Saneamento do Estado de São Paulo, assinados por Carlos Ribeiro de Moura Escobar⁸⁰. São dos córregos Saracura e Bexiga, e datam de 20 de junho de 1896. É de se supor que além das peças aqui apresentadas os projetos fossem compostos por outras plantas, perfis, cadernetas de campo, relatórios e orçamentos.

Na Figura 59, correspondente à planta dos córregos Saracura e Bexiga, calcula-se que a escala, que não está indicada, seja de 1:2.000, se observa em vermelho o traçado da canalização dos rios. Destacam-se os elementos das curvas do traçado, como os pontos de tangência e curvaturas, a origem das curvas e seus respectivos raios, devidamente cotados. Círculos numerados ao longo do percurso da canalização referem-se a estacas com equidistância de aproximadas de 40 metros. Os rios são representados em azul, as ruas em tom de sépia, e os meios-fios em preto.

Na análise da Figura 60, destacam-se os 4 diferentes tipos de seção das galerias utilizadas nas canalizações. Essa diferenciação pode em partes ser explicada pelas diferenças de vazão ao longo dos trechos dos rios. Pela ordem, as seções com maior capacidade de escoamento de água são a 1, 2, 3 e por último a 4, conforme se observa na tabela “Seção de Vazão”, à esquerda da imagem. Em comum entre os tipos de galerias tem-se o arco executado em tijolos de 0,30 cm e a largura da parte superior em 3,0 m. As galerias 2, 3 e 4 possuem seção com o mesmo formato, sendo uma base trapezoidal e o fechamento com o arco. Além disso, nota-se uma camada base de pedra de grande granulometria, talvez semelhante às pedras de mão. Já na seção 1, a seção não inferior não é trapezoidal por conta de uma saliência de 0,4m x 0,3m no canto inferior direito da seção. Além da base em pedras grandes, esta seção possui outro leito de pedras menores.

Quanto às cores, notam-se discordâncias às instruções do Regulamento 5. As áreas de reaterro estão representadas por hachuras em tons de cinza, sendo

⁸⁰ Carlos Ribeiro de Moura Escobar (1858-1906), engenheiro formado pela Escola Politécnica do Rio de Janeiro, prestou relevantes serviços em São Paulo, como a construção da ponte do Jaguará sobre o rio Grande, e a ponte de pedra sobre o aterro do Gasômetro, executou as canalizações do Anhangabaú, Saracura e Bexiga.

prevista no Regulamento a cor de rosa feita com carmim, os tijolos têm tom próximo ao marrom, sendo previsto no Regulamento o cor de rosa.

A escala das seções é 1:50, em conformidade com o artigo 9º do anexo do Regulamento 5.

Figura 59 – Canalização do Anhangabaú e seus afluentes
Fonte: APESP

Figura 60 – Tipos de Galerias para o Anhangabaú e seus afluentes
Fonte: APESP

Na Figura 61 aparecem dois perfis, um do córrego do Bexiga e outro do Saracura. Há a presença de elementos que comprovam a qualidade do projeto para o período. Nos perfis podem ser observados o terreno natural e a conformação do terreno prevista para após a obra. Os trechos de aterro estão representados por hachuras em tons próximos ao terra de siene. As paredes das galerias são representadas em cor de rosa e as águas em tom de azul. Percebe-se uma grande preocupação em relação à altimetria, natural por se tratar de um perfil. As escalas horizontais e verticais são diferentes, 1:2.000 na horizontal e 1:200 na vertical. O autor demonstra preocupação em deixar evidentes os referenciais de nível. A inscrição *Datum* é observada nos diagramas abaixo das seções e nos perfis há a notação do RN, seu número, a descrição do seu local, assim como determinava o artigo 6º das instruções do Regulamento da Inspetoria. Caso curioso é a adoção de uma raiz de uma árvore como a RN 3, fato que não condiz com as boas práticas e não combina com um trabalho tão elaborado como esse.

As declividades dos trechos são indicadas em porcentagem, forma comum atualmente, mas que ia contra as instruções do regulamento 5, que previa a indicação em por mil.

No diagrama abaixo dos perfis se pode observar as cotas do terreno escritas em preto e as cotas do fundo das galerias em vermelho. Há ainda inscrições com as distâncias (desenvolvimento) dos trechos, azimutes, grau da curva, pontos de curva e pontos de tangência e os azimutes, o que corrobora para a afirmação de se tratar de um projeto elaborado seguindo os princípios da engenharia.

Figura 61 – Perfis da canalização1 do Anhangabaú e seus afluentes
Fonte: APESP

7.3.3 CANAL DO ANASTÁCIO (1895)

Visando solucionar os problemas com as enchentes, a Comissão de Saneamento de São Paulo realizou obras de retificações dos rios que cortavam a Capital, principalmente no rio Tietê. A Figura 62 refere-se ao trecho do rio Tietê entre as antigas pontes do Anastácio e ponte da São Paulo Railway, atualmente entre a ponte Ulysses Gomes e a passagem da linha 07 da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos sobre o rio Tietê. Esse trecho de aproximadamente 580 metros ficou conhecido como “Canal do Anastácio”, cujo projeto é de 1895.

Nessa planta destaca-se o uso das cores para indicar as cotas de escavação do canal: rosa até 714,0 m; vermelha até 715,5 m; verde até 716,0 m; laranja até 716,5 m e amarela até 717,7 m. Esse artifício transforma, em partes, essa planta em uma planta coroplética. Além das cores, outras convenções são utilizadas, a linha contínua vermelha indica o fundo do canal, já a linha em traço e ponto o eixo. Os taludes de aterro e escavação são representados em preto, da mesma forma que nos projetos atuais. Linhas paralelas em laranja indicam a canalização de água, que provavelmente seria utilizada para recalcar a água mantendo as condições de escavação. Há ainda linhas azuis que se trata de trilhos *Decauville*, instalados no canteiro de obra para retirar a terra escavada. Esses trilhos ligavam o canal a depósitos de terra por meio de planos inclinados.

As curvas de nível, grafadas em laranja, têm equidistância de 1 metro e a escala 1:1000, distância bastante razoável para uma obra nessa escala de grandeza.

O trecho é limitado por duas barragens em suas extremidades. Essas barragens certamente seriam construídas para permitir a escavação e ao término da obra deveriam ser retiradas, fazendo com que o rio desviasse seu curso natural, passando a correr pelo canal.

Outras instalações para a execução do canal também estão representadas: um escavador, dois motores, uma draga, serra, uma casa de máquinas, ferraria, serra, escritório e rancho.

7.3.4 ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO BAIRRO DO BRÁS (FINAL DO SÉC. XIX)

O próximo projeto analisado (Figura 63) é intitulado “Abastecimento d’água do bairro do Braz”. É uma planta na escala 1:40.000, o que nos indica tratar-se de uma ferramenta para planejamento da obra. Essa escala não é usual e não está entre as indicadas pelo Regulamento da Inspetoria das Obras Públicas. A posição da planta em relação ao norte facilita a sua leitura, de forma que o ponto de captação de água fica à esquerda, e o ponto final da adutora num reservatório à avenida Lins de Vasconcelos, à direita. Não há indicações de distâncias, mas a indicação de alguns córregos, gargantas e ruas minimiza o problema e confere ao leitor certa noção de localização. A área da cidade para abastecimento é assinalada por uma mancha em tom lilás. Sobre essa mancha se lê “área a abastecer” e a metragem de “16.004.055m²”.

A adutora está representada em azul, e quase paralelamente tem-se o Tramway da Cantareira, representado por linha contínua preta.

Alguns pontos cotados são indicados e dão uma ideia da topografia do trajeto. A distância indicada da adutora até o reservatório é de 21.435m, a mesma distância em linha reta é 19.720m. Logo abaixo das distâncias há uma inscrição “Carga por metro = 0,0015m”. Trata-se da perda de carga por metro devido à rugosidade do material, no caso, ferro fundido.

Não há indicação de data ou autoria, mas provavelmente refere-se a obras realizadas pela RAE, no final do século XIX.

Figura 63 – Abastecimento de água do Bairro do Brás
Fonte: APESP

7.3.5 RESERVATÓRIOS DE ACUMULAÇÃO NA SERRA DA CANTAREIRA

Os reservatórios de acumulação da Serra da Cantareira já foram citados ao longo desta pesquisa, e neste momento comenta-se apenas um projeto de modificação nos tanques (Figura 64) elaborado em 1897 pela RAE.

O projeto traz no centro da folha uma planta dos reservatórios em escala 1:1.000, em conformidade com o Regulamento 5. Notam-se dois grandes reservatórios: A e B, sendo que o projeto prevê a divisão do tanque A em dois: A e A¹. Essa divisão se daria por um muro a ser construído em alvenaria de cantaria de uma margem a outra do tanque existente. Nos tanques A e A¹, que são objetos do projeto, vê-se as curvas de nível 0,5 m em 0,5 m, sendo possível verificar que a profundidade máxima dos tanques é de 3,5 m.

Constatam-se as entradas e saídas de água nos reservatórios. Na parte superior há a chegada de água do córrego do Guatemhy, de onde parte um canal aberto até o tanque B, e outro canal menor até o tanque A¹, uma linha tracejada em preto, com a indicação “manilha de barro de 9””, que aparenta ser uma linha de projeto para desviar a água do rio até o reservatório A. Do córrego do Toucinho, há um canal que alimenta o reservatório B e um encanamento projetado de 0,30 m até o reservatório A. Na parte inferior da planta, entre os tanques A e B, é possível perceber o projeto de uma nova descarga dos reservatórios, que permitiria sua limpeza. A água da descarga provavelmente seria direcionada ao rio Toucinho à jusante da captação.

Há quatro cortes no projeto, que ilustram: a elevação do muro de divisão dos tanques, onde nota-se a hachura referente à alvenaria de cantaria e está na escala de 1:200; outro em escala 1:50 mostra o nível d'água (815,55m), a seção do muro divisório, onde percebe-se a parte superior mais esbelta e a base mais robusta para suportar os esforços e as tubulações de descarga e de saída; no corte CD, enxerga-se a passagem da tubulação de descarga pela base do muro e o ladrão na parte superior. O único corte do lado direito da folha é a seção transversal do muro divisório com a indicação da escala de forças atuantes na estrutura.

Visualmente o projeto é muito bonito, a escolha das cores e o uso das hachuras facilita a interpretação, há indicação do norte, mas sente-se falta de cotas.

Figura 64 – Reservatórios de acumulação na Serra da Cantareira (1897)
Fonte APESP

7.3.6 DESAPROPRIAÇÃO DE TERRENOS PARA RETIFICAÇÃO DO RIO TAMANDUATEÍ (1902)

A planta a seguir (Figura 65) trata do alargamento da calha do rio Tamanduateí, cujo objetivo era proporcionar maior velocidade de escoamento das águas, evitando as enchentes, que eram recorrentes à época.

A planta contém o trecho do rio Tamanduateí nas imediações da atual zona cerealista. É possível ver o Anhangabaú encontrando com o Tamanduateí.

Quase que coincidindo com o eixo do rio há uma linha tracejada e sobre ela pequenos círculos, respectivamente do eixo da nova calha e das estacas de projeto, assim como já visto nas obras de canalização dos córregos Saracura e Bexiga e Tietê. Há duas linhas vermelhas paralelas que demarcam a nova faixa a ser ocupada pelo rio. O alargamento do rio implica a desapropriação de terrenos dos dois lados da margem. Na margem onde se concentra a maior parte dos imóveis as áreas são menores e envolvem mais proprietários, além disso, nos terrenos de número 50, 52 e 54 há presença de edificações (em preto), o que certamente tornaria o processo de desapropriação mais oneroso aos cofres públicos. Na outra margem são poucos os terrenos que devem ser desapropriados, os quais aparentam serem partes de sítios ou chácaras.

Há um índice com os números dos terrenos e os respectivos proprietários. Ao lado, anotado a mão, lê-se o estado dos processos de desapropriação: por desapropriar, desapropriado e falta iniciar o processo de desapropriação.

Os limites dos terrenos que deveriam ser ou já haviam sido desapropriados estão contornados em amarelo, azul, roxo, vermelho e laranja. Mas não há nenhuma menção sobre o significado dessas cores. Da mesma forma, os terrenos 26, 28, 30 e 52 estão hachurados com traços vermelhos e não consta explicação para tal.

Não há nenhum tipo de cotas na planta e a escala é de 1:1.000, o que permite supor que além dessa planta o processo de desapropriação tivesse outras plantas, com as devidas cotas e uma escala maior como previa o Regulamento 5 (1:200).

A planta é de 1902, possui carimbo da RAE e é assinada por Theodoro Sampaio.

Figura 65 – Planta de desapropriação de terrenos para retificação do rio Tamanduateí (1902)
Fonte: APESP

7.3.7 ANDAMENTO DOS TRABALHOS DE ESGOTO DE SÃO PAULO, BAIRRO DO BRÁS (1901).

Na última década do século XIX, a RAE havia assumido os serviços de água e esgotos da cidade de São Paulo. Aquele período ficou marcado pelo grande volume de obras de saneamento executadas na cidade. A Figura 66 é uma planta na escala 1:10.000, do bairro do Brás. Vai do Ipiranga ao rio Tietê na direção norte-sul e da Rua 25 de Março ao cemitério da quarta parada na direção oeste-leste. Executada pela RAE, identifica-se a assinatura de Theodoro Sampaio, em um carimbo logo abaixo da indicação da escala. Há outra assinatura abaixo da legenda de A. Aypio da Costa⁸¹, desenhista, cuja data é 12 de fevereiro de 1901.

Para indicação das redes de esgotos foram utilizadas cores diferenciadas: linhas pretas indicam as redes velhas; os coletores novos são vermelhos; coletores reconstruídos no ano de 1899 são representados em linhas duplas azuis e vermelhas; os construídos em 1899 são azuis; os coletores reconstruídos em 1900 são linhas triplas em vermelho, azul e amarelo, enquanto os coletores construídos em 1900 são indicados por linhas amarelas. Essa solução é bastante interessante, pois permite facilmente a identificação da época de construção ou reconstrução das redes.

A existência de coletores reconstruídos pode indicar duas situações: a necessidade de aumentar o diâmetro das redes devido ao aumento do número de edifícios conectados à rede, ou a reconstrução devido ao desgaste e danos da rede pré-existente.

Na malha urbana representada, pode-se reconhecer muitas ruas identificáveis hoje, como a Rua da Moca, 21 de abril, Bresser, São Caetano, Avenida Tiradentes, entre outras. Nota-se que a atual Rua Celso Garcia à época era denominada Avenida da Intendência.

⁸¹ Não foi possível decifrar o primeiro nome.

Neste capítulo verificou-se a passagem da fase de implantação de projetos de maneira empírica, para implantação planejada e projetada, graças à influência da Superintendência e depois Inspetoria de Obras Públicas, com atuação destacada do engenheiro Paula Souza, na direção da normatização e padronização das peças gráficas de projetos.

O exame das plantas permite concluir que, com o passar do tempo, os projetos atingiram boa qualidade técnica, assentando-se em princípios semelhantes aos atuais. Por exemplo, o estaqueamento do caminhamento de adutoras, o lançamento de tangentes e curvas, com seus elementos calculados, o uso de peças cartográficas importantes (cortes, vistas), em escala adequada e padronizada.

8 CONCLUSÕES DO ESTUDO

O resgate histórico, fruto deste trabalho, foi fortemente apoiado em fontes primárias de informações como Relatórios Provinciais, documentos, fotos e mapas do APESP, o que garante maior fidedignidade entre os fatos históricos e a dissertação aqui apresentada. Esse resgate revelou as adversidades que a cidade de São Paulo enfrentou ao longo dos anos para prover água a seus habitantes, revelou que o Estado demorou quase duzentos anos para tomar a primeira atitude no sentido de distribuição pública de água com a construção do Chafariz do Largo de São Francisco. Talvez não fosse de esperar outra coisa, em função da cidade depender de seus moradores e de poderes locais (Câmara) e ser muito pobre. Em todo caso, fica o registro da defasagem entre as ações do Estado e as necessidades da população quase sempre existiram e a cidade utilizou-se de chafarizes mal cuidados, servidos por encanamentos ineficientes da metade do século XVIII até meados do século XIX.

Executou-se uma tabela (Tabela 1) e produziu-se um mapa (Figura 5) que mostram de maneira resumida os chafarizes, bicas, tanques e rios que serviram à Capital até que fosse implantado o sistema de distribuição de água encanada de porta em porta.

Encontrou-se a planta de um projeto que previa o aproveitamento de águas do Pacaembu para o abastecimento de chafarizes, datada de 1856.

Sobre os estudos de Carlos Rath, destaca-se a qualidade do estudo para época. Esse engenheiro realizou um trabalho completo sobre as alternativas de abastecimento de água. O mapa executado por ele foi o primeiro realizado com a finalidade específica de estudar os recursos hídricos de São Paulo de que se tem notícia.

O calvário paulistano só diminuiu por ocasião da construção do Sistema Cantareira, o primeiro sistema de abastecimento de água da Capital, inaugurado em 1881 e executado pela iniciativa privada. Encontrou-se boa documentação inédita sobre esse sistema no APESP, que permitiu contar essa história em largos traços. Como resumo posicional, elaborou-se um croqui sobre imagem de satélite que apresenta as barragens e represas do sistema antigo. Essa forma de apresentação facilita ao leitor a visualização de como se dava a captação de água na Serra no final do século XIX.

Constata-se, em certa medida, que a implantação dos sistemas de abastecimento de água e outras obras hidráulicas a partir da metade do século XVIII até meados do século XIX, se deram basicamente de forma empírica, quase que na base da tentativa e erro. Nota-se que os erros e o consequente mau funcionamento das obras e desperdício de recursos públicos eram frequentes como ilustram alguns casos apontados. Um caso sintomático que ilustra a pouca confiabilidade dos trabalhos é o nivelamento dos encanamentos do Jardim Público, cujo erro foi de mais de 2,0 metros para um percurso de menos de 3 km. Essa situação também está relacionada com a falta de projetos de boas plantas para isso.

As tentativas de solução por parte do governo para solucionar a questão passaram pela contratação de engenheiros vindos da Corte e de outros países e a criação de uma escola para formar engenheiros de estradas, o Gabinete Topographico. Estas medidas diminuíram um pouco o problema, mas resolveram.

A partir da criação da Diretoria de Obras Públicas, em 1844, observa-se uma maior preocupação com os produtos cartográficos e com as obras públicas, principalmente no que tange ao planejamento, aos projetos e orçamentos. Embora essa Diretoria tenha durado apenas até 1847, de certa forma seu legado permaneceu.

Outro ponto que merece atenção é a diversidade dos profissionais e a falta de padronização, inclusive das unidades de medida. Ciente dessas questões, Francisco de Paula Souza, que acabara de assumir a Inspeção de Obras Públicas (sucessora da Diretoria de Obras Públicas), redigiu o Regulamento nº 5, de 17 de abril de 1868, que em seu anexo padroniza a apresentação dos projetos e cartas topográficas. O metro passa a ser a unidade básica e, talvez seja esse decreto o ponto de partida de sua introdução no Brasil.

A partir desse decreto, nota-se uma grande evolução técnica nos projetos não só das obras hidráulicas, objeto deste trabalho, mas também de obras de outra natureza. A análise dos mapas antigos, pela metodologia apontada, permite extrair uma boa quantidade de informações sobre várias plantas encontradas no APESP e aqui analisadas. Ficou clara a melhoria dos projetos. As escalas eram mais adequadas, a preocupação com a estética era perceptível. O uso das cores raramente seguia à risca as instruções do Regulamento da Inspeção, mas se fazia presente e tinha sentido. Observam-se cotas, referências de nível, perfis, cortes e

detalhes executivos que até então eram raros nos produtos cartográficos. A presença de elementos técnicos que passam a ser frequentes após o Regulamento comprova que o nível dos projetos passa do amadorismo para uma metodologia baseada nos princípios de engenharia.

Espera-se ter contribuído para tornar público parte do rico Acervo do APESP, que permitiu revelar pontos desconhecidos e montar um quadro geral do abastecimento de água em São Paulo, dos primórdios aos inícios do século XX. Paralelamente, permitiu observar a evolução da qualidade dos engenheiros e da metodologia de projeto.

REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14.166 – Rede de referência cadastral municipal – Procedimento**. Rio de Janeiro, 1998
- ABNT – ASSOCIAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13.133 – Execução de levantamento topográfico**. Rio de Janeiro, 1994
- AGUIAR, R. T. **Discurso recitado pelo Exmo. Presidente Raphael Tobias de Aguiar no dia 7 de janeiro de 1841 por ocasião da abertura da Assembleia Legislativa da Província de S. Paulo**. Typographia de Costa Silveira, 1841.
- AGUIRRE, J. A. e MELLO FILHO, J. A. **Introdução à Cartografia** (Caderno Didático) 2.ed, UFSM / CCR / Departamento de Engenharia Rural. Santa Maria: 2009
- ALESP - ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Chafarizes e fontes na cidade de São Paulo no Século XIX**. Site oficial, 2006. Disponível em: <<http://www.al.sp.gov.br/noticia/?id=259639>>. Acesso em: 03 fev. 2016.
- ALVIN. M. S. M. e: **Discurso recitado pelo Exmo. Presidente Miguel de Souza Mello e Alvin por ocasião da abertura da Assembléa Legislativa da Província de São Paulo**. São Paulo. Typographia Imparcial de Silva Sobral, 1842.
- AMARAL, A. B. do: **Dicionário de história de São Paulo**. São Paulo, Governo do Estado, 1980.
- ANDERSON, P. S. **Princípios de Cartografia Básica**, 1982 e-book .<http://ilt.ilstu.edu/psanders/Cartografia/cartografia.html>. acesso em abril de 2016
- BAKKER, M.P.R. de. **Cartografia - Noções Básicas**. DHN, Marinha do Brasil. 1965. 250p.
- BANDI, A. Reforço do abastecimento de água potável de São Paulo, utilizando recursos do Alto Tietê. **Revista DAE**, São Paulo, v. 1, n. 39, p. 05 - 78, dez. 1960.
- BARÃO DE ITAUNA, **Relatório de transferência da administração da Província**, São Paulo, Typographia Americana, 1869
- BARROS, L. A. A. **Uma história visual da construção do sistema Cantareira**. Edição do Autor. São Paulo, 2013
- BRITO, L. A. **Relatório apresentado á Assembléa Legislativa Provincial de S. Paulo**. Santos, Typ. a Vapor do Diário de Santos, 1881.
- BROCANELI, P. F. **O ressurgimento das águas na paisagem paulistana: fator fundamental para a cidade sustentável**. 2007. 323 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.

BRUNO, E. S. **História e tradições da cidade de São Paulo**. 3 ed. São Paulo: Editora Hucitec, 1984.

CÂMARA, G., CASNOVA, M. A., HEMERLY, A. S., MAGALHÃES, G. C. E MEDEIROS, C. M. B. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. Instituto da Ciência e Tecnologia – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE, São José dos Campos, SP. 1996 206p

CAMPOS, E. **A cidade de São Paulo e a era dos melhoramentos materiais: Obras públicas e arquitetura vistas por meio de fotografias de autoria de Militão Augusto de Azevedo, datadas do período 1862-1863**. An. mus.paul.[online]. 2007, vol.15, n.1, pp. 11-114. ISSN 1982-0267.

CAMPOS, E. **Arquitetura Paulistana Sob o Império: Aspectos da formação da cultura burguesa em São Paulo**. 2008. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.

CANDIDO DA ROCHA, A. **Relatório de transferência da administração da Província**, São Paulo, Typographia Americana, 1870.

CASACA, J. M. M. Capítulo do livro. In: CASACA, J. M. M; MATOS, J. L.; DIAS, J. M. B. **Topografia Geral**. 4. ed. São Paulo: Ltc, 2005. Cap. 2. p. 1-5.

CASCIONE, M. F. *et al* .**“Modelo organizacional para a administração de sistemas operacionais do interior”**. Revista DAE, São Paulo ano 41, n. 126, p. 26, set., 1981

CASTRO, P. P. O Problema do Abastecimento de Água para a Área Metropolitana de São Paulo. **Revista DAE**, São Paulo, v. 1, n. 58, p. 05-11, set. 1965.

CINTRA, J.P. Técnicas de leitura de mapas históricos: uma proposta. **RBC - Revista Brasileira de Cartografia (Online)**, 2015.

CINTRA, J. P. Digital Cartography and Historical Maps: techniques, applications and peculiarities. **RBC. Revista Brasileira de Cartografia (Online)**, v. 64, p. 901-918, 2012.

CINTRA, J. P. Plantas Históricas. In: I. IDOETA, **São Paulo Vista do Alto: 75 anos de aerofotogrametria** (pp. 73-95). São Paulo: Érica, 2004

COSTA, A. G. e SANTOS, M. M. D. dos. **A Cartografia Histórica e a História da Cartografia da América portuguesa e do Brasil Império: Um projeto de difusão do CRCHUFMG**. 3º Simpósio Iberoamericano de História da Cartografia Agendas para a História da Cartografia Iberoamericana. São Paulo. 2014

CUNHA, A. “Inauguração da nova instalação para tratamento das águas do Cotia”. In: **Revista DAE**, n. 3, out. de 1937.

CUNHA, A. “Reforma e ampliação da Estação de Tratamento de Água de Santo Amaro”. In: **Revista DAE**, n. 26, setembro de 1955, p. 15.

DIAS, L. P. **Relatório da Inspetoria Geral das Obras Públicas da Província de São Paulo**. São Paulo, 1870

FILHO, L.J. e IOCHPE, C. **Introdução a Sistemas de Informação Geográficas com Ênfase em Banco de Dados**. Jornada de Atualização em Informática, XVI Congresso da SBC, Recife-PE, agosto de 1996.

FICHER, S. **Os Arquitetos da Poli: Ensino e Profissão em São Paulo**. São Paulo: Editora USP, 2005, 400p.h

FONSECA, F. P. **As águas do passado e os reservatórios do Guaraú, Engordador e Cabuçu: Um estudo de arqueologia industrial**. 2007 257p. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo. 2007.

HELOU, L. C.; SILVA, L. G. da. "Estudo da operação do reservatório de Guarapiranga". In: **Revista DAE**, n. 151, mar./jun. de 1988, p. 29.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia. **Noções Básicas de Cartografia**. Rio de Janeiro, RJ (s.d.) disponível em http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoas/indice.htm. Acesso em abril de 2016

IBGE, Instituto brasileiro de Geografia e Estatística. **Glossário Cartográfico**. Rio de Janeiro, RJ s/d (a). Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/glossario/glossario_cartografico.shtm. Acesso em abril de 2016

ICA. **Multilingual dictionary of technical terms in Cartography**, Steiner Weiga Den, 1973

IDOETA, I. V. **Concepção de bases cartográficas para projetos de engenharia**. São Paulo, 2001. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

ISA - INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. **Seminário Guarapiranga 2006: Proposição de Ações Prioritárias Para garantir Água de boa Qualidade Para Abastecimento Público**. São Paulo, 2006. Disponível em www.socioambiental.org/banco_imagens/pdfs/10288.pdf, Acesso em 26/09/2016.

LAZZAROTTO, D. R. **Avaliação da qualidade de base cartográfica por meio de indicadores e sistema de inferência Fuzzy**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná. 2005.

LIMA, X. P. **Relatório de transferência da administração da Província**. São Paulo, Typographia Americana. 1872

MARINHO, J. S. **Relatório com que o Exmo. Sr. Presidente Conselheiro Joaquim Saldanha Marinho passou a administração da província de S. Paulo**. São Paulo, na Typographia. do Ypiranga. 1868.

MCSP – Museu da Cidade de São Paulo/DPH – Departamento de Patrimônio Histórico/SMC – Secretaria Municipal de Cultura/PMSP – Prefeitura Municipal de São Paulo, SP. ***Coleção MCSP/DPH/SMC/PMSP, Militão Augusto de Azevedo, s.d.*** Disponível em http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/cultura/patrimonio_historico/ladeira_memoria/index.php?p=8289. Acesso em maio de 2016.

MENDES, D.; CARVALHO, M. C. W. de. “A ocupação da Bacia do Guarapiranga: perspectiva histórico-urbanística”. In: FRANÇA, Elisabete (Coord.). Guarapiranga: recuperação urbana e ambiental no município de São Paulo. São Paulo: M. Carrilho Arquitetos, 2000, pp. 42-43.

MORAES, F. B. **Essas miniaturas do mundo: a cartografia histórica e o processo de ocupação do território na América portuguesa**. Vivencia (UFRN), Natal/RN, v. 29, p. 163-187, 2006

MOTTA, A. “O abastecimento de água em São Paulo”. **Boletim da Repartição de Águas e Esgotos**, São Paulo ano 1, n. 2, p.203-204 mar., 1937.

NABUCO D'ARAUJO, J. T. **Discurso de abertura da assembleia provincial**. São Paulo, na Typographia. do Governo. 1852

NUNES, M. M. **Discurso que o Presidente da Província de São Paulo dirigeo à Assembleia Legislativa Provincial**. São Paulo. Typographia de Costa Silveira, 1840.

OLIVEIRA, C de. **Dicionário cartográfico**.3. ed. rev. e aum.- Rio de Janeiro : IBGE 1987.

OMORI, M.J.; GALVÃO, C. M. F.; SANTOS, J. R. K. “A concepção do Sistema Produtor Alto Tietê”. In: **Revista DAE**, n 160, jan./jun. de 1991, p. 1.

ONU, Department of Social Affair. **MODERN CARTOGRAPHY - BASE MAPS FOR WORLDS NEEDS**. Lake Success, 1949. Disponível em: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=uc1.b3469630;view=1up;seq=5>. Acesso em junho de 2016

PAULA SOUZA, A. F. **Relatório de Obras Públicas**. São Paulo, 1868.

PAULA SOUZA, A. F. **Relatório da Inspetoria Geral das Obras Públicas**. São Paulo, 1869.

PEIXOTO, G. **Discurso Proferido na Assembleia Legislativa da Província**. 1838

PEREIRA, S. J. **Relatório a apresentado à Assembléa Legislativa Provincial de São Paulo**. São Paulo, Typographia do Diário. 1876

QUEIROZ, V. O. de S.. “Abastecimento de água na cidade de São Paulo”. In: **Revista DAE**, n. 52, março de 1964.

RATH, C. J. F. **Dissertação sobre as águas da Cidade**. 1855 Disponível em: http://www.arquivoestado.sp.gov.br/site/acervo/repositorio_digital/oficios_diversos. Acesso em março de 2016

RIBEIRO, D. L. **Relatório apresentado ao Exm. e Rvm. Sr. Doutor Vicente Pires da Mota**. Typografia do Governo. São Paulo, 1848.

RISCALA, M. Mais um manancial. In: **Revista DAE**, n. 165, 1992.

SABESP, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo **Dossiê - Sistema Cantareira**. São Paulo, 2008a.

_____, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Dossiê Institucional – Empresas de Saneamento em São Paulo**. São Paulo, 2008b.

_____, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Dossiê. Sistema Alto Cotia e Baixo Cotia**, São Paulo, 2008c.

_____, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Dossiê. Sistema Guarapiranga**, São Paulo, 2008d.

_____, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Dossiê. Sistema Rio Claro**, São Paulo, 2009a

_____, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. **Dossiê. Sistema Alto Tietê**, São Paulo, 2009b

_____, **Perfil Institucional**. s.d.. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=505>. Acesso em 06/07/2016(a)

_____, **De onde vem a água que bebemos**. s/d (b), disponível em: <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=36>, acesso em 09/07/2016(b)

_____, **Mananciais: Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo: Sabesp, 2007

SAITO, M. I., “Fatos da história do abastecimento de água de São Paulo”. **Revista Saneas**, São Paulo, n. 13 p.46-47 jan., 2002.

SALGADO, I. Profissionais das Obras Públicas na Província de São Paulo na Primeira Metade do Século XIX: atuação no campo da Engenharia Civil. **Revista online do Arquivo Público do Estado de São Paulo**, São Paulo, n. 41, p.1-10, abr. 2010. Bimestral. Disponível em: <http://www.historica.arquivoestado.sp.gov.br/materias/anteriores/edicao41/materia03/texto03.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2016.

SÃO PAULO, **Lei nº. 10, de 24 de março de 1835**. Cria nesta capital um gabinete topográfico. São Paulo, SP Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1835/lei-10-24.03.1835.html>. Acesso em: 09 fev. 2015.)

SÃO PAULO, **Lei nº. 36, de 15 de março de 1844**. Cria a Diretoria de Obras Públicas. São Paulo, SP Disponível em: Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/repositorio/legislacao/lei/1844/lei-36-15.03.1844.html>. Acesso em: 15 jul. 2016.

SÃO PAULO, **Regulamento Nº 5 de 17 de abril de 1868**. Regulamenta a Inspetoria Geral das Obras Públicas. Disponível em: <http://brazil.crl.edu/bsd/bsd/u1110/000073.htmlhtml> . Acesso em: 09 out. 2016.

SÃO PAULO. Obra amplia vazão de água do Sistema Alto Tietê. **Portal do Governo do Estado de São Paulo**. 29 JUN. 2015. Disponível em: <<http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/lenoticia2.php?id=241361>>. Acesso em: 26 set. 2016

SARAIVA, A. J. **Relatório da abertura da Assembleia legislativa provincial**. São Paulo, Typographia do Governo, 1855.

SAVELLI, M. Histórico do Aproveitamento das Águas da Região Paulistana. **Revista DAE**, São Paulo, v. 1, n. 53, p. 82-87, jun. 1964.

SILVA, R. T. Águas e saneamento da metrópole: a atualidade dos desafios passados. **Revista DAE**, São Paulo, v. 62, n. 196, p. 7-19, jul. 2014.

SOARES, J. C. **Relatório apresentado a Assembléa Legislativa Provincial de São Paulo na segunda sessão da decima quinta legislatura no dia 2 de fevereiro de 1865 pelo presidente da mesma província, o conselheiro João Crispiniano Soares**. São Paulo, Typ. Imparcial de J.R.A. Marques, 1865.

SOARES FILHO, B. S.. **Cartografia Assistida por Computador – conceitos e métodos**, in Curso de especialização em Geoprocessamento. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte, MG, 2000.

SZTUTMAN, P. **Análise da qualidade posicional das bases do Google Maps, Bing Maps e Esri para referência espacial em projetos em SIG: aplicação para o município de São Paulo**. Dissertação de mestrado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014

TAUNAY, A. **Velho São Paulo**. São Paulo: Editora Melhoramentos, 1954.

TAYLOR, D. R. F. **Geographical Information Systems: The microcomputer and modern cartography**. Oxford, England, Pergamon Press, 1991.

TONIOLO, W. J. “Desenvolvimento Institucional do saneamento básico em São Paulo – fatores determinantes”. In: **Revista DAE**, n. 147, dezembro de 1986.

TONIOLO, W. J. Reformas fundamentais na administração dos sistemas de água e esgotos na cidade de São Paulo. **Revista DAE**, São Paulo, ano 31, n. 74, p. 7, jan., 1971

VASQUES, C. M. B.; ELIAS, J. P. Comunicação humana em saneamento básico – nova área de pesquisas na administração pública. **Revista DAE**, São Paulo, ano 30, n. 76, jun. 1970.

VICTORINO, V. 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.

VILAR, D, D. **O Água aos cântaros – Os reservatórios da Cantareira: um estudo de arqueologia industrial.** 2007. 212f. Tese (Doutorado) – Museu de Arqueologia e Etnologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

WHITAKER, P. P. O Departamento de Água e Esgotos: o que representa e quais os resultados a se esperar de sua criação. **Revista DAE**, São Paulo, ano 15, n. 25, jul., 1954.

XAVIER, J. T. **Relatório apresentado à Assembleia Legislativa Provincial de São Paulo.** Typographia do Diário, 1875

APENDIECE

Anexo do Regulamento nº 5 de 17 de abril de 1868

1º - Todas as medidas de extensão serão dadas em metros, seus múltiplos e submúltiplos

2º - As medidas dos ângulos serão dadas pela graduação sexagesimal

3º - As plantas serão sempre acompanhadas de cópias dos canhenhos do seu levantamento nos quais virão distinta e claramente indicadas todas as medidas e resultados obtidos

4º - Os desenhos dos perfis longitudinais e transversais do terreno será também acompanhados dos seus respectivos canhenhos claramente traçados e escriturados.

5º os declives serão indicados por denominador n.1.000.

6º - Os pontos que servirem de origem de nivelamento serão referidos pelo menos a um marco fixamente colocado, ou a um ponto qualquer de posição invariável.

7º - As sondagens dos portos de mar serão reduzidas ao nível da baixa-mar das águas vivias ordinárias.

8º - As plantas e outros quaisquer desenhos que não puderem ser convenientemente feitos em escala de grandeza natural o serão nos representadas pelas frações: 1/5, 1/10, 1/20, 1/50, 1/100, 1/200, 1/1.000, 1/2.000, 1/2.500, 1/5.000, 1/10.000, 1/50.000, 1/25.000 e 1/50.000

9º - A escala de grandeza natural e as de 1/5, 1/10, 1/20 e 1/50, serão as únicas empregadas nos desenhos de peças de metal ou de madeira, nos de ornamentação, e nos de cantaria nas obras de alvenaria.

10º - As plantas que tiverem de servir para desapropriação de terrenos serão feitas tão somente na escala de 1/200

11º - As plantas dos edifícios serão feitas nas escalas de 1/100 ou 1/200 conforme o maior ou menor número de detalhes.

12º - Todos os desenhos além de conterem a escala segundo a qual foram feitos, deverão ser claramente contados em todas as suas partes

13° - Nas aquarelas empregar-se-ão as tintas convencionais especificadas no Quadro n.1, e quando se necessite empregar outras no desenho, detectar-se-á o que representam.

14° - Os orçamentos serão feitos segundo o modelo n° 1.

15° - Estes orçamentos serão sempre acompanhados da avaliação dos volumes, e esta dos cálculos respectivos, dispostos em quadros, no alto dos quais será subscrita a formula, nos ditos cálculos empregada, quando tratar-se de escavações para estradas, canais, etc.

16° - Os orçamentos serão também acompanhados de tarifas de salários dos operários e dos preços dos materiais que tiverem de ser empregados, tarifas que serão feitas segundo os modelos n. 2 e 3.

17° - Os orçamentos das obras deverão ser precedidos de memorias, ou de relatórios, nos quais se mostre claramente a sua utilidade, a conveniência do local em que tiverem de ser constituídas, as facilidades e as dificuldades que se encontrarão na sua execução, e em suma todos os esclarecimentos necessários para se poder fazer um juízo seguro da importância da obra que se vai empreender.

18° - Nessas memórias dar-se-á uma notícia tão detalhada quanto possível, dos recursos em operários e em materiais da Província ou da Cidade, em que tem de ser construída a obra.

19° Cumprirá também juntar a essas memorias um resumo de observações meteorológicas e de estatística sanitária, sobretudo quando a obra tiver de ser executada por engenheiros e operários estrangeiros.

20° - As observações termométricas serão feitas com termômetros centigrados, as barométricas com os barômetros de FortinGai-Lussac.

QUADRO N. 1

CORES CONVENCIONAES QUE SERÃO ADOPTADAS NAS PLANTAS ENVIADAS AO MINISTERIO
DA AGRICULTURA, COMMERCIO E OBRAS PUBLICAS

Movimento de terras	{ terras a escavar {	Gomma-gutta
	{ espaço a aterrar {	Côr de rosa feita com carmim.
Alvenarias	{ alvenaria tosca {	Côr de rosa feita com carmim
	{ alvenaria de cantaria {	Vermelho vivo de carmim
	{ alvenaria de tijolos {	Vermelho e nankin, e riscos mais carregados da mesma côr.
Obras de madeira	{ em elevação {	Terra de sienne fraca.
	{ em corte {	Terra de sienne carregada com traços de sepia.
Ferro batido	{ em elevação {	azul da Prussia claro.
	{ em corte {	azul da Prussia claro da mesma côr forte.
Ferro fundido	{ em elevação {	azul da Prussia e carmim claros.
	{ em corte {	mesma côr com traços da mesma côr mais forte.
Bronze e cobre	{ em elevação {	gomma-gutta e carmim.
	{ em corte {	mesma côr com traços de terra de sienne queimada.

— 15 —

Cidades e villas atravessadas por estradas.	edificios particulares	{ nankin fraco com traço forte em baixo e a direita.
	• publicos	{ mesma tinta mais forte e tambem os traços.
	parte dos edificios que tem de recuar,	{ amarello sobre o fundo cinzento das casas.
	parte da via sobre a qual tem de avançar as construcções.	{ Côr de rosa claro.

Terras lavradas—gomma-gutta, carmim um pouco de nankin.
 Terras humidas—a mesma côr repassada de azul fraco.
 Vinhas—nankin, carmim, sepia, azul da Prussia em pouca quantidade.
 Prados—azul e gomma-gutta, dominando a primeira.
 Florestas e bosques—mesmas tintas predominando a gomma-gutta.
 Pomares—verde amarelado entre os prados e o das florestas.
 Terras em pousio—Verde claro com toques de amarello e carmim.
 Capoeiras—Verde e amarelllos claros.
 Terras incultas—verde e carmim claros.
 Areias—gomma-gutta e carmim.
 Terrenos estereis—verde baço feito de azul, gomma-gutta, sepia e nankin, com claros de azul ou de côr de areias.
 Vazas—nankin com um pouco de carmim e sepia.
 Prados humidos—azul puro e claro sobre a côr dos prados.
 Pantanos—verde prado para as partes seccas e azul para as molhadas.
 Lagôas—azul e mui pouco nankin.
 Rios, ribeiros e lagos—azul da Prussia puro.
 Mar—azul com um pouco de gomma-gutta.

— 19 —

MODELOS N.º. 2 e 3

Tarifa dos preços elementares

N. de ordem.	ESPECIFICAÇÃO	PREÇO
	<p style="text-align: center;">I SALARIOS</p> <p>De um pedreiro por dia.....</p> <p>» servente »</p> <p>» carpinteiro »</p> <p>» pintor »</p> <p>» cavouqueiro »</p> <p>Etc.</p>	5 4 4 4 4 4
	<p style="text-align: center;">II MATERIAES</p> <p>1 milheiro de tijollos.....</p> <p>1 alqueire de cal.....</p> <p>1 metro cubico de areia.....</p> <p>Etc.</p>	5 4 4