



Universidade de São Paulo

Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas

Departamento de Geografia

Programa de Pós - Graduação em Geografia Física

FERNANDA MARQUES GUIMARÃES RODRIGUES

**ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DAS TRANSFORMAÇÕES NO RIO
PINHEIROS E DAS POLÍTICAS AMBIENTAIS ASSOCIADAS,
SÃO PAULO – SP.**

Versão Corrigida

São Paulo
2012

Universidade de São Paulo

Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas
Departamento de Geografia
Programa de Pós - Graduação em Geografia Física

Fernanda Marques Guimarães Rodrigues

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO DAS TRANSFORMAÇÕES NO RIO PINHEIROS E DAS POLÍTICAS AMBIENTAIS ASSOCIADAS, SÃO PAULO – SP.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Luis Antonio Bittar Venturi

Área de Concentração: Geografia Física

Linha de Pesquisa: Planejamento Ambiental

Agência Financiadora: CAPES

Versão Corrigida

O exemplar original se encontra disponível no CAPH da FFLCH

São Paulo
2012

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

R696a Rodrigues, Fernanda
Análise da evolução das transformações no Rio
Pinheiros e das políticas ambientais associadas, São
Paulo / Fernanda Rodrigues ; orientador Luis Antonio
Venturi. - São Paulo, 2012.
111 f.

Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Filosofia,
Letras e Ciências Humanas da Universidade de São
Paulo. Departamento de Geografia. Área de
concentração: Geografia Física.

1. Rio Pinheiros. 2. Transformações do Sistema. 3.
Políticas Públicas. 4. Geografia Física. I. Venturi,
Luis Antonio, orient. II. Título.

LOMBADA

FERNANDA MARQUES GUIMARÃES RODRIGUES	Análise da Evolução das Transformações no Rio Pinheiros e das Políticas Ambientais Associadas, São Paulo - SP.		MESTRADO FFLCH/USP 2012
---	---	--	--

Fernanda Marques Guimarães Rodrigues

Análise da evolução das transformações no Rio Pinheiros e das políticas ambientais associadas, São Paulo.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Luis Antonio Bittar Venturi (orientador)

Departamento de Geografia – Universidade de São Paulo (USP)

Prof^ª. Dr^ª. Ana Maria Marques Camargo Marangoni

Departamento de Geografia – Universidade de São Paulo (USP)

Prof^ª. Dr^ª. Vilma Alves Campanha

Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e Departamento de Geografia – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP)

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao professor Luis Antonio Bittar Venturi por me orientar no curso de mestrado, me ensinando e auxiliando de forma paciente como desenvolver esta pesquisa.

À CAPES, pelo apoio financeiro para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço às pessoas que ajudaram na conclusão deste trabalho como Fábio Fonseca, Roger F. Silva, Thaís Ralla e Túlius Nery e às professoras Ana Maria Marangoni e Cleide Rodrigues pela grande contribuição para este trabalho na banca de qualificação.

A todos meus familiares, amigos e colegas que me apoiaram para que se tornasse possível a conclusão desta pesquisa, em especial a minha mãe Alcina e meu namorado Fábio.

RESUMO

RODRIGUES, F. M. G. **Análise da evolução das transformações no Rio Pinheiros e das políticas ambientais associadas, São Paulo – SP.** Faculdade de Filosofia, Letra e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Grandes aglomerações urbanas estão geralmente ligadas a seus corpos hídricos de abastecimento de água. Com a Região Metropolitana de São Paulo não foi diferente. Os rios Tietê e Pinheiros passaram por transformações no decorrer dos anos, interferindo no índice de qualidade de águas da Bacia do Alto Tietê. Há, ao mesmo tempo, um elevado consumo de água e inúmeras fontes poluidoras na forma de esgotos domésticos e efluentes industriais. A análise feita do Rio Pinheiros focou duas variáveis: as transformações gradativas e impactantes ocorridas no sistema e as políticas públicas, buscando identificar a relação de decorrência entre elas. As transformações foram analisadas pelos indicadores alterações ocorridas na paisagem e território do sistema, como a retificação e canalização do rio e seu uso e ocupação do solo. A partir de então, este contexto foi confrontado com as políticas públicas ambientais, focando no Projeto Tietê como principal indicador da variável política pública além da UGRH e da qualidade das águas para análise das mudanças ocorridas no sistema. Assim, esta pesquisa pode contribuir com a discussão da melhoria do uso dos recursos naturais metropolitanos. A pesquisa orienta-se pela perspectiva sistêmica apoiada nos conceitos de impactos e de *derivações antropogênicas dos sistemas*, o que permite analisar as alterações mais velozes e mais gradativas (respectivamente) advindas da conexão entre a dinâmica dos elementos naturais (sistemas) e a dinâmica dos agentes sociais (derivações antropogênicas). Os procedimentos metodológicos utilizados são a análise sistêmica, no momento do diagnóstico, e a análise integrada, no momento do prognóstico. As alterações ocorridas, e o uso e ocupação das margens contribuíram para o índice atual de qualidade de águas do sistema. Estas transformações ocorreram de forma gradativa e impactante e apenas décadas depois do começo destas intervenções, políticas públicas tentam melhorar a qualidade hídrica metropolitana, com o desenvolvimento de projetos de despoluição, que já apresentam melhoria nas qualidades de água, mas ainda não foram capazes

de fazer com que o rio mudasse de classe de acordo com a classificação CONAMA 357.

Palavras-chave: transformações do sistema, Rio Pinheiros, políticas ambientais, impactos, derivações antropogenéticas.

ABSTRACT

RODRIGUES, F. M. G. **Analysis of transformations of the Pinheiros River and the associated environmental policies, São Paulo – SP.** Faculdade de Filosofia, Letra e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Large urban agglomerations are generally linked to their bodies of water. In the Metropolitan Region of São Paulo it was no different. The Tietê and Pinheiros rivers have undergone transformations over the years, affecting the water quality index of the Upper Tietê Basin. There is at the same time, a high consumption of water and many sources of pollution in the form of domestic sewage and industrial wastewater. The analysis focused on the Rio Pinheiros two variables: the gradual and transformations occurring in the system and impacting public policy, seeking to identify the relationship between them due. The changes were identified by the indicators of changes in the landscape and territory system and their uses. Since then, this context was confronted with environmental policies, focusing on the Tiete project as the main indicator variable beyond the UGRH and the quality water treatment for the analysis of public policy changes in the system. Thus, this research can contribute to analyze the interventions in the river with a discussion of improving the use of natural resources. The research is guided by the systems perspective and is based on the concepts of impact and derivations anthropogenetic systems, which allows to analyze the fast and more gradual (respectively) changes arising from the connection between the dynamics of natural elements (systems) and the dynamics of social agents (anthropogenetic derivations). The method used was based on the analysis of evolutionary transformations of the water course. The methodological procedures used are systemic analysis during the diagnosis, and integrated analysis at the time of prognosis. The changes and the use and occupancy of the banks contributed to the current rate of water quality system. These changes occurred gradually and impactful and only decades after the beginning of these interventions, policymakers are trying to improve the water quality in the metropolitan areas, with the development of remediation projects, having already improved water quality, but have not been able to change the river conditions according to the class classification CONAMA 357.

Keywords: transformation of the system, River Pinheiros, environmental policies, impacts, leads anthropogenic.

LISTA DE FIGURAS

	p.
Figura 4.1: Disponibilidade Hídrica da RMSP.....	21
Figura 4.2: Divisão das UGRHs do Sistema de Primeira Grandeza da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.....	23
Figura 4.3: Croqui Esquemático da Planície Fluvial com os Sistemas e Formas Associadas.....	25
Figura 4.4: Extensão do Sistema Estudado.....	27
Figura 5.1: Rio Pinheiros em sua Confluência com Rio Tietê.....	29
Figura 5.2: Rio Pinheiros com seu Trajeto Sinuoso e suas Planícies de Inundação.....	30
Figura 5.3: Cochos, Área de Lazer no Rio.....	30
Figura 5.4: Usina Elevatória de Traição.....	41
Figura 5.5: Usina Elevatória de Pedreira.....	41
Figura 5.6: Mapa do Atual Uso e Ocupação do Solo do Sistema Estudado e seus Arredores.....	42
Figura 5.7: Traçado Antigo Sobreposto ao Traçado Atual do Rio Pinheiros.....	44
Figura 6.1: Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos de São Paulo.....	48
Figura 6.2: Disponibilidade Hídrica no Planeta.....	59
Figura 6.3: Disponibilidade de Água doce por Continente.....	60
Figura 6.4: Disponibilidade de Água Doce no Brasil.....	61
Figura 6.5: Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo.....	63
Figura 6.6: Etapas do Tratamento de Água.....	64
Figura 6.7: Pontos de Coleta de Dados da CETESB dentro da RMSP.....	67

Figura 6.8: Índices de Oxigênio Dissolvido (OD) do Ponto Pinh04100 dos anos de 1998, 2004 e 2011.....	75
Figura 6.9: Índices de Demanda Bioquímica de Oxigênio do Ponto pinh 04100 dos anos de 1998, 2004 e 2011.....	76
Figura 6.10: Índices de Fósforo Total do Ponto pinh 04100 dos anos de 1998, 2004 e 2011.....	76
Figura 6.11: Índices de Nitrogênio Amoniacal do Ponto pinh 04100 dos anos de 1998, 2004 e 2011.....	77
Figura 6.12: Coloração das águas do rio Pinheiros e lixo depositado.....	78
Figura 6.13: Índices de Coliformes Termotolerantes do Ponto pinh 04100 dos anos de 1998, 2004 e 2011.....	79

LISTA DE QUADROS

p.

Quadro 6.1: Etapas do tratamento convencional de água.....	65
Quadro 6.2: Média do Índice das principais variáveis de qualidade de água de Qualidade de Águas do Ponto PINH 04100 do ano de 1998.....	72
Quadro 6.3: Média do Índice das principais variáveis de qualidade de água de Qualidade de Águas do Ponto PINH 04100 do ano de 2004.....	73
Quadro 6.4: Média do Índice das principais variáveis de qualidade de água de Qualidade de Águas do Ponto PINH 04100 do ano de 2011.....	74

LISTA DE SIGLAS

- ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas
- AES ELETROPAULO** – Eletricidade de São Paulo
- BID** – Banco Internacional de Desenvolvimento
- CATI** – Coordenadoria de Assistência Técnica Integral
- CBH** – Comitê de Bacia Hidrográfica
- CESP** – Companhia Energética do Estado de São Paulo
- CETESB** – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
- COFEHIDRO** – Conselho de Orientação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos
- CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CORH** – Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos
- CPLA** – Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico
- CPLF** – Companhia Paulista de Força e Luz
- CRH** – Conselho Estadual de Recursos Hídricos
- DAEE** – Departamento de Águas e Energia Elétrica
- DBO** – Demanda Bioquímica de Oxigênio
- EMPLASA** – Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano
- ETA** – Estação de Tratamento de Água
- ETE** – Estação de Tratamento de Esgoto
- EMAE** – Empresa Metropolitana de Águas e Energia
- FEHIDRO** – Fundo Estadual de Recursos Hídricos
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IPT** – Instituto de Pesquisas Tecnológicas
- IQA** – Índice de Qualidade de Águas
- OD** – Oxigênio Dissolvido
- OECF** – Overseas Economic Cooperation Fund
- ONG** – Organização Não Governamental

PERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos

PNSB – Política Nacional de Saneamento Básico

RSTA – Repartição de Serviços Técnicos de Águas e Esgotos

RMSP – Região Metropolitana de São Paulo

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SECOFEHIDRO – Secretaria Executiva do Conselho de Orientação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos

SEMA – Secretaria Estadual do Meio Ambiente

SIGRH – Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos

UGRH – Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

ÍNDICE

	p.
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivos.....	3
2. ORIENTAÇÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS.....	4
2.1 Relação Homem-Meio.....	9
2.2 Derivações Antropogenéticas e Impactos.....	10
2.3 A Teoria da Paisagem e Território.....	12
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, TÉCNICOS E MATERIAIS DE APOIO.....	15
3.1 Análise Evolutiva.....	16
3.1.1 Transformações Ocorridas no Sistema.....	16
3.1.2 Análise das Políticas Públicas.....	16
3.2 Análise Dos Projetos Governamentais.....	18
3.2.1 Trabalho de campo.....	18
3.2.2 Análise bibliográfica.....	18
3.3 Análise Descritiva.....	19
3.4 Análise Integrada.....	19
4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	21
4.1 A RMSP.....	21
4.2 Meio Físico da Bacia do Alto Tietê.....	21
4.3 Influências Estruturais.....	24
4.4 Localização e Caracterização do Sistema Estudado.....	26
5. TRANSFORMAÇÕES NO CURSO FLUVIAL (1ª Variável).....	28

5.1	Derivações Antropogenéticas no Sistema do Rio Pinheiros	28
5.1.1	Histórico de Ocupação	28
5.1.2	Uso do Recurso Hídrico	31
5.1.3	Processo Poluidor	35
5.1.4	A Retificação	37
5.2	Impactos Principais	38
5.2.1	Represas Guarapiranga e Billings	37
5.2.2	A Reversão	39
5.2.3	A Construção da Marginal do Rio Pinheiros	40
5.3	Configuração Atual do Rio e Meio Antrópico: uso e ocupação do solo	41
5.3.1	Transformações ocorridas no Sistema	43
6.	POLÍTICAS PÚBLICAS (2ª Variável)	47
6.1	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos	47
6.2	Projeto Tietê	51
6.2.1	Etapas do Projeto Tietê	51
6.2.2	Desenvolvimento do Projeto Tietê	53
6.2.3	Técnica do Projeto Tietê	55
6.2.3.1	Perspectiva Sistêmica do Projeto	55
6.2.3.2	Desenvolvimentos das Técnicas Empregadas	56
6.2.4	Orçamento do Projeto Tietê	57
6.2.4.1	Órgãos de Financiamento	57
6.2.4.2	Recursos Financeiros Utilizados	58

6.3 Tratamento das Águas.....	58
6.3.1 Disponibilidade Hídrica.....	59
6.3.1.1 Disponibilidade Hídrica no Mundo.....	59
6.3.1.2 Disponibilidade Hídrica no Brasil.....	60
6.3.1.3 Disponibilidade Hídrica em São Paulo.....	61
6.4 Tratamento das Águas no Sistema.....	64
6.4.1 Qualidade de Água no Sistema.....	66
6.4.2 Os Parâmetros de Qualidade de Água.....	67
6.4.3 Qualidade das Águas em 1998.....	71
6.4.4 Qualidade das Águas em 2004.....	72
6.4.5 Qualidade das Águas em 2011.....	73
6.4.6 Análise dos dados de Qualidade de Água.....	74
6.4.6.1 Oxigênio Dissolvido.....	74
6.4.6.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio.....	75
6.4.6.3 Fósforo Total.....	76
6.4.6.4 Nitrogênio Amoniacal.....	77
6.4.6.5 Turbidez.....	77
6.4.6.6 Coliformes Termotolerantes.....	78
6.4.7 Evolução da Qualidade de Água do Sistema.....	79
7. ANÁLISE INTEGRADA.....	81
8. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91

1. INTRODUÇÃO

Os rios no meio metropolitano brasileiro sofreram transformações devido à ocupação do espaço, tal como a ocorrida na década de 1950, e esses processos, somados ao alto consumo de água para abastecimento, a ausência de planejamento político público e a falta de saneamento básico das ocupações das regiões marginais, ocasionaram a degradação e o aumento da poluição destas águas.

Essa situação provocou, desde o início da década de 1960, tanto em movimentos políticos como apartidários, e até mesmo em conferências mundiais como a ECO 92, o interesse e o direcionamento das reflexões acerca da melhoria da qualidade ambiental da água, além de fazer com que a academia e a sociedade de modo geral direcionassem seu olhar e preocupações para as questões dos rios e do abastecimento das cidades. Pode-se observar tal preocupação nos projetos desenvolvidos com os rios Tietê e Pinheiros. Em se tratando do projeto desenvolvido para a despoluição do Rio Tietê, suas contribuições ao meio social são diversas. Trata-se do aprimoramento da região para um melhor abastecimento de águas, necessidade resultada das transformações ocorridas no rio nas últimas décadas. Também a represa Billings foi poupada de toneladas de poluentes oriundos do sistema estudado. Observa-se que haveria ainda um aumento da produção elétrica, pois a Eletropaulo poderia aproveitar parte da vazão das águas, além da recuperação da fauna e flora da região.

Já o Rio Pinheiros passou por diversas transformações no decorrer de sua história. A retificação, canalização de seu curso e a ocupação das “novas margens” formadas foram algumas das alterações ocorridas no decorrer do tempo. Observa-se também o aumento dos *inputs* e *outputs* de matérias lançadas nos afluentes do sistema.

Devido à situação atual do Rio Pinheiros, esta pesquisa tem o intuito de analisar sua evolução com base em duas variáveis: as transformações ocorridas no sistema e as políticas públicas associadas a ele. As transformações ocorridas são indicadas pela retificação do rio, a alteração do seu fluxo e a ocupação da área retificada. Já as políticas públicas têm como principais indicadores as Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (UGRHs) do Estado de São Paulo e o Projeto Tietê atentando para as consequências sobre a administração do recurso e sobre a

qualidade de água do Rio Pinheiros e verificando seus níveis de poluição de acordo com os índices apresentados na Resolução CONAMA 357. Entendemos que as transformações ocorridas no sistema auxiliaram no agravamento da qualidade de água e que o projeto Tietê foi desenvolvido para tentar reverter tais índices, além de mostrar uma nova transformação na paisagem do rio, recuperando a vida e flora aquática do rio e de seu entorno.

Ilustrando estas intervenções públicas, o potencial hídrico do sistema de primeira grandeza da Bacia do Alto Tietê é comprometido devido às diferentes formas de poluição ocorridas em suas águas, também porque poluentes provocam impactos distintos e tais impactos podem modificar as variações químicas, físicas e biológicas do sistema devido ao modo e quantidade de resíduos despejados no rio, podendo alterar as características dos meios receptores: córregos, rios e reservatórios da região (SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, 1993).

Por conta de uma grande utilização dos recursos hídricos, o uso da água doce no Estado de São Paulo, devido à sua dinâmica econômica e concentração populacional, torna indispensável seu gerenciamento para que se evite conflitos e escassez de água. Para poder administrar essa gestão de forma sistêmica e integrada, o Estado foi dividido em vinte e duas Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (UGRHs). Dessas, oito apresentam situação crítica de disponibilidade hídrica, incluindo o sistema estudado, seis estão em situação regular e outras oito não enfrentam nenhum problema significativo no quesito de disponibilidade hídrica (TRAVASSOS & MONTEIRO, 2005).

Esta pesquisa discorre sobre as transformações ocorridas no sistema em função da evolução dos processos de uso e ocupação das margens e do Rio Pinheiros, diagnosticando seu estado atual e, deste modo, pretende contribuir para a discussão das Políticas Públicas e dos projetos governamentais.

Projetos de recuperação e estudos de impactos a respeito das áreas transformadas têm sido amplamente realizados no campo da Geografia. No contexto desta ciência, esta temática de pesquisa reveste-se de importância na medida em que reúne conhecimentos da Hidrografia, Geografia Urbana e Planejamento Público. A análise da evolução das transformações ocorridas articula elementos naturais, ambientais e sociais, observando a interdependência da dimensão social com o meio físico, enquanto contextualiza no tempo e no espaço.

Assim, a área de estudo escolhida é representativa no que tange as políticas públicas desenvolvidas. Esse projeto pode ter os mesmos efeitos em outros sistemas e, deste modo, as considerações feitas neste trabalho podem ser aplicadas a outras áreas, mesmo sendo realizadas algumas adaptações e alterações à realidade de cada lugar.

A perspectiva da geografia sistêmica se constitui num arcabouço teórico para a análise crítica das políticas públicas, que tendem a ser setoriais. A visão sistêmica permite integrar diversas variáveis naturais e antrópicas.

O presente estudo toma espaço no debate da problemática ambiental, na intersecção do uso dos recursos naturais e da transformação do sistema. A escassez dos recursos hídricos está relacionada ao uso dos recursos e à sua degradação, como decorrência de poluição direta e indireta.

1.1 Objetivos

O objetivo desta pesquisa é analisar a evolução das transformações do sistema do Rio Pinheiros e suas relações com as políticas públicas nos últimos 80 anos, discutindo as alterações ocorridas no curso hídrico, como a retificação e reversão do rio, as intervenções governamentais feitas com o Projeto Tietê, dando-se enfoque ao sistema hídrico do rio Pinheiros entre a Usina de Traição e a Usina de Pedreira no município de São Paulo.

Como auxílio para alcançar tal objetivo, estará em foco a análise sistêmica das transformações que discorrem sobre as alterações sofridas na área estudada e na leitura crítica do Projeto Tietê. Para isso, foram delimitados objetivos específicos, que são:

- a. identificar a evolução do histórico dos impactos e derivações antropogênicas ocorridas no sistema, como a retificação, reversão de fluxo, ocupação do sistema e índices de poluição;
- b. análise da questão técnica na gestão do projeto, o andamento do projeto e as mudanças que ocorreram na área;
- c. análise da melhoria na qualidade das águas do sistema estudado para mostrar a eficiência das políticas públicas.

2. ORIENTAÇÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS

Para Tricart (1977), a abordagem sistêmica mostra que existe uma relação entre a problemática ambiental e a dinâmica social complexa, demonstrando ser impossível diferenciar os efeitos diretos de uma sobre a outra. Pode-se ainda ressaltar uma evolução, onde a dinâmica social tem influência sobre a evolução do meio ambiente e que esta, por sua vez, pode influenciar a dinâmica social, num processo contínuo ao decorrer do tempo.

Ainda de acordo com Tricart (1977), o conceito de sistema é usado como um instrumento lógico que podemos dispor para a realização de um estudo sobre problemática ambiental. Tal instrumento nos permite abarcar uma dialética entre a necessidade de análise, que mostra o avanço técnico-científico, e a necessidade do olhar do conjunto, e, deste modo, podemos verificar se sua atuação é eficaz sobre o meio ambiente. Ainda entende-se que este conceito é de caráter dinâmico e que, por isso, se adequa ao provimento de conhecimentos básicos para a atuação, que não é necessariamente o caso de um inventário no qual a natureza se encontra em estado estático.

Thornes e Brunnsden (1977) mostram que a abordagem sistêmica, além de importante, uma forma adequada de se estudar os processos, pois consegue situar as respostas para os mesmos. Com esta aplicação, a abordagem sistêmica ganha uma nova visão para a Ciência Geográfica, uma vez que, por meio da Teoria Geral dos Sistemas, adota os conceitos de soma, centralização, finalidade e mecanização e não somente a abordagem empírica. Em estudos Geográficos é necessário utilizar-se do conceito de sistema para tornar possível a compreensão dos temas complexos, como eles são apresentados interdependentes e, por consequência, são influenciados e sofrem as ações dos elementos (matéria ou energia) que compõem relações de fluxos no grande sistema do Planeta Terra. Como todo sistema ambiental, este que é averiguado, por se tratar de bacias hidrográficas, proporciona uma ininterrupta troca de energia e matéria.

A pesquisa orienta-se por uma perspectiva sistêmica e pelos conceitos de impactos e de *derivações antropogênicas dos sistemas*, o que nos permite fazer uma análise das alterações mais velozes e mais gradativas (respectivamente) advindas da relação entre a dinâmica dos elementos naturais (sistemas) e a

dinâmica dos agentes sociais (derivações antropogenéticas). A dinâmica ambiental é resultante de uma inter-relação de *inputs* (entradas) e *outputs* (saídas) entre os elementos que formam uma correlação e essas relações socioambientais acabam resultando em realidades espaciais sincrônicas (MONTEIRO, 1978). O conceito de *derivações antropogenéticas* permite a análise gradativa das transformações do rio Pinheiros, as quais nem sempre são bruscas (impactantes), além de favorecer prognósticos de cenários futuros.

Segundo Smith (1988), a natureza seria a matéria prima do espaço produzido e, partindo desse conceito, existiriam dois tipos de natureza: a que é natural e intocada pelo homem (como a bacia hidrográfica em seu estado natural), não sendo modificada, e a que é o resultado da ação antrópica, em decorrência de seu trabalho, que pode ser representada nesta pesquisa pelas intervenções realizadas na bacia. Essas intervenções mostram que o homem não é, ou ao menos deixou de ser, apenas usuário da natureza, mas passa a submetê-la aos seus interesses a partir do momento em que transforma esta natureza e se insere nela. Estas modificações podem ser bem representadas e visualizadas nas intervenções feitas na bacia.

Para compreendermos as variáveis da unidade de análise e apoiar este método foi utilizada a abordagem sistêmica que pode ser averiguada não apenas como uma referência fundamental, mas como um olhar compartilhado por muitos profissionais da ciência, ainda mais no campo das ciências naturais e sociais, conjecturando por meio das relações de sistemas, que são organizadas em um todo e levando em conta que esse todo é maior que a somatória das relações de suas partes, que, ainda de acordo com Monteiro (2000), é usada para podermos intervenções e prognosticar possíveis impactos.

A pesquisa foi desenvolvida sob uma perspectiva sistêmica que conduziu diversos sistemas que estão interligados ou hierarquizados, sendo que esta integração é o que os torna parte do todo, demonstrando assim que existem as relações *input-output* (entrada-saída) e fluxos entre os sistemas. Na realidade, as entradas e saídas deste sistema estudado, avaliando o seu estado, o que significa sua organização, composição e fluxo de energia e matéria. Um sistema é composto por matéria, energia e estrutura, entendendo que esta matéria é caracterizada pelo material envolvido no sistema, enquanto a energia se caracteriza pelas forças que

fazem com que o sistema funcione o que gera a capacidade de que se realize e estruture o trabalho. Já a estrutura é constituída por elementos e suas relações, expressando-se por meio do arranjo de seus componentes. No caso, a área abrangida pela Bacia do Alto Tietê foi denominada de sistema (THORNES & BRUNSDEN, 1977).

Bertalanffy (1976) averiguou que existem princípios que são comuns ou semelhantes a diferentes áreas e matérias da pesquisa científica. Com base nisso, o autor desenvolve uma teoria, denominada Teoria Geral dos Sistemas, que objetiva a formulação e derivação dos princípios válidos para todos os sistemas em geral. Ele conseguiu relacionar como estes princípios são os mesmos encontrados em diferentes áreas de estudo. Entendendo isso, podemos trocar experiências e informações de diferentes campos e mostrar que os princípios são aplicados nelas. Bertalanffy (op. cit.) desenvolveu este conceito com o visualizando a possibilidade de unificação das ciências. No desenvolvimento da Teoria Geral dos Sistemas, o autor organizou qual seria o caminho para a nova forma de se pensar sobre a realidade e as ciências que estão a nossa volta. A teoria exhibe que os elementos da realidade estão correlacionados (interligados) de modo que a forma de se atingir a realidade e seus elementos seria o estudo de todos eles em conjunto, admitindo que existam inter-relacionamentos e efeitos mútuos, ou seja, que há uma interação entre todos os acadêmicos, tanto os cientistas quanto os pesquisadores, para se obter uma relação integrativa do conhecimento.

Na esfera da geografia, o desenvolvimento da “ciência da paisagem” nos levou a uma definição do conceito muito utilizado a partir das questões levantadas sobre a dicotomia entre paisagem natural e paisagem humana, embora o olhar da paisagem natural predomine como um elemento ideográfico, fazendo parte da descrição. As escolas russas e alemãs foram desenvolvidas em torno do debate e originalmente o integraram e, a posteriori, sofreram influências da escola francesa, que se desenvolvia paralelamente. Esta última escola trouxe diversas contribuições para a geografia brasileira, provendo apoio teórico a várias técnicas. A discussão da noção de paisagem e sua evolução na geografia é uma sistematização do conceito de geossistema ocorrida a fim de montar o método analítico da paisagem com uma base brasileira para os valores de análises integradas, que tentam fazer as maiores articulações possíveis entre as correlações das diferentes características na

estrutura de uma paisagem (MONTEIRO, 2001). O fato de a análise integrada considerar uma dimensão natural e social dos sistemas paisagísticos nos dá a possibilidade de avaliar o que ocorre na interação sociedade-ambiente em diferentes espaços.

O padrão espacial que observamos e as propriedades do sistema atual concebem as respostas de um contínuo evolutivo em uma sequência de fatos que sucedem no decorrer do tempo (CHRISTOFOLETTI, 1994), e essa característica é uma das causas dos impactos sobre o Rio Pinheiros, um sistema de área menor, dado que este recebe *input* dos fluxos advindos da Bacia do Tietê (sistema de primeira grandeza) que o abrange, além de inúmeras entradas como despejos de esgotos, assoreamento e a maior quantidade de água devido a sua impermeabilização.

O modelo sistêmico surgiu da necessidade de um novo aparato conceitual que abarcasse as dificuldades e as compreensões específicas da ciência que começaram a existir a partir do século XX, especialmente na Biologia. Essas dificuldades e concepções estão relacionadas às questões de totalidade, organização e interação dinâmica. Um dos antecessores desse modelo foi Bertalanffy, que já em seus primeiros artigos e trabalhos, publicados ainda na década de 1930, buscou desenvolver sua obra voltada para um novo aparato conceitual que mostrasse as pretensões das diferentes áreas do conhecimento nas quais o modelo mecanicista e seus procedimentos de análise se mostravam insatisfatórios. Em seu livro intitulado Teoria Geral dos Sistemas, do ano de 1976, encontramos sua obra mais completa sobre o tema (SILVA, 2005).

O ponto inicial da teoria geral dos sistemas é que apenas o conhecimento mecanicista não era adequado como uma tese ontológica, pois o universo é idealizado, de acordo com a tese mecanicista, como se fosse um mecanismo composto por peças que os cientistas analisam separadamente. Esta concepção da ideia mecanicista seria o procedimento analítico. Apesar de incontáveis diferentes caracterizações do mecanicismo, podemos entender que há uma doutrina da natureza de acordo com a qual o universo e qualquer outro fenômeno que se produza nele, vivo ou inanimado, possa ser apropriadamente descrito sem que se recorra a modelos teleológicos ou vitalistas (SILVA, 2005).

Para superar as abordagens ontológicas mecanicistas e seu correlato epistêmico analítico, Bertalanffy (1976) introduz uma compreensão, ou um

paradigma, chamado organicista, no qual seu principal escopo geral seria exatamente o de superar a enorme dificuldade que o mecanicismo tem para elucidar o comportamento dos sistemas, ainda mais no que diz respeito aos problemas de finalidade e ordem. O olhar organicista tende a abrir espaço para uma compreensão de sistemas vivos, uma vez que permite a reflexão dos elementos que compõem o organismo ou fenômeno, indo mais além das partes que compõem a totalidade, para que se considere como funcionam suas subdivisões e para que se faça um exame das finalidades (SILVA, 2005).

Para isso, a teoria usa de conceitos como equifinalidade, no qual se percebe que é possível chegar aos mesmos resultados por meio de caminhos distintos, e de entropia, que mostra a irreversibilidade dos acontecimentos físicos, expressa pela função de entropia, que dá ao tempo a sua direção. Sem a entropia (grau de desordem), não haveria passado e futuro. A teoria da estabilidade, ou a teoria dinâmica dos sistemas, convergem com a teoria do controle ou com os sistemas de *feedback* na descrição externa. (BERTALANFFY, 1976) Na descrição externa, o sistema tem as funções de transferência, os *inputs* e os *outputs*.

Ao invés de partir de uma análise que privilegie as partes de um estudo, ou unidades constitutivas de um sistema qualquer, Bertalanffy privilegia o todo para começar sua investigação, invertendo a ordem de prioridades do procedimento analítico até então feito. De acordo com o autor, as leis que administram o comportamento do todo devem ser consideradas fundamentais se queremos investigar um comportamento de uma das partes de um sistema, e fazendo isso, mantemos as interações que essas partes têm entre si na unidade sistêmica que constituem e que surge desta interação (SILVA, 2005). Bertalanffy (1976) sistematiza suas ideias nesta teoria denominada de Teoria Geral dos Sistemas. O atributo mais acentuado desta teoria é sua evidência nos aspectos formais dos sistemas que resultam de suas características gerais, como as aplicadas ao Rio Pinheiros, sendo mais ressaltadas do que de seus conteúdos específicos. Ainda de acordo com Bertalanffy, evidenciamos que sistemas gerais são mais generalizáveis e que existem modelos, princípios e leis que se aplicam em sistemas gerais ou à suas subclasses, não tendo importância ao gênero particular, a natureza de seus elementos, componentes e as relações ou forças que imperam entre eles (BERTALANFFY, 1976). O objetivo dessa teoria é desenvolver a formulação e derivação de princípios adequados aos sistemas em geral.

A teoria geral dos sistemas tem como finalidade identificar as características, princípios e leis comuns dos sistemas, independentemente de sua área de atuação, do tipo de sistema, de qual a natureza de seus elementos componentes e das relações entre eles. De acordo com o autor, um sistema se define como um complexo de elementos em interação, sendo essa interação de natureza hierarquizada (ordenada). E assim, podemos tratar as transformações ocorridas no Rio Pinheiros influenciaram todo o sistema. Quando pensamos nos sistemas, a teoria de Bertalanffy é interdisciplinar podendo ser usada para investigar as diversas divisões tradicionais da pesquisa científica.

2.1 Relação Homem-Meio

A partir do século XIX, as ciências do homem e as da natureza tomaram seus próprios caminhos e por décadas foram estudadas separadamente, sem correlação entre ambas. Foi a geografia que permaneceu numa frente ambígua, já que não se definiu nem como uma ciência natural nem como social. O que ocorreu na prática é que os geógrafos tentaram reproduzir no seu meio acadêmico a dicotomia do pensamento ocidental das escolas europeias que separavam o homem da natureza. (GONÇALVES, 2002).

Na década de 1980, a geografia física brasileira começou a pesquisar mais sobre as questões ambientais, sempre se situando entre a geografia física e a humana, já que ambas interagem e não havendo sociedade sem o meio e, tão pouco, análise da paisagem sem o homem. Com isso, Spósito (2003, p. 295) afirma:

“Se o ambiental é a síntese, ainda que contraditória, entre o natural e o social, o embate seria, antes, entre o social e o político, sendo a questão ambiental, nas cidades, uma das expressões mais completas deste conflito.”

E assim, a “geografia ambiental” ainda enfrenta problemas com a falta de teorias que priorizem, ao mesmo tempo e com o mesmo peso, o ambiental e o social, fazendo com que o geógrafo que queira trabalhar com este tema procurar diversas teorias e readaptá-las ou desenvolva suas próprias teorias. Ainda neste contexto, Spósito (2003) afirma que poderíamos perguntar em que medida estamos

enfrentando este problema e em que medida estamos contornando o desafio decorrente da necessidade de se articular teorias e conceitos diferentes estabelecidos para descrever e analisar a natureza e a sociedade, e ainda sim não explicam todas as diferenças entre as dinâmicas e processos que explicam o conjunto das transformações naturais e o das transformações sociais.

Esta pesquisa exemplifica bem as transformações ocorridas nas paisagens. Para entendermos a paisagem recorreremos a Bertrand (1968) que definiu paisagem como uma entidade global que nos possibilita obter um olhar sistêmico em uma combinação dinâmica e instável dos elementos físicos, biológicos e químicos. O autor ainda salienta que existem escalas tempo-espaciais que foram utilizadas como base geral de referência para todos os fenômenos geográficos e que estudos que envolvem um aspecto da paisagem são apoiados em um sistema de delimitação esquemática e formados por unidades homogêneas (sempre em relação à escala considerada) e hierarquizadas, se encaixando umas nas outras.

De acordo com o Ross, a maioria dos ambientes naturais está, ou já esteve, em um estado de equilíbrio (dinâmico), ainda que as sociedades antrópicas adviessem em uma intervenção de forma progressiva e cada vez mais intensa da exploração de recursos naturais (ROSS, 2001). Entretanto, estas sociedades não deveriam ser vistas como elementos estranhos ou a parte dessa intervenção e sim como parte essencial e integrante dessa natureza dinâmica, que por meio de fluxos de matéria e energia fazem com que o sistema funcione como um todo.

2.2 Derivações Antropogenéticas e Impactos

O conceito de *derivações antropogenéticas* permite a análise do caráter gradativo das transformações do Rio Pinheiros, as quais nem sempre são bruscas ou impactantes (MONTEIRO, 2000).

Para a análise de derivações antropogenéticas são reconsideradas as principais intervenções físicas no curso fluvial (retificações) dos últimos 80 anos, uma vez que, devido à retificação, houve a alteração no fluxo de entrada e saída de matéria do rio, permitindo, posteriormente, a impermeabilização da planície fluvial (marginais). Deste modo objetiva-se demonstrar as alterações ocorridas na paisagem

no decorrer do tempo e um histórico de sua ocupação, mostrando o aumento dos *inputs* e *outputs* de matérias lançadas nos afluentes do sistema.

Impacto pode ser definido como “qualquer alteração no meio ambiente, em um ou mais de seus componentes, provocada por uma ação humana” (MOREIRA, 1992). Já Sánchez (2006, p. 16) propõe a definição de impacto como:

“[...] a mudança em um parâmetro ambiental, num determinado período e numa determinada área, que resulta de uma determinada atividade, comparada com a situação que ocorreria se essa atividade não tivesse sido iniciada.”

Segundo este autor, *impacto* seria a diferença entre dois quadros futuros: um em que o projeto é aplicado e outro em que não o é, quadros necessários para atuar nas intervenções pontuais propostas no Projeto Tietê.

Podemos diferenciar os impactos em diferentes escalas: local, regional e global. Pode-se ainda separá-los em impactos que ocorrem em um ecossistema natural, agrícola ou em um sistema urbano, apesar de um impacto, que a princípio tenha ocorrido em escala local, possa ocasionar consequências em uma escala global.

Segundo Santos (2004) o impacto ambiental pode ser positivo e proporcionar bônus ou trazer benefícios sociais, ou mesmo podem provocar impactos negativos (adversos) e proporcionar diversos prejuízos. Uma avaliação de impacto significa uma interpretação quantitativa e qualitativa das alterações que podem ser de ordem ecológica, social, cultural ou estética. A caracterização de um impacto ambiental necessita ser realizado por duas diferentes fases que o englobam: identificar qual o tipo de dano e o agente causador dessa alteração; e quantificar o tipo de impacto, que pode ser classificado em efetivo ou provável. Os impactos são caracterizados de acordo com critérios que mostram uma ordem de grandeza e qual sua representatividade. Assim, podemos levar em consideração, de acordo com Santos (2004), a existência de formas de impacto, fonte, sentido, distribuição, extensão, desencadeamento, temporalidade, intensidade, reversibilidade, frequência, acumulação e magnitude que são critérios úteis para a classificação de impactos ambientais.

O entendimento desses conceitos pode mostrar as diferentes ações propostas pelo projeto, além de suas relações temporais, mostrando que uma ação pode começar como algo impactante e no decorrer do desenvolvimento do projeto se torna uma derivação antropogenética, pois uma ação pontual desencadeada por uma ação humana passa a ser algo gradativo que pode levar décadas para que o processo se finalize.

2.3 A Teoria da Paisagem e Território

A dinâmica natural é realizada na superfície terrestre e sofre alterações pela ação antrópica, sendo necessário entendermos que existe uma dinâmica natural onde, depois de uma ação humana, acontece a alteração sobre a paisagem. O conceito de paisagem, que também é utilizado neste trabalho, pode ser definido tal como propõe Bertrand (1971, p. 02):

“A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É uma determinada porção do espaço, resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável em perpétua evolução.”

Como afirma Monteiro (2000, p. 39), a paisagem é:

“[...] uma entidade espacial delimitada segundo um nível de resolução do geógrafo (pesquisador) a partir dos objetivos centrais da análise, de qualquer modo, sempre resultante da integração dinâmica, portanto instável, dos elementos de suporte e cobertura (físicos, biológicos e antrópicos) expressa em partes delimitáveis infinitamente, mas individualizadas através das relações entre elas que organizam um todo complexo (Sistema), como na área de estudo, sendo um verdadeiro conjunto solidário e único, em perpétua evolução.”

Isso leva ao entendimento de que podemos considerar a paisagem como uma parte integrante do sistema estudado, uma vez que cada uma de suas unidades se relacionam umas com as outras, obtendo um desenvolvimento particular e próprio, significando que existe uma evolução que pode nos levar a mudanças estruturais e territoriais, sendo estas mudanças naturais ou causadas pela ação antrópica.

O território analisado se formou a partir de um espaço construído pelo homem e, só por este fato, novas interações se realizam neste lugar. As diferentes relações sociais e naturais que ocorrem no espaço o dividem, ainda sendo indissociável, único e indivisível (SANTOS, 1978). A maneira de apropriação do espaço pela sociedade por meio de dimensões e usos econômicos, políticos e culturais causam “descontinuidades” fazendo, desta forma, surgirem os territórios. As formas de poder geradas neste território mostram que há uma dinâmica do todo, evidenciando a lógica do sistema estudado e sua trajetória até os presentes dias. Utilizando uma abordagem sistêmica territorial, suas dimensões econômicas, políticas e culturais são analisadas no contexto da apropriação do espaço. Um território constitui o predomínio de uma relação de dominação/sujeição, mesmo que esta condição não seja permanente. O território é erguido socialmente e, sendo assim, passa por uma reestruturação constante. Deste modo podemos considerar que:

“[...] toda relação [...] um lugar de poder, isso significa que o poder está ligado muito intimamente à manipulação dos fluxos que atravessam e desligam a relação, a saber, a energia e a informação.”
(RAFFESTIN, 1993, p. 53-54).

O território deve ser tratado na maior parte do tempo como uma relação social. Ele é a expressão do espaço apropriado, um espaço produzido. É constituído por uma multidimensionalidade, onde seus atores sociais o redefinem constantemente em seu cotidiano podendo ser exemplificados nas mais variadas intensidades e ritmos. O território deixa de ser apenas chão abaixo de nossos pés ou uma propriedade, ele é uma relação social. “Por meio de vínculos, por criações ou invenções humanas, através de práticas sociais, é que se produz território.” (HEIDRICH, 2005, p. 56).

Unidas ao poder, as diferentes dimensões das atividades sociais exercidas sobre o território foram apreendidas pela relação que a sociedade mantém com o

espaço, no seu uso e consumo em diferentes ritmos e intensidades, fazendo com que os usos do rio mudassem ao longo do tempo de acordo com a necessidade da população e administração pública. A construção deste território é passível de apreensão apenas se alocados esforços na identificação dos fatores de sua produção, ou seja, no que a história tem as nos contar, somada às condições sociais que substanciaram dada formação territorial.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, TÉCNICOS E MATERIAIS DE APOIO

O objetivo deste trabalho é analisar a evolução das transformações do sistema e suas relações com as políticas públicas nos últimos 80 anos do Rio Pinheiros, discutindo as alterações ocorridas no curso hídrico e suas intervenções governamentais. As duas variáveis analíticas consideradas são: as transformações ocorridas no sistema e as políticas públicas associadas. Para auxiliar o desenvolvimento do trabalho, utilizamos de indicadores para cada variável da pesquisa como as derivações antropogênicas, impactos e uso e ocupação do solo para analisar as transformações ocorridas no sistema e indicadores como UGRH, Projeto Tietê e qualidade das águas para analisar as políticas públicas associadas.

A perspectiva sistêmica também apoiou o estudo da área. A Bacia do Alto Tietê foi denominada de sistema de primeira grandeza da análise, uma vez que esta uma bacia está compreendida no Estado de São Paulo, contendo as cabeceiras dos rios de primeira ordem do Alto Tietê. Para a área de estudo desta pesquisa se usa a denominação de sistema, pois o Rio Pinheiros seria de grandeza de segunda ordem, já que recebe os *input* e *outputs* do Rio Tietê, de afluentes e da Represa Guarapiranga.

Partindo desta perspectiva sistêmica, para se desenvolver uma análise integrada é necessário cumprir etapas anteriores: uma delas seria a análise evolutiva (histórica) e outra a análise descritiva (caracterização da área), [...] (informação verbal)¹. Portanto, os procedimentos metodológicos que foram utilizados com o propósito de se chegar ao objetivo proposto, baseiam-se em quatro etapas, sendo que a primeira baseia-se na análise evolutiva, que permitiu a análise da evolução histórica e do uso e ocupação do solo do sistema estudado, considerando as variáveis analíticas deste trabalho e a implementação do Projeto Tietê. A segunda etapa é baseada nas ações governamentais, com a realização de trabalhos de campos, da leitura do Projeto Tietê e revisão bibliográfica. Em seguida, na terceira etapa, foi feita a análise descritiva, que permitiu a identificação das características da área de estudo e, conseqüentemente, da evolução das transformações ocorridas. Por fim, a quarta etapa é dirigida pela análise integrada, relacionando as partes analíticas do trabalho.

¹ Informações passadas na matéria Embasamento Teórico e Metodológico Conceitual em Pesquisa em Geografia Física ministrada pelo Professor Dr. Luís Antônio Bittar Venturi, 2010.

3.1 Análise Evolutiva

3.1.1 Transformações Ocorridas no Sistema

Para o desenvolvimento e análise da evolução histórica da ocupação as derivações antropogenéticas foram reconsideradas como indicadores das principais intervenções ocorridas no sistema desde a década de 1930 do século passado, como a retificação, alteração do fluxo e a ocupação das suas antigas margens. Assim, pretendemos demonstrar que tais alterações ocorridas na paisagem no decorrer do tempo e tiveram influência no histórico de sua ocupação, mostrando que houve aumento dos *inputs* e *outputs* de matéria lançadas nos afluentes do sistema ou em seus afluentes ocasionadas por estas intervenções.

3.1.2 Análise das Políticas Públicas

Para a análise das políticas públicas foi feita a leitura das principais ações governamentais de gerenciamento de recursos hídricos do Estado de São Paulo, analisando como indicadores as políticas desenvolvidos pelo plano estadual de recursos hídricos para as UGRHs, a qualidade de água do sistema e uma análise do desenvolvimento do Projeto Tietê, tendo como referência o diagnóstico das transformações sofridas no sistema. Estas leituras possibilitaram a identificação das medidas que são impactantes (impactos) e de quais medidas são gradativas (derivações antropogenéticas).

Os dados de qualidade das águas são utilizados para verificar a empiricidade do Projeto Tietê, fornecidos pela CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental), e são dos anos de 1998, 2004 e 2011, uma vez que o ponto de medição foi dentro da área de estudo, PINH 04100 (Usina de Traição), instalado no ano de 1998, e suas medições foram feitas até 2004, pois o ponto foi parcialmente desativado no ano de 2005, uma vez que não era feita a coleta de todos os indicadores dos níveis de qualidade de água neste ponto e ele foi reaberto para todas as coletas no ano de 2010. Os anos escolhidos para avaliar os dados de qualidade de águas formam os dos anos 1998, 2004 e 2011. No ano de 1998 o Projeto Tietê já havia sido elaborado e estava no início da sua primeira fase de

execução. Em 2004 foram coletados os dados, pois se deu início a segunda fase do projeto. Já os dados de 2011, para analisar os dados atuais e poder verificar a eficiência do Projeto Tietê a partir dos dados de qualidade de água do sistema.

A CETESB disponibiliza seus dados de qualidade de água em sua média anual, sendo seus principais parâmetros de dados coletados:

- turbidez;
- nível de pH;
- nitrato;
- nitrogênio amoniacal;
- oxigênio dissolvido;
- demanda bioquímica de oxigênio;
- fósforo total;
- coliformes termotolerantes.

Com base nesses dados foi feita uma comparação com a Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) 357 para se verificar o grau de poluição encontrado no rio Pinheiros, avaliado pelo Índice de Qualidade de Águas (IQA) pertencente à CETESB. O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros citados acima. O IQA é obtido pela formula:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Em que:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida;

wi: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade;

n: número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

3.2 Análise dos Projetos Governamentais

3.2.1 Trabalho de Campo

Como forma de reconhecimento e desenvolvimentos complementares de estudos sobre a área de pesquisa, foram realizados quatro trabalhos de campo em diferentes momentos:

- Ano de 2009: Nesta visita possibilitou o reconhecimento da área de estudo e foram analisadas as usinas de Traição e Pedreira, o uso do solo, além da realização de registros fotográficos.
- Ano de 2010: O segundo trabalho de campo ocorreu juntamente com estudantes da USP. Nesta visita foi possível analisar algumas intervenções feitas pelo Projeto Tietê.
- Ano de 2011: Este trabalho possibilitou a coleta de dados cartográficos para realização de mapas e registros fotográficos.
- Ano de 2012: O último trabalho de campo teve início com a equipe da CETESB. Pôde-se coletar dados sobre a qualidade de águas do sistema e as intervenções feitas pela companhia.

3.2.2 Análise Bibliográfica

Realizou-se a análise bibliográfica do projeto de despoluição das águas, do gerenciamento de recursos hídricos do Estado de São Paulo, do Projeto Tietê, dos projetos de leis para mudança no curso do rio e da CONAMA 357, que mostra os índices de qualidade de água.

Realizaram-se, para a pesquisa bibliografia documental antiga específica da área de estudo, buscas bibliográficas junto à CETESB, SABESP e EMAE (Empresa Metropolitana de Águas e Energia).

3.3 Análise Descritiva

A descrição das características da área estudada permite a identificação das transformações ocorridas no sistema adjuntas às intervenções governamentais e, deste modo, contribuíram ao analisar as intervenções na paisagem do rio.

O diagnóstico, análise descritiva, foi materializado por meio de um mapa de uso e ocupação do solo do sistema do Rio Pinheiros, que foi baseado em cartas topográficas disponíveis na EMPLASA (Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano) em escala 1:10.000 do ano de 2007, e em um mapa da sobreposição do traçado antigo e do trajeto atual do rio, baseados em cartas topográficas das empresas EMPLASA e AES Eletropaulo, em escala 1:10.000 dos anos de 1923 e 2007, ambos desenvolvidos no *software* ARCGIZ, utilizados para verificação da ação humana sobre a área de estudo e a validação da premissa de que, devido às transformações ocorridas, houve, por consequência, um aumento na poluição das águas do sistema.

3.4 Análise Integrada

De acordo com Venturi (2010) devemos desenvolver duas etapas prévias, sendo uma delas a análise evolutiva, ou seja, o histórico do sistema e outra a análise descritiva, com a caracterização da área [...] (informação verbal)². Dessa forma, tanto no método integrado como também em uma abordagem sistêmica, se deve considerar todos os fatores na transformação da paisagem que podem determinar os tipos de impactos e derivações antropogênicas ocorridos no sistema, podendo mostrar que determinados impactos, somados à intervenção antrópica, fazem com que ocorra a aceleração dos mesmos, além de poderem se tornar mais danosos ao meio ambiente e à população.

A análise auxilia o entendimento do cenário atual da visão de conjunto, que é necessária para a elaboração de cenários futuros. Por isso, a partir da identificação das transformações ocorridas, como o uso do solo do sistema, a retificação do Rio Pinheiros e sua inversão de fluxo, é possível determinar quais áreas foram suscetíveis a impactos e transformações antropogênicas ao lado da identificação

² Informações passadas na matéria Embasamento Teórico e Metodológico Conceitual em Pesquisa em Geografia Física ministrada pelo Professor Dr. Luís Antônio Bittar Venturi, 2010.

das mudanças ocasionadas pelo Projeto Tietê, com o intuito de reverter alguns dos impactos e derivações causadas pela ação humana no quesito de melhoria da qualidade de águas do sistema.

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa, a problemática foi abordada a partir da Teoria Geral dos Sistemas, identificando atributos e conceitos desta teoria. Com isso, foi possível observarmos que houve um desequilíbrio no sistema devido aos impactos e derivações ocorridas e a aos *“inputs”* de matéria que a evolução da retificação, a inversão e a ocupação, tanto populacional quanto industrial, geraram no sistema. Deste modo, o trabalho foi desenvolvido sobre duas variáveis: as transformações ocorridas no sistema e as políticas públicas nele aplicadas. Estas transformações foram indicadas pela retificação do rio, a alteração do seu fluxo e a ocupação da área retificada. No quesito de políticas públicas, foi usado como indicador o Projeto Tietê, as UGRHs e qualidade de água no sistema, de maneira a tentar reverter alguns dos impactos ou derivações antropogênicas do sistema e com a finalidade de melhorar a qualidade de água do sistema.

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 A RMSP

A RMSP abriga cerca de 19,7 milhões de pessoas (IBGE, 2010), valor que corresponde a 47% da população do Estado de São Paulo, e dispõe de menos de 4% da água disponível (Figura 4.1). A região é constituída por 39 municípios, alguns dos quais se localizam nas cabeceiras da bacia do rio Tietê, configurando uma situação crítica em termos de disponibilidade de água, em comparação a outras regiões do país, uma vez que são áreas de planejamento urbano, dispendo de legislação específica para sua preservação, mas que ainda assim sofrem com problemas para abastecimento e manejo destas áreas de cabeceiras.

Atualmente, para que seja possível efetuar o abastecimento de água potável para essa população, aproximadamente metade da água consumida é transferida desde as bacias dos rios Piracicaba, Guaratuba, Capivari e do sistema Cantareira, para a bacia do Alto Tietê (Prefeitura do Município de São Paulo, 2007).

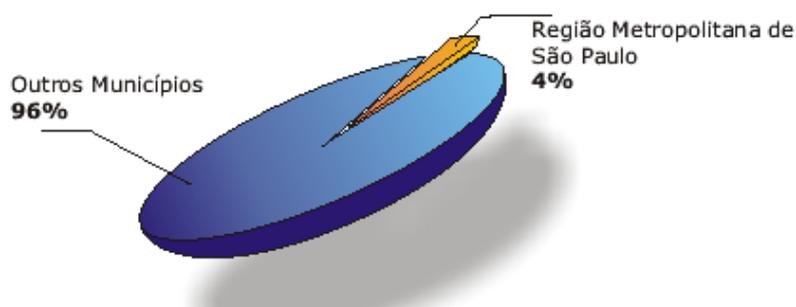


Figura 4.1: Disponibilidade Hídrica da RMSP.

Fonte: Sabesp (2004).

4.2 Meio Físico da Bacia do Alto Tietê

A Bacia do Alto Tietê abrange 35 dos 39 municípios da região metropolitana e aproximadamente 98% de sua população. O abastecimento desta bacia é destinado ao uso doméstico, cerca de 76% dos recursos hídricos, e ao abastecimento industrial, com cerca de 20% da água doce disponível no sistema de primeira grandeza. O sistema estudado encontra-se no Estado de São Paulo, que foi dividido em vinte e duas UGRHs. Entre as UGRHs que enfrentam problemas, a que está em

situação mais crítica é a do Alto Tietê, onde se encontra uma das maiores ocupações urbanas mundiais, a RMSP. (TRAVASSOS & MONTEIRO, 2005).

Esse volume de abastecimento é complementado de suas bacias vizinhas, tais como a Bacia do Rio Piracicaba, Capivari e Jundiaí, que “exportam” suas águas à bacia UGRH do Alto do Tietê, uma vez que os rios do sistema de primeira grandeza do Alto Tietê não comportam a demanda exigida pelo complexo de residências, comércios e indústrias da RMSP.

No contexto da UGRH do Alto Tietê, este sistema de primeira grandeza possui uma área de drenagem de 5.650 km² que abrange os seguintes municípios: Barueri, Biritiba Mirim, Caieiras, Cajamar, Carapicuíba, Cotia, Diadema, Embu, Embu-Guaçu, Ferraz de Vasconcelos, Francisco Morato, Franco da Rocha, Guarulhos, Itapeccerica da Serra, Itapevi, Itaquaquecetuba, Jandira, Mairiporã, Mauá, Mogi das Cruzes, Osasco, Pirapora do Bom Jesus, Poá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, Salesópolis, Santana de Parnaíba, Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, São Paulo, Suzano e Taboão da Serra, sendo seus principais cursos d’água os rios Tietê, Tamanduateí e Pinheiros. Esta UGRH seria o sistema de primeira grandeza desta análise, pois não está inserido em outras bacias, já que contém as cabeceiras e rios de primeira ordem do Alto Tietê, e o sistema do rio Pinheiros seria de grandeza de segunda ordem, pois recebe os *input* e *outputs* do Rio Tietê, de afluentes e da Represa Guarapiranga, que também é um sistema de mesma grandeza com o qual a área de estudo também realiza trocas de matéria e energia.

Apesar de extensa, a bacia tem uma baixa disponibilidade hídrica (apenas 18 m³/s) enquanto sua demanda para abastecer a população que habita a região seria de 71 m³/s (HIDROPLAN, 1995), tornando evidente o problema de escassez de água da RMSP. A figura 4.2 mostra a abrangência da UGRH do Alto Tietê.

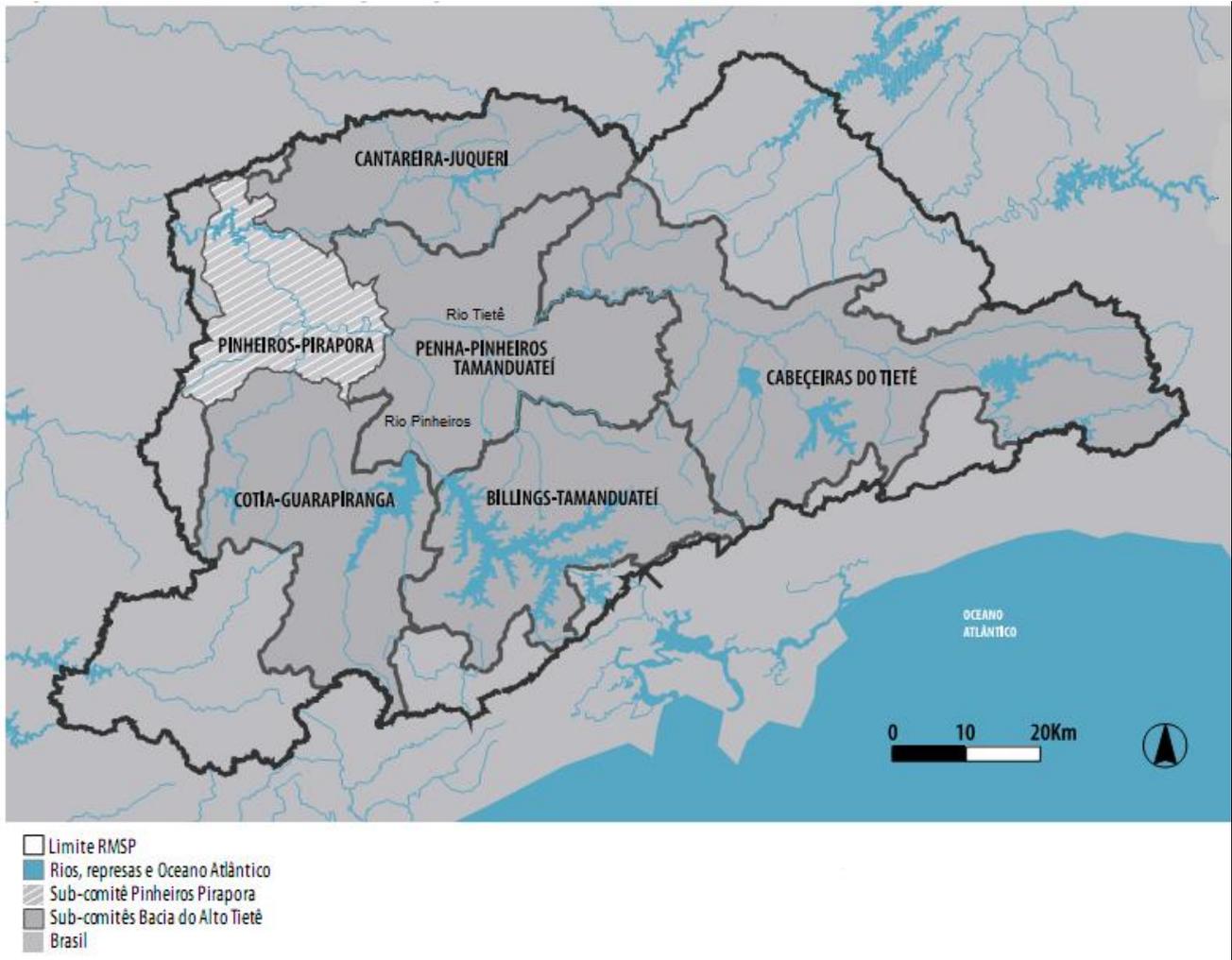


Figura 4.2: Divisão das UGRHs do Sistema de Primeira Grandeza da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.

Fonte: 5 Elementos e IPT. Org.: RODRIGUES, F., 2012.

O sistema de primeira grandeza da bacia do Alto Tietê tem uma área estimada em 5.650 km². Adotando-se o critério de maior extensão do talvegue, que corresponde ao ponto mais distal da bacia e da cota mais elevada, se encontram as coordenadas UTM N= 7.390.825 e E= 425.070, ponto este situado no entorno da cota 1.115 m. Esta nascente se situa a 230 km de distância da cidade de Pirapora, extensão esta medida ao longo do talvegue intensamente meandrado do rio, conforme ainda se verifica no trecho a montante da Penha e além de Mogi das Cruzes (FUSP, 2002).

Quanto ao gradiente fluvial, o Rio Tietê apresenta sucessões e intercalações de trechos com características torrenciais e de planícies. Dentre os trechos com características de leito torrencial, destacam-se os 15 km iniciais das cabeceiras

tradicionais, com declividades variando, conforme o sub-trecho, entre 7 e pouco mais de 40m/km. Também na parte jusante do sistema de primeira grandeza, ocorrem sub-trechos ou sub-sistemas torrenciais, com declividades compreendidas entre 1,5 e 5 m/km, isto a partir do desemboque do Rio Cotia, situado no município de Santana de Parnaíba, visto que isto é disfarçado pelos lagos das barragens Edgard de Souza e Pirapora (FUSP, 2002).

Quanto aos demais trechos, predominam as características de cursos de planície com baixas declividades, destacando o trecho situado a montante da barragem da Penha até além de Mogi das Cruzes, cujo gradiente fluvial, computada no decorrer do curso meandrado do rio, tem 124.300m de extensão e sua velocidade é de, apenas, 9 m/h. Também no Estado de São Paulo, no trecho entre a barragem da Penha e o Cebolão, a declividade é baixa, com pouco mais de 25 m/h.

A bacia do Alto Tietê é constituída por uma vasta rede de contribuintes. Vários deles se sobressaem não somente pela grandeza de suas áreas de drenagem e pelos caudais que geram, com inúmeros danos às atividades desenvolvidas no meio urbano, mas pelo valor que representam, seja pela forma histórica da região, seja por sediar diversos projetos de engenharia nos campos energéticos, de abastecimento e hidráulica (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2012).

4.3 Influências Estruturais

A bacia de São Paulo, segundo Riccomini et al (2004), originou-se após a fragmentação de uma calha tectônica durante o Eoceno e Mioceno (55 – 5,32 M.a.). Este evento também foi responsável pela individualização das outras bacias sedimentares da porção central do RCSB (Taubaté, Resende e Volta Redonda).

O compartimentado em blocos justapostos que são limitados por grandes zonas de falhas transcorrentes do embasamento pré-cambriano da bacia de São Paulo é o que delimita as mais importantes falhas, sendo esses blocos os de Caucaia, Jaguari, Taxaquara, Buquira e Alto da Fartura (HASUI & SADOWSKI, 1976). De acordo com o autor, os blocos estariam adernados, com afundamentos rumo ao centro da bacia, o que resulta nas reativações cenozóicas das antigas zonas de cisalhamento (LUZ, 2010).

O sistema estudado está localizado na parte oeste da cidade de São Paulo. Isto é caracterizado por uma depressão em bloco com cotas mais baixas estabelecidas no decorrer da porção norte, onde incidem falhas reativadas ao longo das zonas de cisalhamento de Taxaquara e Jaguari (HASUI & CARNEIRO, 1980).

Na planície fluvial do Rio Pinheiros existem dois destes blocos, que são delimitados pela falha calcária, o bloco Cotia, ao norte, com afundamento na sua extremidade leste, e bloco Juquitiba ao Sul, com afundamento de sua parte norte. Assim, Hasui & Carneiro (1980) verificaram a existência de uma subsidência do bloco Cotia mostrando uma menor amplitude que do bloco Juquitiba.

Litologicamente, Coutinho (1972) considera as áreas desses dois blocos como sendo do complexo cristalino, porém, difere as faixas gnáissicas e graníticas na zona de cisalhamento entre as falhas de Taxaquara e Caucaia (bloco Cotia) do restante do complexo onde predominam os micaxistos.

Deste modo, o sistema estudado é um representante da zona de contato entre o bloco de Cotia, e de menor subsidência e composto por gnaisses, com o bloco de Juquitiba, de maior subsidência e compostos predominantemente por micaxistos. A figura 4.3 mostra o perfil geológico do Rio Pinheiros.

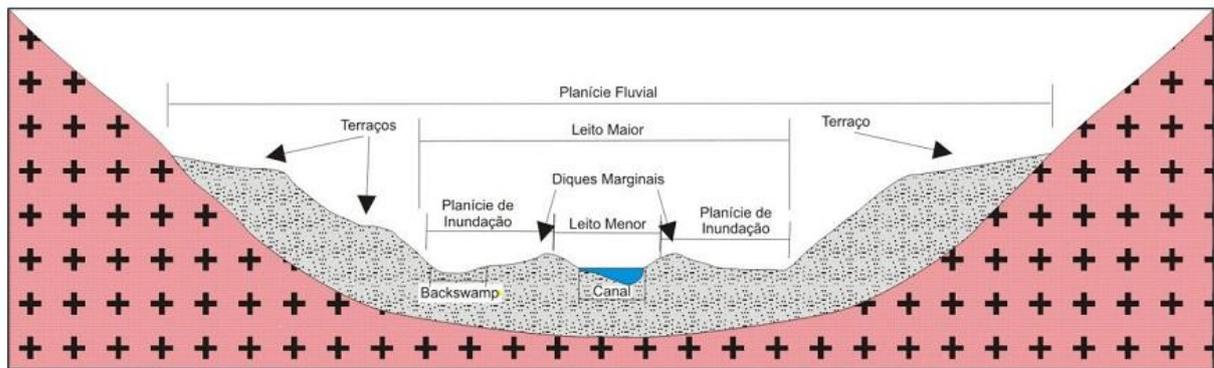


Figura 4.3: Croqui Esquemático da Planície Fluvial com os Sistemas e Formas Associadas.

Org.: Luz, R., 2010. Modificado por: Rodrigues, F. 2012.

4.4 Localização e Caracterização do Sistema Estudado

A área de estudo localiza-se no Município de São Paulo, enfocando um trecho do rio Pinheiros. O recorte espacial limita-se entre a Usina de Traição e a Usina de Pedreira, por se tratar da parte represada do rio, uma vez que houve sua reversão.

Em decorrência deste impacto, suas águas, que antes nasciam no Rio Grande e seguiam em direção ao Rio Tietê, passaram a ter seu fluxo destinado para o abastecimento da represa de Guarapiranga e, por imposição governamental, foram proibidas de abastecer a represa. O trecho selecionado como sistema estudado se encontra localizado nas seguintes coordenadas geográficas: Usina de Traição, latitude $23^{\circ} 35' 42''$ sul e longitude $46^{\circ} 41' 39''$ oeste, situada a 727 metros do nível do mar (GOOGLE EARTH, 2009) e Usina de Pedreira, latitude $23^{\circ} 42' 11''$ sul e longitude $46^{\circ} 40' 27''$ oeste, situada a 720 metros do nível do mar (GOOGLE EARTH, 2009).

A imagem de satélite, ilustrada na figura 4.4, mostra a extensão da área estudada, parte das represas Billings e Guarapiranga, tendo destaque para a área de estudo deste trabalho.

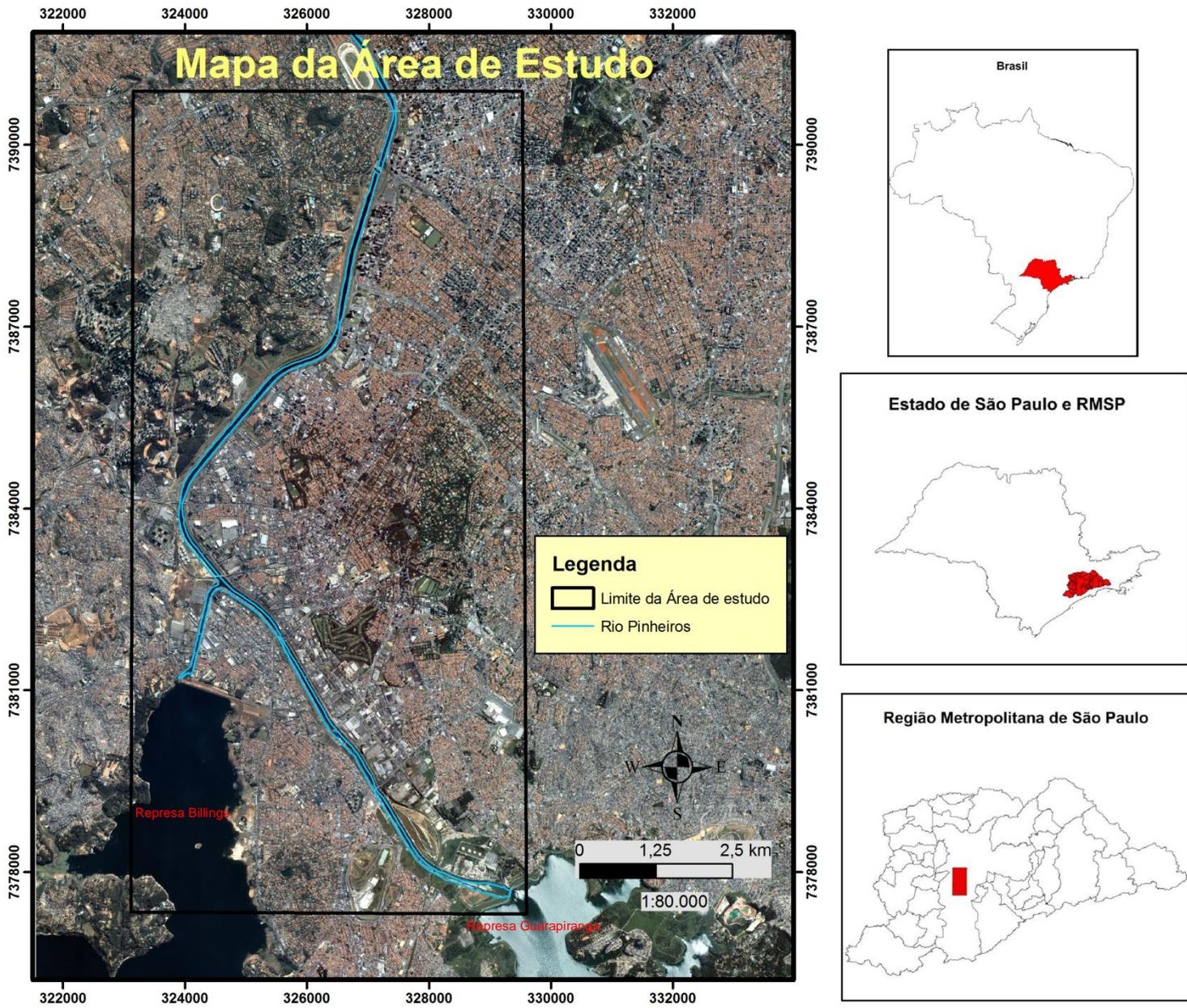


Figura 4.4: Extensão do Sistema Estudado.
 Fonte: EMLASA, 2011. Org.: RODRIGUES, F., 2012.

5. TRANSFORMAÇÕES NO CURSO FLUVIAL (1ª VARIÁVEL)

A fim de alcançar os objetivos desta pesquisa foram utilizadas variáveis que auxiliaram no desenvolvimento do trabalho. A primeira variável trata das transformações ocorridas nos últimos 80 anos no sistema estudado, que ocorreram de forma gradativa (derivações antropogenéticas) ou de forma rápida e intensa (impactos).

5.1 Derivações Antropogenéticas no Sistema do Rio Pinheiros

Neste item, foram estudadas as principais intervenções feitas no sistema atuando de forma gradativa (derivações antropogenéticas).

5.1.1 Histórico de Ocupação

O Rio Grande, cuja localidade é próxima a Serra do Mar, era um dos rios que formavam o Rio Pinheiros, o qual desagua no Rio Tietê, no trecho do Município de São Paulo (figura 5.1).

O Rio Pinheiros foi primeiramente chamado, até o começo do século XX, de Rio Jurubatuba, que em linguagem tupi-guarani significa *de grande quantidade de Palmeiras Jerivás*, que se encontravam situadas em todo o entorno de suas margens (ADORNO, 1999).



Figura 5.1: Rio Pinheiros em sua confluência com Rio Tietê.

Fonte: Arquivo AES Eletropaulo, 1929.

Com o trajeto sinuoso, (figura 5.2), no processo de sua formação, o rio esculpiu seu trajeto alterando a paisagem na superfície e o solo abaixo dela em uma continuidade dinâmica que evidencia a forma da morfologia urbana. O rio também é complemento de outros formadores de paisagem como topografia, solo, relevo, vegetação etc. (GORSKI, 2010). Assim, em sua formação original, o rio possuía uma longa planície de inundação. Essa área do rio e de suas várzeas eram utilizadas para atividades de lazer, pois, como São Paulo se concentrava nos arredores do Centro Velho da cidade (Pátio do Colégio e Praça da Sé), tal espaço era um local distante do centro e inexpressivo aos interesses imobiliários.

Em função desse padrão fluvial, o fluxo de água era lento, com várzeas permeáveis que possibilitavam uma grande capacidade de *input* de águas pluviais e de outros canais.



Figura 5.2: Rio Pinheiros com seu Trajeto Sinuoso e suas Planícies de Inundação.

Fonte: Arquivo AES Eletropaulo, 1930.

Conforme Brito (1926), no início do século XX, as várzeas eram resistências naturais à construção urbana e industrial, mas úteis à extração de areia e argila para a construção civil. O uso do rio centrava-se à prática de esportes aquáticos, como remo e natação, e lazer em geral. Os cochos, gradeados de madeira (figura 5.3), que se encontravam sobre o rio eram muito comuns e localizados nas proximidades de clubes da região, como se fossem piscinas dentro do rio (ADORNO, 1999).



Figura 5.3: Cochos, Área de Lazer no Rio, 1936.

Fonte: Secretaria dos Transportes Metropolitanos, 2006.

5.1.2 Uso do Recurso Hídrico

A ocupação das margens do sistema do Rio Pinheiros começou na década de 1950, com o final do processo de canalização. Em meados do ano de 1954, a área estudada já apresentava edificações próximas à Usina Elevatória de Traição e alguns loteamentos já podiam ser notados no bairro que hoje é denominado de Real Parque. Atualmente, a área estudada se encontra praticamente tomada pela ocupação antrópica, com a construção de diversos empreendimentos onde seria o antigo leito do rio e sua várzea (ARAÚJO, 1992).

Com o uso e a ocupação da área, surgiram outros empecilhos que antes não haviam, como alagamentos causados pela alteração no fluxo e o escoamento das águas. Lugares que antes não eram inundados agora alagam devido ao mau escoamento de água, sendo um transtorno para a população que habita ou trabalha nesses locais.

Apesar dos mais de 450 anos, São Paulo foi uma comunidade que se conservou estagnada em termos populacionais e econômicos até meados do século XIX. Nesta época, os habitantes da cidade eram abastecidos por inúmeras fontes que brotavam nos declives da paisagem, do Riacho Anhangabaú e até das águas já lodosas do Tamanduateí.

O adensamento populacional transformou a obtenção de água em uma dificuldade social de primeira ordem. Embora o abastecimento de água seja uma tarefa que diz respeito às autoridades da cidade, a resposta dos poderes públicos foi insuficiente ou inexistente ao assunto.

Podemos dizer que este problema emergiu na esfera pública, ocasionando o debate societário. Porém, nada foi efetivado como problema político, isto é, não gerou ações coletivas que corrigiriam os problemas com o abastecimento de água na RMSP com qualidade. Este é um atributo marcante do processo societário brasileiro, no qual os problemas reconhecidamente públicos se conjuram quase que eternamente a meio caminho entre Estado e sociedade (WHITAKER, 1946).

Frente às dificuldades do poder público, a iniciativa privada exibiu a requisição de direitos para o abastecimento de água para a cidade de São Paulo, por meio da canalização das águas da Serra da Cantareira. Assim surgiu a Cia. Cantareira de Águas e Esgotos, em 1875. Em 12 de maio de 1881, de acordo com Whitaker

(1946), foram finalizadas as obras capazes de fornecer o dobro de abastecimento necessário à população existente de 30.000 habitantes. No entanto, com o aumento populacional em uma enorme velocidade, de modo que em 1892 a população passou a ser de 120.000 habitantes, tornando mais uma vez o abastecimento escasso. São Paulo fornecia 3.500.000 litros de água por dia para abastecer o equivalente a 8.642 prédios e os inúmeros chafarizes da região central. Havia a necessidade de novas captações de água para o abastecimento do sistema e a empresa havia se estruturado para abastecer uma pequena cidade e não uma metrópole emergente, não dando conta de abastecer a população que quadruplicara em menos de dez anos. No anseio de abastecer os novos habitantes que apareceram em um intervalo de tempo muito menor que o previsto, houve descompasso entre os gastos e o retorno de lucro, levando ao endividamento da empresa. A partir de 1892, tal endividamento levou à dissolução da empresa e o Estado se viu obrigado a resolver e gerenciar os problemas de abastecimento de água.

Após a estatização da Cia. Cantareira, foi criada a Repartição de Serviços Técnicos de Águas e Esgotos (RAE). Desde então existiam duas variáveis que eram consideradas no problema do abastecimento da RMSP ao fim do século XIX, seu intenso dinamismo demográfico, uma vez que mais de mil novas residências eram construídas por ano, e a escassez das “águas de fontes” mais próximas que, juntamente com o rápido desenvolvimento da cidade, levaram ao baixo nível das águas da atual bacia do Alto Tietê, que também já tratava sobre o estado sanitário deplorável dos rios. A implementação do projeto da retirada das águas do Rio Tietê para abastecimento começou em 1898, próximo ao bairro do Belenzinho (PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO, 2012). Já em 1903 foram executadas obras para o aumento da captação e, assim, a rede distribuidora da parte baixa de São Paulo poderia captar um volume de 6.000.000 de litros/dia. Na execução da obra houve um problema: as águas do rio eram coletadas a sua jusante, após o bairro da Penha, próximo a fábricas de sabão, e estas águas coletadas já não estavam apropriadas para o consumo por conta de efluentes domésticos e industriais, além de uma galeria de filtração que se rompeu e as bombas passaram a injetar águas do rio (Adorno, 1999).

O desafio era descobrir uma saída para o abastecimento de água para a RMSP de maneira efetiva, considerando todos os aspectos descritos acima. Em 1904, José P. Rebouças era dirigente da RAE e sugeriu um plano mais eficaz de utilização do sistema de primeira grandeza do Alto Tietê, fazendo a captação das águas a montante da Penha, e as levando para o Alto da Móoca, de onde viriam por gravidade para a zona de distribuição.

Segundo Whitaker (1946), a solução da retirada das águas do Tietê não era um consenso, pois as condições de qualidade de água já se deterioravam nos períodos de estiagem e ainda teriam áreas de mananciais próximos com águas em melhores condições para o abastecimento. Deste modo, foram utilizadas as águas do Ribeirão Cabuçu, proveniente da Serra da Cantareira, o qual, em 1907, passou a abastecer a capital com 400 mil litros de água por dia. Assim, São Paulo passou a contar com um *input* de 71 milhões de litros por dia, para 300 mil habitantes, contemplando o fim da década de 1900 com uma trégua no problema do abastecimento da cidade. Porém esta situação foi provisória, pois logo nos primeiros anos da década de 1910 houve um aumento populacional e, por consequência, uma defasagem no abastecimento hídrico.

Uma das facetas mais importantes do período refere-se à inibição da continuação do impacto antrópico sofrido pelo sistema na tentativa de preservar os recursos naturais e, nesta tentativa, deu-se o início do conservacionismo, por meio de sugestão de legislação de proteção aos recursos hídricos (PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO, 2012).

Nesse momento, evidenciava-se uma controvérsia dada na relação entre as mais de 30 toneladas/dia de esgotos desaguados no rio e seu uso para o lazer e navegação da população paulistana. Tal controvérsia se sustentava devido à alta capacidade de autodepuração do rio. A análise acima citada pode ser ilustrada pelo fato de que no ano de 1922 existiam 509 embarcações sujeitadas ao imposto municipal, número esse que cresceu 24% (633 barcos) já no ano seguinte. Desse total de embarcações, 289, ou seja, aproximadamente 45% desses barcos, eram lanchas e botes. Outras atividades de lazer realizadas, como as competições esportivas como a “Travessia de São Paulo a nado”, uma travessia de 5,5 quilômetros, que teve apenas 16 anos de duração (1924-1940), pois a poluição das águas impossibilitou tal competição (WHITAKER, 1946). A crescente poluição das

águas do Tietê e do Pinheiros levou à criação da Comissão de Saneamento, cujos primeiros estudos implicavam na construção de quatro grandes emissários de esgoto, sendo dois desses localizados no curso do Tietê, no trecho entre o bairro da Penha e a confluência do Rio Pinheiros, e outros dois servindo às zonas do vale do Pinheiros (PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO, 2012).

Devido à ação da prefeitura de não condicionamento do uso das águas do rio à população mediante a um sistema de primeira grandeza Tietê/Pinheiros, restava o recurso das águas represadas pela Light & Power. A noção defendida era a existência de interesses entre a energia elétrica e o abastecimento de água (MAGALHÃES, 2000). Contudo, era sabido que as águas represadas estavam sujeitas ao “mal das algas” e também o modo de tratá-las (WHITAKER, 1946).

Outro contraponto às represas era expresso no receio da ampliação do poder da Light & Power, pois, uma vez que essa empresa tivesse investido seu capital ao represamento das águas do rio, ela não cederia tal elemento sem qualquer remuneração, o que tornava toda população paulistana refém da poderosa empresa (PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO, 2012).

Conforme Magalhães (2000), o que ocorreu foi a sujeição da população paulistana à Light & Power, por meio do aproveitamento das águas do reservatório de suas águas. Um acordo foi firmado entre a companhia e o governo Paulistano, visando obras de adução de águas do Rio Guarapiranga, em Santo Amaro. Tal conciliação de interesses favorecia a Light & Power que solicitava, no momento, favores ao governo para a ampliação do ambicioso Projeto Serra.

Neste momento, o cruzamento de interesses dos setores do abastecimento e da produção de energia se fez inevitável e definitivamente selou os destinos das águas metropolitanas. O interesse energético nas águas não mais seguira em paralelo ao interesse sobre o abastecimento (PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO, 2012).

Então, sob a estimativa de contribuição superior a 510 milhões de litros diários (suficiente a 2 milhões de habitantes), poços profundos foram escavados ao longo das margens do Tietê. Apesar da retirada de água, contratada entre o Estado de São Paulo e a Light & Power, de até 4 m³/s, a adução foi iniciada com apenas 1 m³/s. Essa defasagem entre a adução real oferecida e a contratada continuou por muitos anos e é somente em 1929 que essa vazão foi elevada para 174 milhões de

litros por dia, enquanto a população era de aproximadamente 850 mil habitantes. Naquele momento, o déficit de fornecimento de água alcançava, considerando-se a quota de 250 litros/habitantes/dia, a quantia de 38 milhões de litros/dia (WHITAKER, 1946).

5.1.3 Processo Poluidor

A década de 1930 destaca-se por alterações na conjuntura econômica brasileira gerada com a crise de 1929. Nessa situação, a indústria protagonizou, entre os diversos ramos de atividade industrial, a crescente importância do setor de bens de produção. Aliado ao crescimento industrial, a concentração de indústrias na década de 1940 pode ser percebida mediante a participação de São Paulo e de seus municípios periféricos no setor produtivo do país: ao longo dos anos 1940, a indústria paulistana atravessou um expressivo período de concentração, desencadeando, em 1950, uma produção da região no patamar de 72% do valor de transformação industrial do Estado e 35% do Brasil (FREITAS, 1984).

Tal concentração da indústria no Município de São Paulo e periféricos conduziu, por um lado, a um crescimento econômico por meio da produção industrial e, por outro lado, acarretou em problemas de poluição das águas do rio Tietê e de seus afluentes, problemas estes que se multiplicavam dado o tamanho do lançamento de volume de esgotos industriais nesses rios. Isso ocasionou uma crescente perda da qualidade das águas dos rios nesse espaço. Essa situação ainda foi agravada em 1955, com a ocorrência da interligação da rede de esgotos de São Paulo, confluindo os dejetos de toda produção industrial paulistana nos rios Tietê e Pinheiros. Contudo, entre 1956 e 1962, o processo de centralização das indústrias no Estado de São Paulo foi acentuado (FREITAS, 1984). Nesses anos, com o plano de metas da ocasião, foram instaladas indústrias pesadas de bens de produção no país, especialmente na região da atual Grande São Paulo. É premente notar que essa concentração industrial foi acompanhada de intensa urbanização dos municípios de São Paulo e arredores. Conjunto ao crescimento da produção e da geração de oportunidades de empregos, ocorreu também o crescimento da população local, ocasionado tanto pelo assentamento da população no local, devido a uma situação econômica favorável, quanto pelo êxodo rural.

Ao se refletir a respeito do crescimento relativo dos Municípios da Região Metropolitana de São Paulo, relacionado à disponibilidade e demanda de água na região, é percebido que nos anos posteriores a 1970 o fluxo migratório passou a focar, principalmente, nos municípios periféricos ao Município de São Paulo, uma expansão que se deu em regiões de interesse ambiental, como por exemplo, áreas de proteção aos mananciais.

Conforme Porto (1992), foi considerada a redução do crescimento da mancha urbana, associado ao processo de adensamento interno da metrópole que Sertão e Bueno (1991) apontam como associado não apenas à verticalização, como também ao crescimento de moradias de baixa renda espontâneas na Cidade de São Paulo.

Com a análise de dados de crescimento populacional, de adensamento populacional e de crescimento da mancha urbana em direção às áreas de mananciais, percebe-se que a centralização industrial apresenta ecos na apropriação da terra urbana e na degradação das águas dos rios Tietê e Pinheiros, na Região Metropolitana de São Paulo. Entre 1950 e 1960, conjunto à retificação dos contornos dos rios Tietê e Pinheiros, houve a apropriação de terras das várzeas dos rios, denotando que a retificação do Rio Pinheiros, terminada em 1957, resultou em aproximadamente 25 milhões de m² de terras apropriadas da sua várzea e utilizadas para outros usos que não o de expansão das águas nas cheias. Em se tratando dos rios Tietê e Pinheiros, a degradação está associada ao desmatamento, à depredação da vegetação ciliar e à impermeabilização do solo e dos meandros dos rios que auxiliaram para o seu assoreamento e o aumento no número de inundações. Vemos então que as transformações no ambiente resultante dos arruamentos e canalizações modificaram o fluxo das águas, resultando em modificações no relevo. Pareado ao processo de degradação, ocorreu a valorização das terras de várzeas e de suas proximidades, especialmente depois dos anos 1980, quando a região da Marginal Pinheiros tem uma grande valorização imobiliária (PORTO, 1992).

No que tange os recursos hídricos, tal valorização de terras relativo ao movimento de concentração industrial na Região Metropolitana de São Paulo, apresenta uma interface com a qualidade das águas do Rio Tietê e de seus afluentes. Contribuindo, dessa forma, com a degradação das águas como resultado

das formas de apropriação da terra na região e da construção social do espaço urbano.

5.1.4 A Retificação

Por volta de meados da década de 1920, enquanto o rio ainda abrigava em suas margens clubes esportivos, pessoas praticavam regatas náuticas e travessias a nado, o então Governador Júlio Prestes, por intermédio da Lei de número 2249/27, concedeu os direitos de usos do Rio Pinheiros à empresa Light para geração de energia (PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO, 2012). Em 1928, deu-se o início as obras de retificação do Rio Pinheiros, que se distenderiam até os anos 1950. O intuito destas obras era diminuir o número de inundações, canalizar seu fluxo e direcioná-lo para a Represa Billings, revertendo então o sentido das águas, utilizando-se para isto a Usina de Traição. Assim abriu-se a possibilidade da instalação da Usina Henry Borden, em Cubatão, que recebia as águas do Rio Tietê através do Rio Pinheiros e pela Represa Billings, usando da declividade da Serra do Mar para gerar energia elétrica.

Devido ao nivelamento da calha do rio e a construção das Usinas de Traição e Pedreira o sistema teve seu fluxo invertido ainda na década de 1930, deixando de ser afluente do Rio Tietê e passando a ser rio principal para abastecimento energético, recebendo o *input* de água do Rio Tietê. Esta inversão foi um grande impacto ocasionado por ação antrópica que descaracterizou a paisagem do rio, além de ter forte influência nas mudanças ocorridas na vida aquática (PROJETO POMAR, 2012).

Com o final das obras de retificação e canalização das margens do rio na década de 1950, houve um enxugamento da área de várzea do mesmo e esta sofreu a especulação imobiliária. Por consequência deste enxugamento e desta ocupação antrópica, o rio foi sendo isolado do convívio da população, antes mesmo de suas águas chegarem ao grau atual de poluição por meio da construção da Via Professor Simão Faiguenboim, a atual marginal. Em 1970 terminaram as obras da Marginal Rio do Pinheiros. Com inúmeras transformações, suas margens perderam a vegetação natural e as matas ciliares. Na faixa que restou, foram implantados interceptores e emissários de esgoto, cabos de telecomunicações, estradas de

serviços, oleodutos e linhas de transmissão de energia. Por fim, o sistema passou a receber a entrada de matéria que culminou por comprometer sua qualidade de água e determinou a extinção da fauna local (PROJETO POMAR, 2012).

A retificação foi um processo lento, mas suas consequências puderam ser vistas no decorrer do tempo. A alteração de sua paisagem e o uso de suas margens acarretou na degradação do sistema.

5.2 Impactos Principais

Neste item, foram estudadas as principais intervenções feitas no sistema atuando de forma rápida e impactante.

5.2.1 Represas Guarapiranga e Billings

O Sistema do rio Pinheiros sofre seu primeiro impacto por volta de 1907, quando há o represamento do Rio Guarapiranga para a formação da represa (FREITAS, 1930).

Este impacto gerou um aumento na sua extensão e a represa passa a ter duas funções para a RMSP: o abastecimento hídrico e energético. O represamento das águas do Rio Guarapiranga tinha como objetivo principal o acúmulo de água para solucionar o problema de falta de água no Rio Tietê, mantendo o nível da barragem de Parnaíba, estável nos períodos de estiagem.

Antes a represa era conhecida como Represa de Santo Amaro, depois teve sua nomenclatura alterada para Guarapiranga. Sua construção se deu no início em 1906, pela Empresa Light, que foi a responsável pelo abastecimento energético na RMSP, sendo concluída em 1907. Em 1928, com o aumento populacional da região, a Represa Guarapiranga passou a ser utilizada como reservatório de abastecimento de água.

Já a Represa Billings foi construída nas décadas de 1930 e 1940 pelo engenheiro de mesmo nome da represa, que era funcionário da empresa Light. Inicialmente a represa tinha o propósito de armazenar água para a geração de energia elétrica para a Usina Henry Borden, na cidade de Cubatão (ADORNO, 1999).

Devido ao crescimento populacional e industrial da RMSP ter ocorrido sem planejamento urbano, principalmente nas décadas de 1950 a 1970, a represa Billings possui grandes trechos poluídos com efluentes domésticos, industriais e metais pesados, e, hoje, apenas braços da represa na região do Riacho Grande são tratados para abastecimento hídrico pela SABESP (SABESP, 2012).

Este impacto alterou as condições de bastateciento hidrico do sistema, diminuindo a quantidade de fluxo do rio, ou seja, diminuindo a carga de água a ser despejada no rio Tietê, além do grande impacto sofrido na área onde atualmente se situam as represas que foram inundadas.

5.2.2 A Reversão

Em 1925 a água que era distribuída para o abastecimento da RMSP passa a ter cloramento obrigatório. Nesta mesma época, o sistema é atingido por uma grande estiagem que promove uma crise no abastecimento hídrico. Devido ao aumento populacional e a problemas de abastecimento na RMSP, o Governo do Estado de São Paulo iniciou as obras do sistema Rio Claro, afluente do Tietê situado na Serra do Mar, com o propósito de fornecer água na razão de 6 metros cúbicos por segundo. Em 1927, tem início o projeto de canalização e reversão do sistema do Rio Pinheiros para geração de energia elétrica na Usina Henry Borden, por meio da construção das represas Rio das Pedras e Billings, que, de acordo com a empresa Eletropaulo, foi a maior transformação (impacto) no Rio Pinheiros, na década de 1920. A represa localiza-se entre os municípios de São Paulo, São Bernardo do Campo, Santo André, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra e Diadema. Em 1928, há uma piora na falta de água e a represa de Guarapiranga passa a ser utilizada para abastecimento humano (DE OLHO NOS MANANCIASIS, 2012).

Em 1926, começava a funcionar o primeiro grupo gerador de Cubatão, com uma potência de 44.347 KW, volume bastante considerável para a época. O Grupo "*The São Paulo Tramway Light and Power Company Limited*", como algumas empresas aqui instaladas na época, faz um grande investimento para melhor aproveitamento das águas do Rio Tietê, por meio do Rio Pinheiros, ampliando a geração de energia hidroelétrica na Usina Henry Borden para a cidade de São Paulo, que começava seu desenvolvimento (SEABRA, 1987). O projeto criado pela

Light seria a elevação do nível da represa Billings e a canalização do Rio Pinheiros (AES ELETROPAULO, 2007), transferindo a saída de energia e matéria de um sistema para o outro e por consequência para a geração de energia.

De acordo com Magalhães (2000), em dezembro de 1927, a Lei nº 2249, assinada pelo Governador Júlio Prestes de Albuquerque, concedia direito à Light para a realização do projeto. Com essa lei, a Light poderia elevar o nível do reservatório do Rio Grande até 747 metros acima do nível do mar, canalizar, alargar, retificar e aprofundar o leito do Rio Pinheiros e dos rios Grande e Guarapiranga, além de construir as necessárias represas, eclusas e estações elevatórias.

O sistema de reversão entrou em funcionamento na década de 1940, após sua retificação, com a instalação e operação das Usinas Elevatórias de Pedreira e Traição, que permitiram a reversão das águas do Pinheiros, elevado em cerca de 25 metros e atingindo o nível do reservatório Billings. A Usina de Traição, além de alterar o fluxo do rio, criou uma conexão entre sistemas, forçando o *output* de matéria e águas do Rio Pinheiros, criando, assim, um *input* de energia na Usina de Henry Borden.

Este impacto pode ser considerado como reversível na medida em que é possível se decidir a direção do fluxo do sistema por meio do manejo das usinas elevatórias, regional, pois altera os fluxos da bacia e sazonal, uma vez que durante o período de cheias do rio é necessário abrir as comportas das usinas elevatórias permitindo a entrada de matéria nas represas e evitando enchentes em áreas próximas aos rios Tietê e Pinheiros.

5.2.3 A Construção da Marginal do Rio Pinheiros

Com o término da retificação do Rio Pinheiros, na década de 1950, e a construção de duas Usinas Elevatórias, Traição (figura 5.4) e Pedreira (figura 5.5), houve um enxugamento de suas várzeas, contribuindo para a expansão da cidade e, em decorrência, a maior valorização daquelas terras. Por consequência deste enxugamento a marginal foi construída, ocasionando outro grande impacto no rio e, como existe um grande fluxo viário nesta via, diversas empresas e indústrias se instalaram ao longo dela, lançando dejetos no rio e o poluindo gradativamente mais.

Este impacto pode ser considerado definitivo, pois mesmo que a área que hoje abriga as pistas da Marginal fosse desativada, não se recuperaria a antiga área de várzea do sistema.



Figura 5.4: Usina Elevatória de Traição.



Figura 5.5: Usina Elevatória de Pedreira.

Fonte: EMAE (2006).

5.3 Configuração Atual do Rio e Meio Antrópico: uso e ocupação do solo

Desde o começo da década de 1940, o sistema do Rio Pinheiros sofreu diversas alterações, impactantes e gradativas, como a alteração de seu fluxo (reversão) e trocas com o sistema da Represa Guarapiranga. Com a reversão houve o enxugamento de suas várzeas. Muitas derivações (antropogradativas) aconteceram ao longo dos últimos 80 anos tais como a instalação de fábricas, indústrias, casas, prédios comerciais e residenciais, ruas, avenidas entre outras construções. Esses terrenos foram totalmente valorizados e a especulação imobiliária cresceu bastante nos terrenos próximos ao Rio Pinheiros (PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, 2012).

A Figura 3.6 mostra o mapa atual de uso e ocupação do solo no Sub-sistema estudado e seus arredores.

Devido à intensa ocupação antrópica, as antigas várzeas e áreas de mananciais foram impermeabilizadas e ocupadas por diversos tipos de moradias, modificando a paisagem das antigas margens meândricas para um rio retificado cercado de asfalto. Conforme a CETESB (2004), devido à falta de tratamento de água e esgotos, cerca de 10% dos efluentes produzidos nas áreas próximas do rio são jogados *in natura* em suas águas. Hoje, de acordo com o IQA e a Resolução CONAMA, essas águas estão classificadas entre ruim e péssima e consideradas como corpo d'água classe IV.

Mapa de Uso e Ocupação

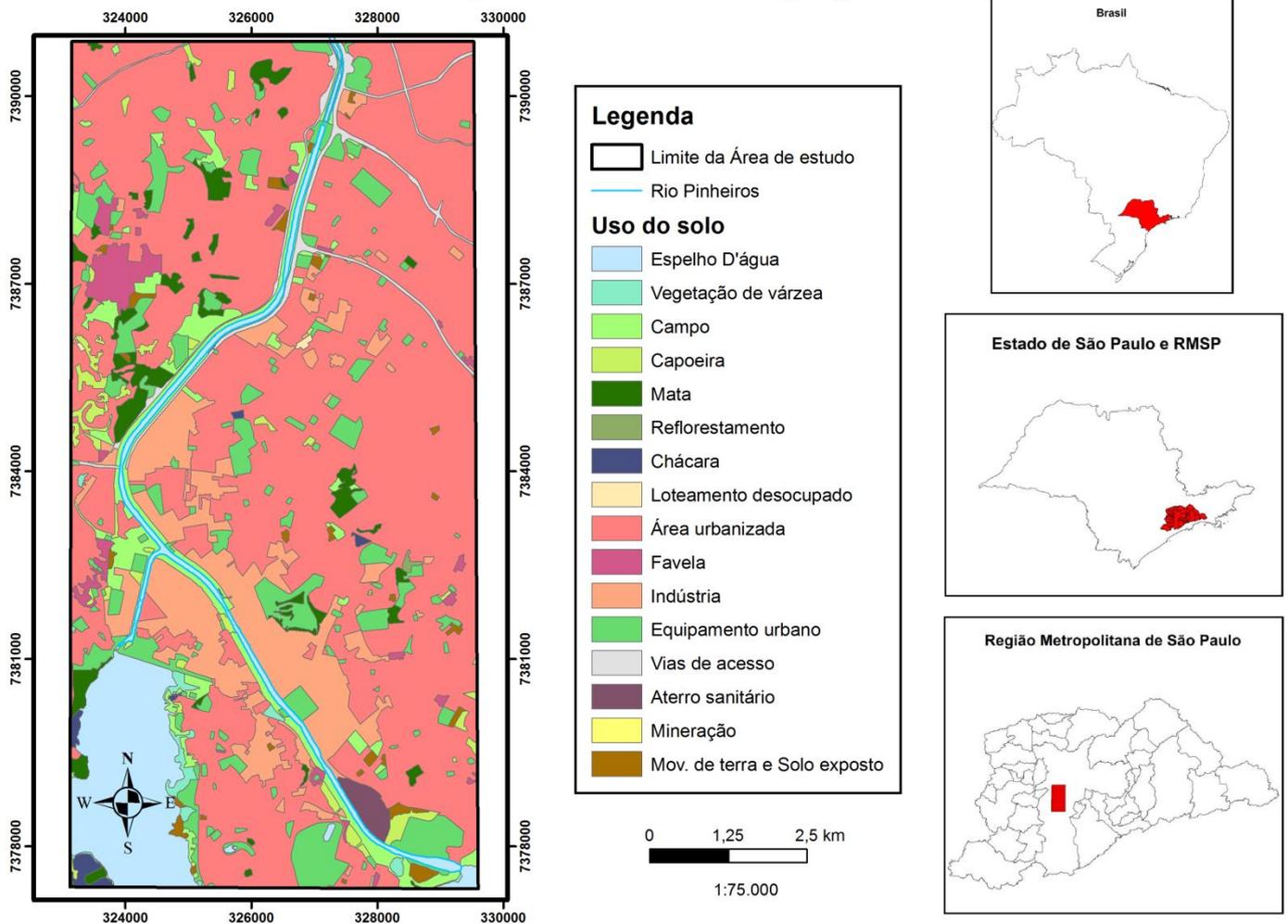


Figura 5.6: Mapa do Atual Uso e Ocupação do Solo do Sistema Estudado e seus Arredores.

Org.: RODRIGUES, F., 2012.

5.3.1 Transformações Ocorridas no Sistema

As transformações ocorridas ao longo do rio Pinheiros, nas últimas décadas, foram grandes e muito significativas para o crescimento da cidade de São Paulo. Isso aconteceu no decorrer de seu processo de urbanização e industrialização, causando alterações em sua paisagem e agravando o processo poluidor.

O município de São Paulo apresenta um pequeno potencial hídrico, sendo boa parte dele inutilizável para consumo humano. Os dados de poluição das águas mostram um alto nível de poluição, tornando longo o processo de despoluição da bacia do Rio Pinheiros.

Um território, como o sistema estudado, se aporta no seu passado, tem um presente, mas tem sempre a capacidade de se tornar algo, de devir. Nessa percepção imediata do território, a princípio, o sistema aparece como estável e imutável, entretanto suas intrínsecas contradições é que nutrem de possibilidades seu devir. O conceito de território não pode ser pensado de modo estanque, mas como produto inacabável (infindável) advindo das contradições sociais cotidianas. De acordo com Raffestin (1993) o território não poderia ser nada mais que o produto dos atores sociais. São eles que produzem o território, partindo da realidade inicial dada, que é o espaço. Há, portanto, um “processo” do território, quando se manifestam todas as espécies de relações de poder.

A mudança ocorrida no território com a retificação pode ser vista na figura 5.7, que mostra o traçado do sistema antes e depois da retificação.

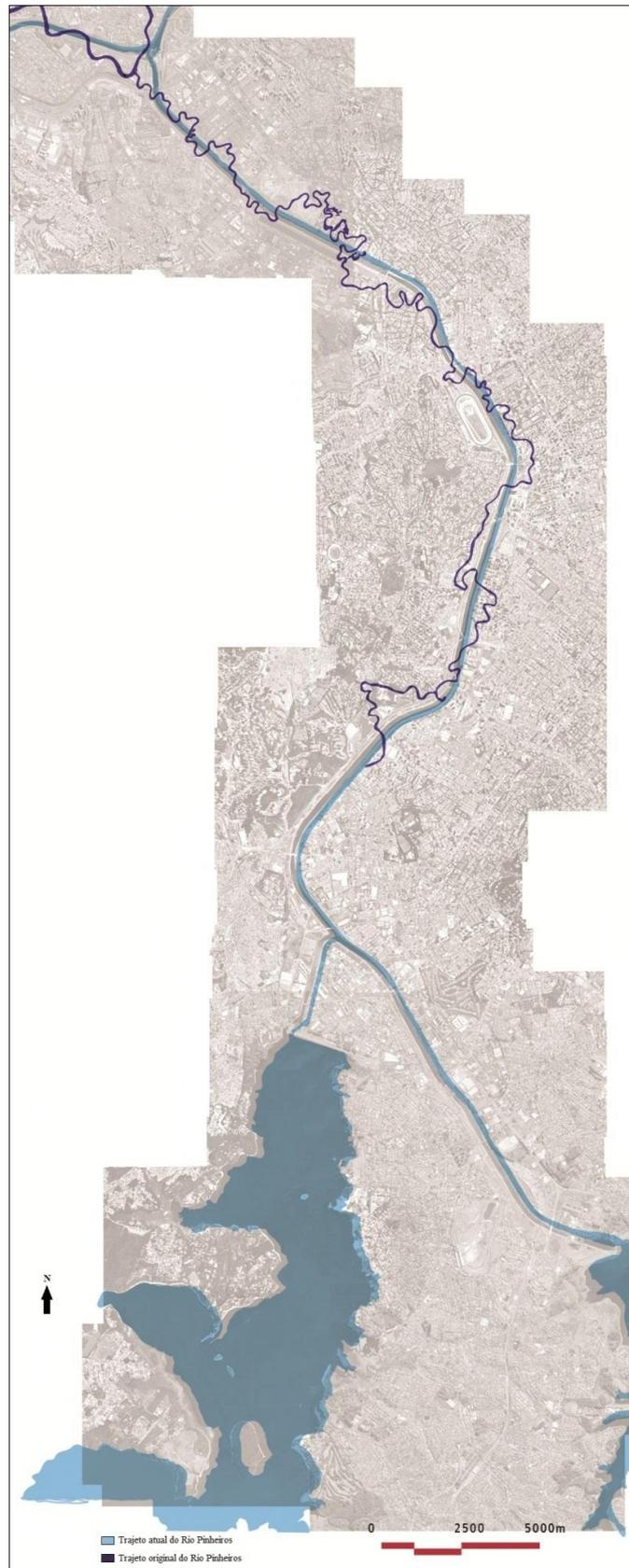


Figura 5.7: Traçado Antigo Sobreposto ao Traçado Atual do Rio Pinheiros.

Fonte: Google Maps, 2011, EMLASA, 2012 e Fundação Patrimônio de Energia de São Paulo, 1930.

Organizado por: RODRIGUES, F., 2012.

O conceito de *derivações antropogenéticas* nos permitiu verificar como houve mudanças de caráter gradativo dessas transformações no território, sua retificação e ocupação se deram de forma lenta, levando décadas para se concluir.

O sistema teve uma significativa diminuição, passando de 45 km de um rio sinuoso e largura de em média 100 metros, para aproximadamente 25 km de extensão e largura média de 20 metros nos dias de hoje (RYBCZYNSKI, 2009). Sua vazão também teve mudanças importantes, uma vez que antes da década de 1930 o Rio Pinheiros apresentava uma vazão máxima de 40m³ /s e hoje não passa de 10 mil litros por segundo, sendo estas as médias anuais dos anos de 1925 e 2011 respectivamente (EMAE, 2011).

O rio, antes de trajeto sinuoso, agora é um canal artificial que, com a inversão de fluxo, recebe matéria do Rio Tietê apenas para evitar enchentes, pois as represas criadas, que antes serviam para geração de energia, atualmente servem para o abastecimento de água de parte de RMSP e não podem receber grandes quantidades de matéria imprópria para o consumo.

Depois dos impactos sofridos na década de 1920, a população começou a perder o contato com o rio e, assim, deixou de interagir com o sistema, passando a ser apenas observador de suas obras e inversão de fluxo, e da inserção de *input* de matéria e energia que provocou a queda da qualidade de água.

A retificação representou uma ação gradativa, que durou aproximadamente 40 anos para ser totalmente terminada, mas ainda assim foi impactante nos fluxos e paisagens do sistema, acarretando a especulação imobiliária de suas várzeas, o aumento da carga de efluentes no rio, a impermeabilização do solo, que causou a diminuição de infiltração no solo, sobrecarregando o fluxo principal e ocasionando enchentes, uma vez que suas várzeas agora estão ocupadas.

Com estas alterações sofridas no decorrer dos anos, a piora na qualidade de águas da Bacia do Alto Tietê e a falta de coleta de esgoto na RMSP levaram ao desenvolvimento de diversos projetos por parte do Governo do Estado de São Paulo. O Projeto Tietê integra diversas secretarias de órgãos do governo com o intuito de melhorar a qualidade de águas do sistema de primeira grandeza. O projeto foi desenvolvido na tentativa de reverter os impactos causados pelas transformações ocorridas que, no decorrer do tempo, ocasionaram a poluição do sistema de primeira grandeza e proporcionar a melhora na qualidade de águas para que a população

possa voltar a ter os benefícios e usos do rio, tal como a navegação, a pesca, os esportes aquáticos, entre outros. Este projeto ainda está em vigência e foi dividido em três partes.

6. POLÍTICAS PÚBLICAS (2ª VARIÁVEL)

A segunda variável desta pesquisa são as políticas públicas associadas ao sistema estudado. Para auxiliar no entendimento dos objetivos deste trabalho, usamos das principais políticas públicas atuais para administração e melhoria da qualidade das águas da área estudada, utilizando como indicadores as UGRHs, o Projeto Tietê e a qualidade de água do sistema.

6.1 Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

Com o intuito de promover um novo conceito, a Constituição Federal promulgada em 1988, dispõe de um sistema de gerenciamento dos recursos hídricos, que propõe que a água seja um bem público dotado de valor econômico. É importante observamos que esta é a primeira vez que se institui em uma legislação o uso da água como bem público, considerando que as atividades com fins lucrativos, até então, exploravam o recurso de maneira indiscriminada e sem pensar nas consequências do uso para a população e o meio ambiente (AZEVEDO, 2006).

A partir de então, cada estado desenvolveu em suas constituições maneiras de gerir os recursos hídricos. Em 1991, foi promulgada a primeira lei Estadual de número 7.663 que instituía a Política de Recursos Hídricos Paulistanos. Mas foi no ano de 1994 que a Lei Estadual 9.034 promulgou o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), propondo uma gestão descentralizada, de maneira a ser integrada e participativa, referentes a cada particularidade de suas bacias hidrográficas. O Estado de São Paulo foi dividido em 21 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRH), como pode ser visto na figura 6.1. No ano de 1995 foi criada mais uma UGRH, a subdivisão da Unidade Aguapeí-Peixe, originando as Unidades de Gerenciamento do Peixe e do Aguapeí e assim hoje, totalizamos 22 unidades (AZEVEDO, 2006).

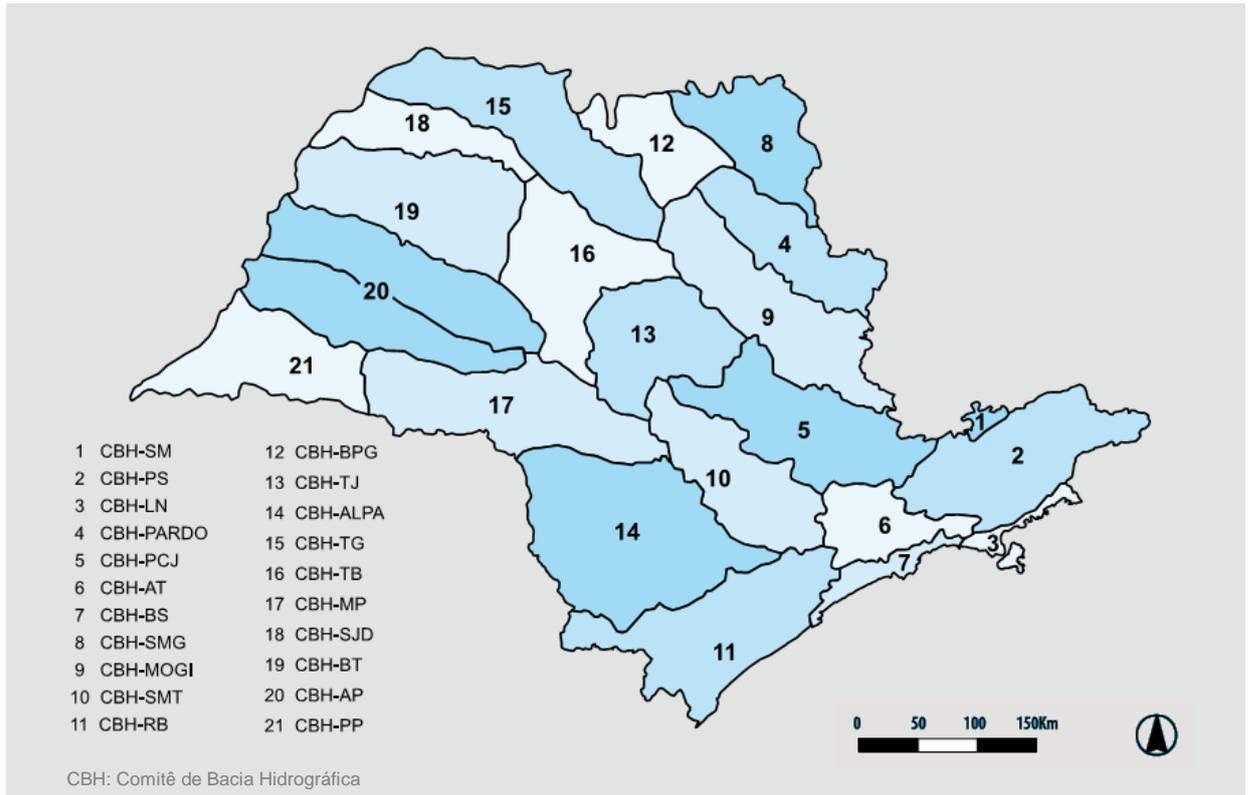


Figura 6.1: Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos de São Paulo.

Fonte: Governo do Estado de São Paulo, 1994.

A instituição da PERH, integrada ao gerenciamento dos recursos, objetivou a participação das sociedades locais em busca de desenvolvimento e uso sustentável, de forma local e regional, em cada UGRH, ou seja, tanto a população quanto a economia podem crescer e se desenvolver no Estado de São Paulo, partindo primeiramente de uma discussão regional, sempre levando em conta o meio ambiente e a preservação dos recursos. Observando que o sistema estudado está localizado na UGRH Alto Tietê. Esta unidade conta também com uma política integrada ao projeto de despoluição para melhoria de qualidade de água do sistema.

Este sistema de gestão das UGRHs está embasado em três instâncias interdependentes e, assim, as áreas de recursos hídricos, saneamento e meio ambiente podem articular entre si e garantir que o PERH seja elaborado a partir dos planos de bacia que são desenvolvidos pelo comitê, devendo ser atualizados de quatro em quatro anos. Garantindo também que haja um fundo financeiro, o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO) disponibiliza os recursos financeiros do tesouro do Estado, formado a partir da cobrança pelo uso da água por indústrias,

comércios e residências. Isto, após cobrir os custos do processo de tratamento de água (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2008).

A gestão dos recursos hídricos é formada por representantes de órgãos e entidades do Estado, dos Municípios e da Sociedade Civil, com o mesmo número de pessoas por divisão e assim formam o Colegiado de Decisões. Existe um colegiado central, denominado de Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH), que é constituído por 11 representantes de cada segmento além dos colegiados regionais. Este colegiado central é formado por representantes das secretarias de Saneamento e Energia Elétrica, Meio Ambiente, Casa Civil, Economia e Planejamento, Agricultura e Abastecimento, Saúde, Transportes, Desenvolvimento, Esportes, Lazer e Turismo, Fazenda e Educação, sendo o conselho presidido pelo representante da Secretaria do Meio Ambiente. Os comitês regionais, Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs), também são constituídos por estas três instâncias integradas, sendo que há variação no seu número de participantes, de acordo com as características de cada UGRH, sempre promovendo a recuperação ambiental das bacias e o uso equilibrado dos recursos hídricos (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2008).

Sem direito a voto, também é integrado ao CRH um agente do Ministério Público, para verificar e promover melhorias das normas jurídicas relacionadas aos recursos hídricos. De acordo com o Governo do Estado de São Paulo (2008, p. 08) além dos representantes do Estado, a composição do CRH também conta, no âmbito estadual, com agentes de diversas entidades da sociedade civil, dos seguintes segmentos:

“usuários industriais de recursos hídricos; usuários agrícolas de recursos hídricos; usuários de recursos hídricos do setor comercial e de serviços; usuários de recursos hídricos para abastecimento público; associações especializadas em recursos hídricos; sindicatos ou organizações de trabalhadores em recursos hídricos; entidades ambientalistas; entidades de defesa dos interesses difusos dos cidadãos; de órgãos ou entidades associativas dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo”.

De acordo com Governo do Estado de São Paulo (2008, p.9),

“compete ao CRH:

- I - discutir e aprovar propostas de projetos de lei referentes ao Plano Estadual de Recursos Hídricos, assim como as que devam ser incluídas nos projetos de lei sobre plano plurianual, as diretrizes orçamentárias e orçamento anual do Estado;
- II- Aprovar o relatório sobre a “situação dos recursos hídricos de Estado de São Paulo”;
- III - exercer funções normativas e deliberativas relativas à formulação, implantação e acompanhamento da Política Estadual de Recursos Hídricos;
- IV – estabelecer critérios e normas ao rateio dos custos de obras de usos múltiplo dos recursos hídricos ou de interesse comum ou coletivo;
- V - estabelecer diretrizes para formulação de programas anuais e plurianuais de aplicação de recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FEHIDRO;
- VI - efetuar o enquadramento dos corpos d’água em classes de uso preponderante, com base nas propostas dos Comitês de Bacias, compatibilizando-as em relação às repercussões interbacias e arbitrando os eventuais conflitos decorrentes;
- VII - decidir, originalmente, os conflitos entre os Comitês, com recurso, em último grau, ao Chefe do Poder Executivo, no prazo de 30 (trinta) dias contados da data de publicação da decisão no Diário Oficial do Estado de São Paulo.
- VIII - criar e organizar os comitês de bacias hidrográficas, respeitadas a peculiaridades regionais, observado o disposto no artigo 24, da Lei nº 7663, de 30 de dezembro de 1991;
- IX - aprovar o Programa de Trabalho a ser adotado e supervisionar o seu andamento, estabelecendo a orientação política a ser seguida;
- X - constituir câmaras, equipes ou grupos técnicos, por deliberação, compostos por membros do próprio CRH que poderão convidar técnicos ou especialistas para assessorá-los em seus trabalhos;
- XI - aprovar o seu Regimento Interno e decidir sobre os casos omissos.”

Desenvolvido para auxiliar o CRH e os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs) das UGRHs, o Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos (CORH) foi regulamentado para organizar o apoio técnico, jurídico e administrativo dos órgãos estaduais formando o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH). Estes órgãos regulam a direção executiva dos estudos técnicos e da formulação do PERH, responsável pelo gerenciamento dos recursos hídricos, constituída por um representante da CETESB, um representante da Secretaria do Meio Ambiente e um representante da Secretaria de Saneamento e Energia (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2008).

Para o exercício destas atribuições, o Conselho de Orientação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (COFEHIDRO) foi desenvolvido para colaborar com a CETESB, Coordenadoria de Planejamento Ambiental Estratégico (CPLA), Fundação para a Conservação e a Produção Florestal do Estado de São Paulo, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), da Secretaria do Desenvolvimento (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2008).

Estas unidades de gerenciamento auxiliaram o governo a estabelecer diretrizes particulares a cada área do estado. Assim, cada particularidade de uma UGRH é levada em conta pelos seus comitês e pela sociedade local, melhorando a gestão do recurso hídrico. A UGRH do Alto Tietê é um exemplo disso, pois tem administradores de órgãos especializados e a sociedade que ajuda na elaboração de planos para a melhoria da qualidade do sistema e pode auxiliar na elaboração dos projetos desenvolvidos pelo Governo do Estado de São Paulo.

6.2 Projeto Tietê

6.2.1 Etapas do Projeto Tietê

A concepção de um projeto com o intuito final de despoluir as águas da bacia do Alto Tietê foi desenvolvida desde a década de 1970, quando secretarias de diferentes órgãos do governo formulavam projetos para a melhoria da qualidade das águas ou para a coleta do esgoto da Região Metropolitana de São Paulo. O Projeto

Tietê nasceu em meio à ECO92, no começo da década de 1990, integrando órgãos do Governo do Estado de São Paulo como EMPLASA, CETESB, SABESP e DAEE, com o objetivo de fazer a coleta e tratamento dos esgotos da RMSP e melhoria da qualidade de água do sistema de primeira grandeza, uma vez que a Região Metropolitana de São Paulo apresenta um potencial hídrico menor que a sua demanda. Os números da vazão e de disponibilidade para consumo são mínimos, considerando uma população de 19,7 milhões de habitantes (IBGE, 2010). Além disso, o alto nível de poluição dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí compromete sua qualidade, impossibilitando seu uso para abastecimento e fazendo com que entidades governamentais criassem um núcleo de pesquisa para o desenvolvimento do projeto e de melhoria da qualidade de águas na bacia, auxiliadas financeiramente pelo Banco Internacional de Desenvolvimento.

De acordo com Pegoraro (1995), a promessa do Projeto era “A recuperação do rio Tietê e o retorno da vida do rio paulista nos próximos cinco anos são fatos irreversíveis”. Apresentado pelo Governo de São Paulo, em meio ao furor ambientalista, causado pela ECO 92, o projeto foi apresentado em duas fases: Construção de estações de esgoto (5 ao todo) e tratamento desse esgoto para que não haja mais lançamento de dejetos nas águas do Tietê.

Para que isto acontecesse, a SABESP deveria realizar as seguintes ações na primeira fase do projeto: contabilizar o número de indústrias que despejavam esgotos nas águas do sistema de primeira grandeza e fazer com estas sigam um plano de tratamento de efluentes líquidos para que estejam de acordo com os padrões de emissão da Resolução CONAMA 357, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e passassem a ser monitoradas pela CETESB para o controle do *input* de matéria. Para poder dar início às obras em sua primeira etapa: a construção de 150 km de rede de coleta de esgoto, 315 km de coletores tronco para levar o esgoto doméstico até os interceptores e 37 km de interceptores ao longo do rio que levam o efluente até as estações de tratamento de esgoto (ETE) (PORTAL DO GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2012).

Na segunda etapa do projeto, que seria desenvolvida até 1998, a capacidade das ETES foi ampliada, sendo possível coletar cerca de 80% dos esgotos

domésticos da RMSP e tratar 75% deste (PEGORARO, 1995), diminuindo a carga de poluentes das águas do sistema.

Na terceira e última etapa, o tratamento das águas presentes no sistema poderá fazer com que o rio possa reassumir parte do seu papel na metrópole, deixando de uma vez por todas de ser um canal coletor de esgoto e renovando a possibilidade de interagir com o curso hídrico novamente (PEGORARO, 1995).

O Projeto foi iniciado com o aumento da coleta de esgoto da RMSP e seu tratamento (SABESP, 2010). Juntamente com a coleta de esgoto, o programa de despoluição do Tietê prevê o combate às inundações, ajudando a diminuição de doenças por veiculação hídrica, como hepatite e leptospirose, cuja incidência está diretamente ligada à ocorrência de enchentes (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2012).

6.2.2 Desenvolvimento do Projeto Tietê

O Projeto Tietê teve início com uma ação da EMPLASA que, junto a DAEE, CETESB e SABESP, começou um projeto para melhoria da qualidade de águas da Bacia do Tietê que resultou, durante a ECO 92, em acordos para o desenvolvimento das três fases do projeto, financiado pelo Banco Internacional de Desenvolvimento (BID), com um custo inicial de 900 milhões de dólares (PEGORARO, 1995).

As transformações ocorridas ao longo do sistema estudado, nas últimas décadas, foram grandes e muito significativas para o crescimento da cidade de São Paulo. Isso aconteceu no decorrer de seu processo de urbanização e industrialização, causando alterações em sua paisagem e agravando o processo poluidor (PEGORARO, 1995).

O Projeto Tietê não deixa claro qual será o custo total para sua realização. Além disso, as etapas já realizadas ou as que estão em desenvolvimento apresentam um alto custo financeiro, o que pode acarretar um maior endividamento público e, como a execução do projeto demanda muito tempo, cerca de quarenta anos, para que se chegue a sua etapa final, podem ocorrer paralisações do projeto no meio de seu desenvolvimento.

Em 1994, quando o projeto Tietê começou a ser implantado, sob supervisão do comitê de bacias da UGRH do Alto e Médio Tietê, a mancha de poluição do Tietê

começava em Itaquaquetuba, perto da nascente, e chegava a Anhembi, perto da Represa de Barra Bonita. Com a iniciativa e desenvolvimento do projeto do governo estadual, o nível de oxigênio dobrou e já se pode notar a fauna aquática de volta aos rios. Porém, ainda há muito que fazer como a prefeitura da cidade de São Caetano que promete tratar o esgoto a partir de 2012 e assim, menos efluentes seriam lançados e ocasionaria uma melhora no sistema (CETESB, 2012).

Com as primeiras etapas do plano completas, pessoas que antes descartavam o esgoto *in natura* ou usavam fossas ou os serviços de coleta de empresas desentupidoras, passaram a se beneficiar da rede encanada de esgoto. A estimativa era que até o final do ano de 2011, o Governo do Estado de São Paulo começasse a terceira etapa do Projeto Tietê fazendo uma coleta de esgotos integrada e tratando a poluição dos afluentes do rio (O ESTADO DE SÃO PAULO, 2010). Porém, no ano de 2011 mesmo que as coletas e testes mostrassem certa melhora na qualidade das águas do sistema, os resultados ainda não são os esperados pelo projeto, não sendo possível o uso dessas águas para o desenvolvimento de atividades no curso fluvial.

O investindo no projeto foi de mais de R\$ 3 bilhões em 10 anos. Essa quantia corresponde a tudo o que foi gasto em 16 anos para que, no fim do ano de 2007, a mancha de poluição na água dos rios que cortam a Grande São Paulo e o Estado praticamente inteiro no sentido longitudinal recuasse 160 km (CESTESB, 2011). A eficácia técnica do projeto não é clara. O projeto apresenta as técnicas para elaboração de suas fases atuais, mas não especifica quais órgãos do governo devem fazer parte do processo e quais profissionais devem participar de cada fase. Não há no projeto a especificação se as tecnologias já são de conhecimento do órgão que a aplicará, nem qual órgão é o responsável pela elaboração e desenvolvimento do projeto. Isto mostra uma falta de uma visão administrativa de conjunto por parte de representantes do governo que apenas previam que as obras de rebaixamento e alargamento da calha para permitir maior vazão e, em consequência, maior dispersão da carga tóxica dos esgotos e da poluição industrial, melhora a qualidade das águas da bacia. O Estado se propôs e construiu as estações de tratamento planejadas que nos últimos 10 anos ampliaram de 4 para 11 metros cúbicos/dia o volume de esgoto tratado no sistema estudado (PORTAL DO GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2012). Ainda é necessário o

monitoramento das 200 indústrias que ainda poluem as águas dos rios das 1.160 indústrias identificadas em 1992 (CETESB, 2010). Dos 34 municípios da Região Metropolitana de São Paulo, apenas um, Biritiba-Mirim, trata 100% dos efluentes coletados, enquanto 19 municípios nada tratam. Isto resulta num *input* de 690 toneladas de esgoto por dia na Bacia do Tietê.

6.2.3 Técnica do Projeto Tietê

6.2.3.1 Perspectiva Sistêmica do Projeto

O Grupo Executivo é a união das três empresas estatais responsáveis por água e saneamento básico: SABESP, DAEE e CETESB. Cada empresa tinha seu próprio projeto de obras para despoluição das águas da RMSP, em especial da bacia do Alto Tietê. O Projeto Tietê é a reunião de todos os projetos em uma única pasta, obtendo uma visão sistêmica do projeto, possibilitando o seu desenvolvimento em etapas e interligando ou hierarquizados o projeto, sendo esta integração funcional o que tornou possível o desenvolvimento do trabalho no qual se verificam leis e regularidades nos fenômenos sociais desenvolvidos para que se chegasse a este patamar de qualidade de água. O projeto ainda trabalha em uma perspectiva sistêmica, pois não visa apenas a melhoria da qualidade de águas do sistema, mas também dos subsistemas, sistemas adjacentes e do sistema de primeira grandeza. Os modelos conceituais procuram representar certos aspectos da realidade que são a base de qualquer tentativa teórica. O fato de que o modo de criar uma teoria, isto é, um modelo, permite que se façam deduções a partir das premissas, ou explicações e previsões, tem na maioria das vezes resultados inesperados. Para torná-lo conceitualmente manejável, temos de reduzir a realidade a conceitos básicos, o que leva a questão de saber se procedendo desta maneira não cortamos partes vitais para sanar o problema (BERTALANFFY, 1976).

De acordo com Christofolletti (1994), as características do sistema atual representam as ações de um contínuo evolutivo das transformações e a uma sequência de eventos que se sucedeu ao longo do tempo, para que, assim, ocorra o desenvolvimento do projeto em diferentes etapas com o cunho final da despoluição das águas da bacia.

6.2.3.2 Desenvolvimentos das Técnicas Empregadas

O intenso *input* de poluentes nos corpos d'água urbanos acarreta transformações físico-químicas e biológicas no sistema, que gradativamente prejudicam a qualidade das águas receptoras. A percepção da evolução do processo de deterioração pode ser verificada por meio do aumento acentuado da turbidez em função da baixa penetração de luz. O fenômeno provoca uma diminuição drástica na capacidade de autodepuração do corpo hídrico, em virtude da queda significativa das concentrações de oxigênio e do incremento de matéria orgânica.

Uma forma de recuperar os corpos hídricos urbanos, cuja capacidade de autodepuração é comprometida pelo lançamento de cargas poluentes, é o emprego de tratamentos físico-químicos, como o gradeamento, a aeração, a sedimentação ou decantação, a flutuação, a filtração, a coagulação ou floculação, a oxidação, a cloração, flotação e a inertização, que permita uma oxigenação precoce, havendo a melhoria da qualidade das águas e também a eliminação da carga poluente afluente (CETESB, 2007), isto já pressupondo que os *inputs* lançados nas águas estão sendo tratado pelas ETEs e o material devolvido aos rios já contenha uma menor carga de poluentes e assim possa se dar sequência ao desenvolvimento do projeto.

No início do projeto foram detectados quais os principais *inputs* produzidos na cidade, encontrando-se como resposta os esgotos doméstico, pluvial e o industrial. A água potável, após ser utilizada por uma pessoa, produz esgoto doméstico. As águas das chuvas, após passarem pelos telhados, ruas e jardins são consideradas esgoto pluvial. E a água que foi utilizada nos processos industriais, são denominadas esgoto industrial. Cada um desses *inputs* é composto de distintas substâncias, materiais e organismos que ao serem lançados sem tratamentos prévios, são responsáveis pelo alto nível de poluição. Por isso, um dos objetivos do Projeto Tietê e da CETESB é fazer ligações diretas nas casas, por meio de saneamento básico, com coletores de esgoto de diâmetro pequeno que formam redes coletoras e unem-se aos coletores-troncos. Estes coletores-troncos são tubulações construídas paralelamente aos córregos que recebem esgotos provenientes de indústrias e residências de vários outros dutos coletores menores.

A última etapa desta matéria seria uma ETE, que a trata e devolve a água ao meio. Para que esta matéria tenha o tratamento adequado, as estações elevatórias de esgotos foram instalações e fazem o bombeamento dos efluentes em alguns pontos mais baixos do sistema de primeira grandeza para que se consiga conduzir os esgotos às tubulações. O tratamento consiste na remoção de poluentes do esgoto. O método utilizado depende das características físicas, químicas e biológicas de cada efluente (PEGORARO, 1995).

Na Região Metropolitana de São Paulo, existem cinco estações de tratamento de esgoto. São elas: ETE ABC, ETC Barueri, ETE Parque Novo Mundo, ETE São Miguel e ETE Suzano. O tratamento utilizado nessas grandes estações é por lodos ativados, onde há uma fase líquida e outra sólida – que compreende o lodo (CETESB, 2012). O processo de lodos ativados foi desenvolvido na Inglaterra em 1914. Ele é largamente utilizado para tratamento de efluentes domésticos e industriais. O trabalho consiste num sistema no qual uma massa biológica se desenvolve, forma flocos e é continuamente recirculada e posta em contato com a matéria orgânica num processo aeróbio. Trata-se de um mecanismo estritamente biológico e aeróbio, no qual o esgoto bruto e o lodo ativado são misturados intimamente, agitados e aerados em unidades conhecidas como tanques de aeração. Após este procedimento, o lodo é enviado para o decantador secundário, onde a parte sólida é separada do efluente tratado. O lodo sedimentado retorna ao tanque de aeração ou é retirado para tratamento específico.

6.2.4 Orçamento do Projeto Tietê

6.2.4.1 Órgãos de Financiamento

Para a elaboração do Projeto Tietê já foram utilizadas verbas de diferentes órgãos nas suas etapas. O Governo do Estado é o executor do projeto, contando com o apoio principalmente do Banco Internacional de Desenvolvimento (BID). Em 1991, as autoridades constituídas, secundadas pela movimentação da sociedade civil nos movimentos ambientalistas conduzidos por organizações não governamentais (ONGs), instituíram o “Programa de despoluição do Tietê”, o chamado “Projeto Tietê” contando com recursos do próprio Governo do Estado de

São Paulo, do Banco Interamericano de Desenvolvimento e do *Overseas Economic Cooperation Fund* (OECF), do Japão.

6.2.4.2 Recursos Financeiros Utilizados

O projeto que atualmente segue em execução, deverá ter um gasto de U\$ 1,9 bilhões e tem como um dos objetivos melhorar a qualidade das águas dos rios em até 90%. O Governo do Estado já investiu aproximadamente U\$ 1 bilhão para a execução do projeto. Além disso, o Banco Interamericano de Desenvolvimento destinou U\$ 450 milhões e o *Overseas Economic Cooperation Fund* (OECF), do Japão, investiu U\$ 508 milhões (CETESB, 2008).

Outra obra necessária para a continuidade do projeto, que também prevê a diminuição das enchentes, e o rebaixamento da calha do rio Tietê em 2,5 metros, o que aumentará a vazão do rio de 700 para 1400 m³/s. Esta obra segue em execução e tem o investimento de 173 milhões de dólares. Em 2010, o então governador Alberto Goldman assinou autorização para o início do primeiro conjunto de obras da terceira etapa do Projeto Tietê, que beneficiará 388 mil pessoas de três cidades: Itaquaquecetuba, Poá e Suzano. Esta fase irá até 2015 e terá investimentos de US\$ 1,05 bilhão. A meta é estimada na ampliação do índice de coleta de esgoto na Região Metropolitana de São Paulo, dos atuais 85% para 87%, com um aumento significativo no tratamento de efluentes, que passará de 72% para 84% (O ESTADO DE SÃO PAULO, 2010). Um equipamento que bloqueia o despejo de esgoto no Rio Pinheiros será instalado entre a Ponte Estaiada e o Parque Burle Marx.

A secretária de Saneamento e Energia de São Paulo, Dilma Pena, afirmou que ao fim da terceira etapa as mudanças serão significativas. De acordo com a secretária, a ampliação do tratamento de esgoto vai beneficiar mais de três milhões de pessoas. A terceira fase do Projeto Tietê prevê ainda a implantação de coletores em Osasco em um total de 40 obras.

6.3 Tratamento das Águas

Com o intuito de reverter os índices de qualidade ocasionados pelas transformações ocorridas no sistema no decorrer dos anos, tratamos da

disponibilidade hídrica do sistema, suas características, tratamentos e índices de qualidade de água.

6.3.1 Disponibilidade Hídrica

6.3.1.1 Disponibilidade Hídrica no Mundo

Mesmo o planeta sendo recoberto por mais de dois terços de água, sua grande maioria é imprópria para o consumo humano, por ter sais ou sólidos totais dissolvidos. O ideal é que a água própria para consumo contenha menos de um grama de sólidos dissolvido por litro. Isso significa que apenas três por cento da água total do planeta está sob estas condições e esta é denominada de água doce (REDE DE ÁGUAS, 2012). A figura 6.2 mostra o percentual de água disponível no planeta.

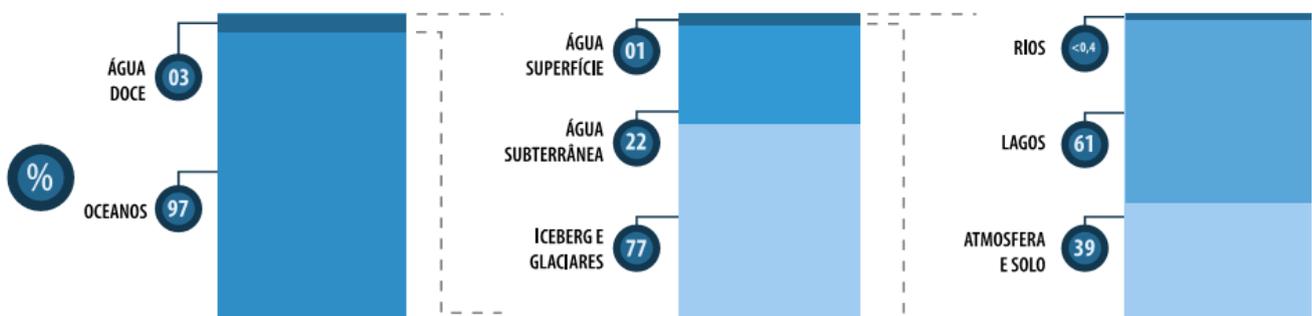


Figura 6.2: Disponibilidade Hídrica no Planeta.

Fonte: Redes de Águas, 2012. Adaptado por RODRIGUES, F., 2012.

A água doce se renova pelo ciclo hidrológico em que, todos os anos, os continentes recebem cerca de 40 mil quilômetros cúbicos de água. Mas nem toda água é acessível para o ser humano, sendo necessária também para sustentar outras formas de vida terrestre, como plantas e animais em seus diversos ecossistemas. Muitos desses são fundamentais para a continuidade do ciclo hidrológico, além das águas congeladas que não fazem parte deste ciclo (TRAVASSOS & MONTEIRO, 2005).

A água doce seria suficiente para o abastecimento humano se fosse igualmente distribuída pelo planeta. Entretanto não é isso que acontece. Países

como Brasil, Rússia e Estados Unidos são os mais abundantes em recursos hídricos, enquanto Malta, Gaza e União dos Emirados Árabes sofrem de grande escassez (UNESCO, 2011). A figura 6.3. mostra a disponibilidade de água doce por continente.

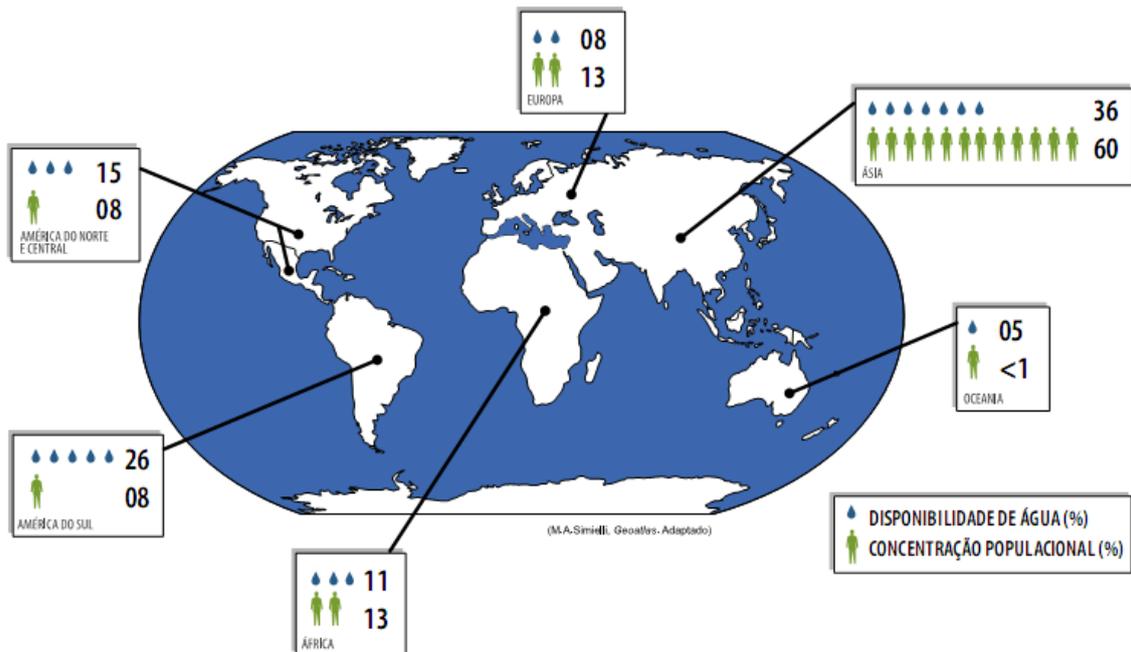


Figura 6.3: Disponibilidade de Água Doce por Continente.

Fonte: UNESCO, 2002. Adaptado por RODRIGUES, F., 2012.

6.3.1.2 Disponibilidade Hídrica no Brasil

O Brasil possui uma disponibilidade hídrica considerada grande, atingindo valores de aproximadamente $35.732 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{ano}$, contudo, distribuída de forma desigual em relação à densidade populacional. Como exemplos da má distribuição, pode-se citar o Estado de Roraima, com uma disponibilidade hídrica de $1.506.488 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{ano}$, e o Estado de São Paulo, com $2.209 \text{ m}^3/\text{hab}/\text{ano}$ (CARMO, 2001).

O Brasil está entre um dos países com maior potencial hídrico, com a rede mais extensa de rios, riacho e córregos do mundo. Ele possui doze por cento do total mundial de água doce e mais da metade do potencial hídrico da América Latina. Mas como um país de proporções continentais, o Brasil sofre com problemas de abastecimentos em diferentes regiões, como a escassez no Clima Semi-Árido Nordeste, ou por existir uma população deveras numerosa como na RMSP. A figura 6.4 mostra a disponibilidade de água doce no Brasil.

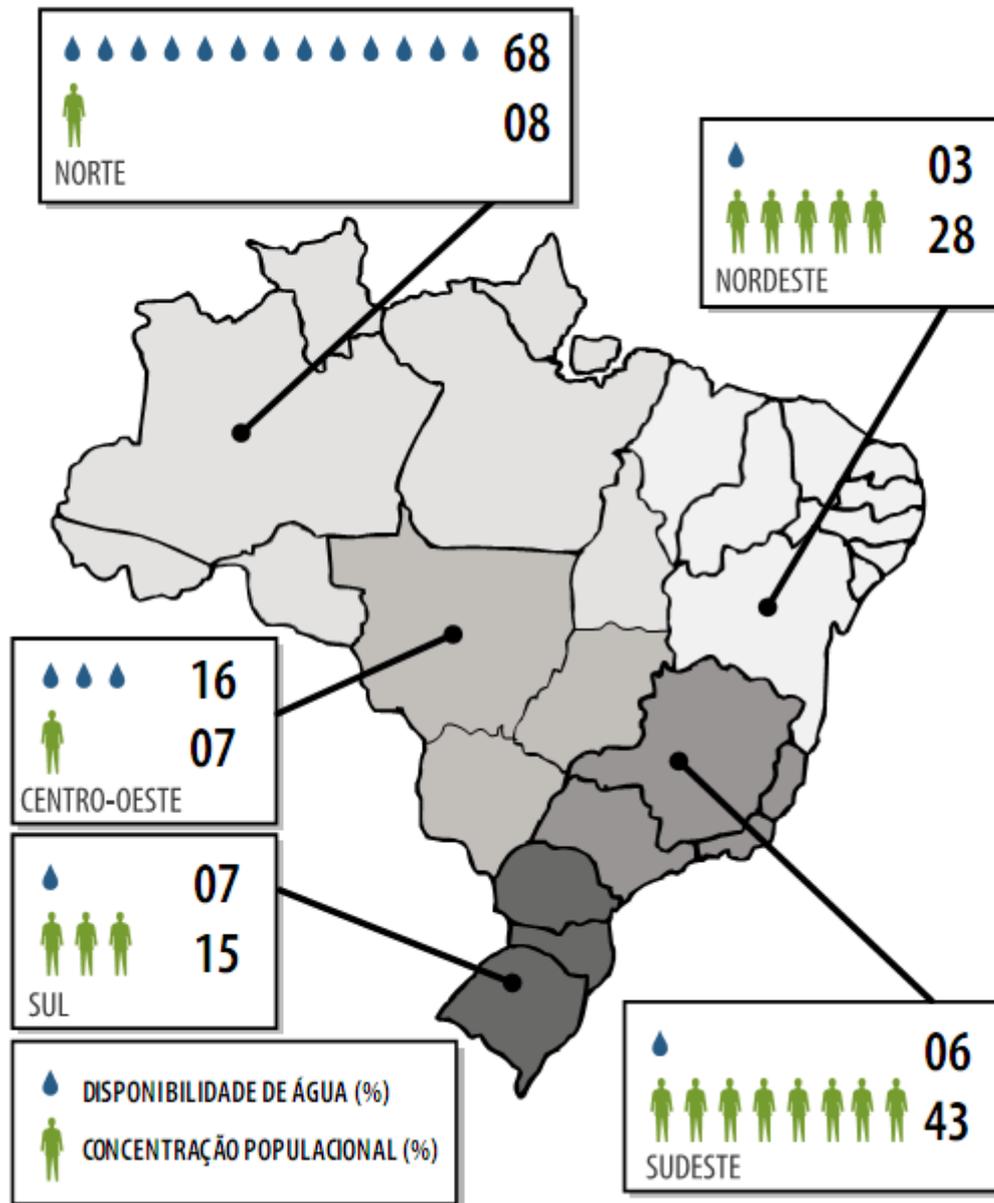


Figura 6.4: Disponibilidade de Água Doce no Brasil.

Fonte: IBGE, 2005.

6.3.1.3 Disponibilidade Hídrica em São Paulo

O Estado de São Paulo é o Estado que mais consome água no nosso país. Seu intenso consumo de água é devido a um enorme contingente populacional e um grande parque industrial, tornando a disponibilidade hídrica de São Paulo uma das menores do país. O Estado possui vinte e duas unidades de gerenciamento de recursos hídricos (UGRHs) a fim de monitorar e planejar o uso da água e evitar sua

escassez, facilitando sua gestão. Como pode ser percebido na figura 6.5, oito UGRHs enfrentam problemas críticos de disponibilidade hídrica, incluindo a Bacia do Alto Tiete, seis estão com a situação regular e oito não apresentam problemas nesta área (TRAVASSOS & MONTEIRO, 2005).

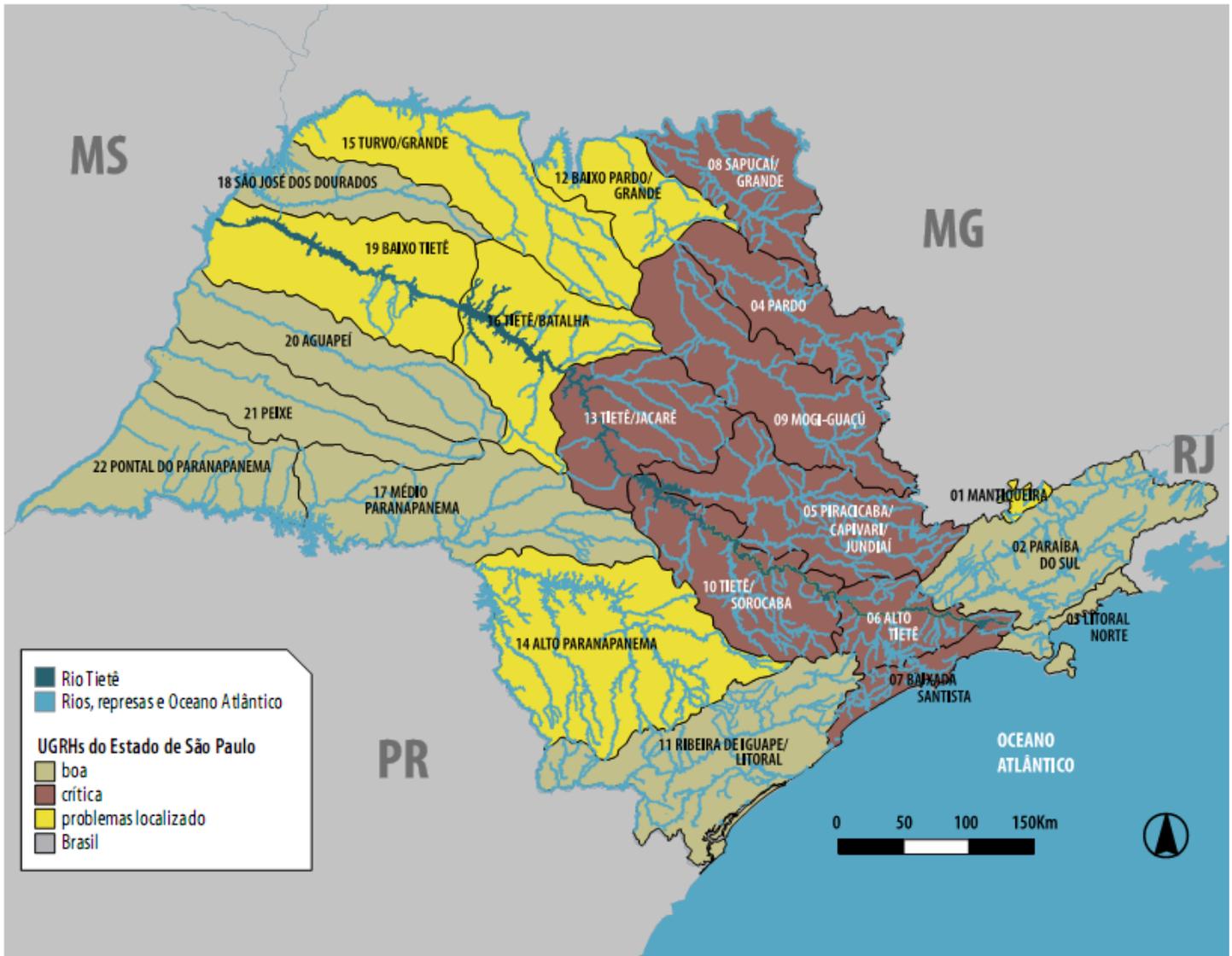


Figura 6.5: Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo.

Fonte: IPT, 2001.

Para suprir uma demanda de mais de 19,7 milhões de habitantes (IBGE, 2010), a UGRH do Alto Tietê necessita trazer água de bacias hidrográficas vizinhas, pois mesmo não havendo desperdícios ou perdas durante o processo de distribuição de água, não há disponibilidade de suprir o abastecimento de seu território e, portanto, metade da água da RMSP provém da bacia dos rios Capivari, Jundiá e Piracicaba por meio do Sistema Cantareira (TRAVASSOS & MONTEIRO, 2005).

6.4 Tratamento das Águas do Sistema

De acordo com a SABESP (2010), um sistema de tratamento de água se utiliza dos processos de decantação e filtração. A maioria das ETAs (Estação de Tratamento de Água) apresenta esta configuração. A figura 6.6 apresenta, de forma esquemática e simplificada, as diversas etapas de um tratamento convencional.

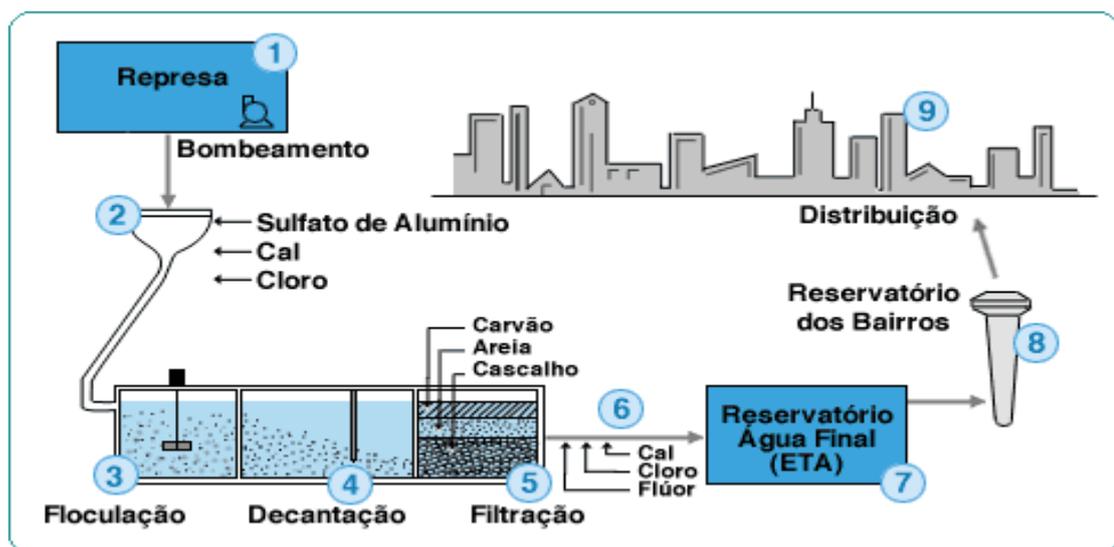


Figura 6.6: Etapas do Tratamento de Água.

Fonte: SABESP (2010).

No quadro 6.1, são mostradas, de forma resumida, as funções de cada uma das etapas de um processo de tratamento de água mais utilizado.

ETAPA	FUNÇÃO
Bombeamento / recalque	A água da represa passa por uma grade para retenção de materiais grosseiros tais como folhas, troncos e galhos, sendo então bombeada até a ETA.
Chegada da água bruta	Aplicação de produtos de tratamento: <ul style="list-style-type: none"> • Sulfato de alumínio - promove a coagulação das partículas para permitir a formação de flocos (floculação) • Cal - utilizado para corrigir o pH da água • Cloro (pré-cloração) - desinfecção da água
Floculação	Junção das partículas coaguladas para a formação de flocos mais densos que a água
Decantação	Sedimentação dos flocos e formação do lodo no fundo dos decantadores
Filtração	Etapa que remove as partículas que não sedimentaram
	<ul style="list-style-type: none"> • Cal - correção do pH • Cloro - garantir a existência de cloro na água em qualquer ponto da rede de distribuição • Flúor - melhorar a resistência do esmalte dos dentes, diminuindo a incidência de cáries
Reservação na ETA	Auxilia na homogeneização da água e aumenta o tempo de contato com o cloro
Reservação	Reservação junto às regiões a serem abastecidas
Distribuição	Água

Quadro 6.1: Etapas do Tratamento Convencional de Água.

Fonte: SABESP (2004).

A função fundamental de uma ETA é a de tornar a água um recurso hídrico adequada ao consumo humano; portanto, deve atender a várias finalidades, tais como higiênicas, estéticas e econômicas.

6.4.1 Qualidade de Água no Sistema

Com as alterações sofridas no sistema, houve a degradação da qualidade de águas. Aqui iremos discutir qual é a real qualidade de água e se as intervenções feitas foram eficientes para uma melhoria do *input* de matéria no rio.

Segundos os dados coletados e disponibilizados pela CETESB os índices de poluição das águas do Rio Pinheiros são alarmantes. Tal informação se alicerça com base na classificação do IQA (Índice de qualidade de água), que é um critério da CETESB que se refere à medição das águas dos rios, avaliando os níveis de coloração, pH, temperatura da água, dentre outros fatores, como a existência de diversos metais e temperatura do ar para demonstrar os níveis de poluição.

As águas do rio são escuras e mal cheirosas. Dejetos em estado bruto de 30% de uma população de mais de 19,7 milhões de habitantes (IBGE, 2010) são lançados nas águas do Tietê e Pinheiros, ao alcance da visão e do olfato destas mesmas pessoas. Todos os dias se misturam pelo menos 800 toneladas de esgoto doméstico com 300 de esgotos industriais. Quase metade do líquido que corre no seu leito é composto por impurezas (PEGORARO, 1995). A CETESB faz a coleta e medição de dados de vários pontos da bacia do Rio Tietê. A figura 6.7 mostra quais são esses pontos dentro da RMSP, dando enfoque às represas Billings, Guarapiranga e ao Rio Pinheiros.

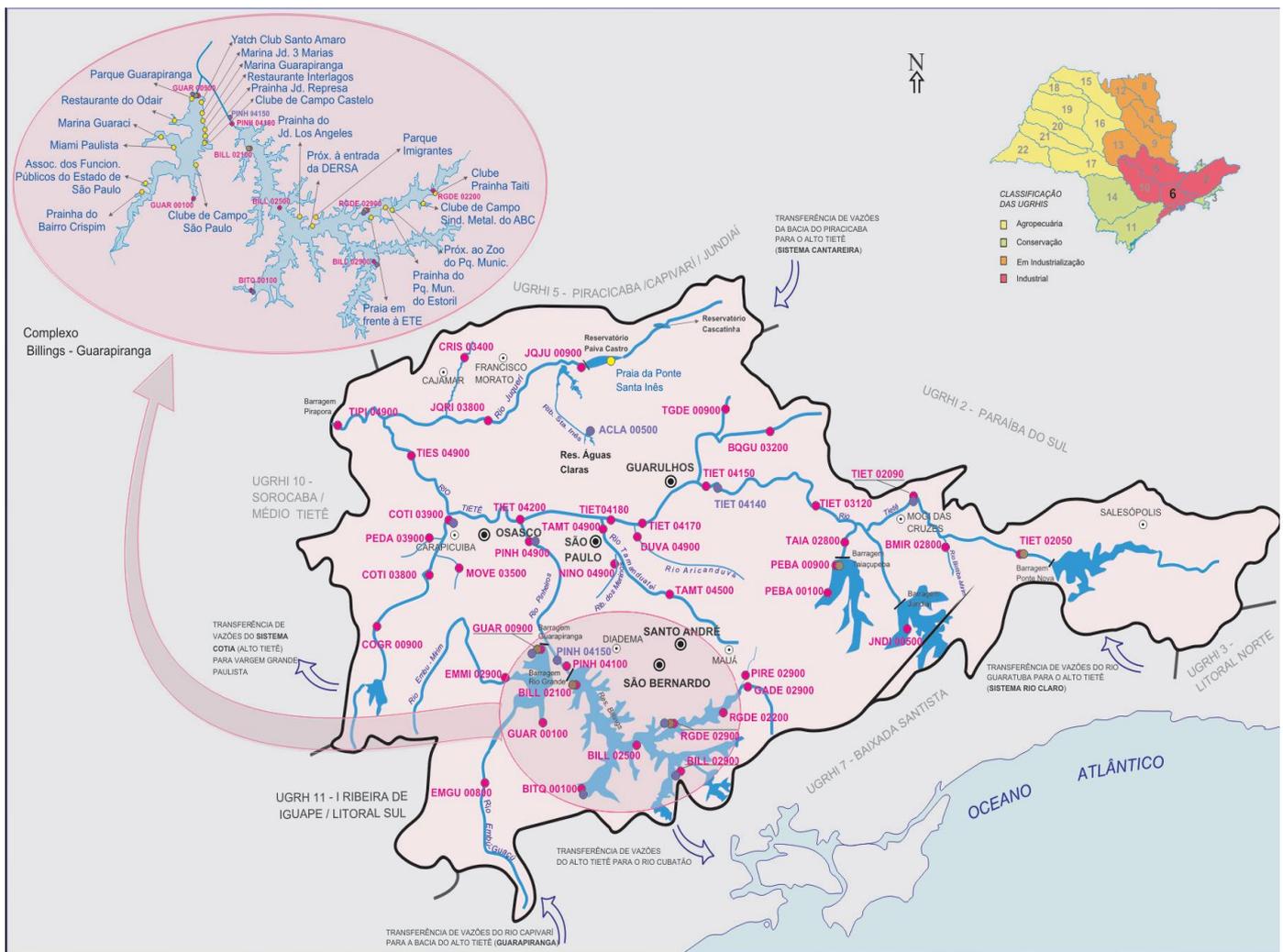


Figura 6.7: Pontos de Coleta de Dados da CETESB Dentro da RMSP.

Fonte: CETESB, 2004.

Com base na figura acima, o ponto de medição do sistema estudado é denominado de PINH 04100. Foram analisados os dados dos anos de 1999, 2004 e 2011.

6.4.2 Os Parâmetros de Qualidade de Água

Uma bacia hidrográfica em condições preservadas possui uma melhor qualidade de águas subterrâneas do que as que foram afetadas por infiltração no solo e por escoamento superficial, resultantes da precipitação atmosférica. O impacto na bacia depende do contato das águas de infiltração ou escoamento que carregam partículas, substâncias e impurezas no solo, gerando uma grande

influência na formação e composição da cobertura e solo na Bacia Hidrográfica (SPERLING, 1996).

Os impactos, sejam eles de forma concentrada, como na saída de despejos domésticos e industriais, ou na forma dispersa, como na aplicação de defensivos agrícolas no solo, contribuem para a introdução de compostos na água e afetam a qualidade de água. Desta forma, a maneira como o homem ocupa e usa o solo tem uma implicação direta na qualidade das águas (SPERLING, 1996). A qualidade de água é representada por diversos parâmetros que exibem as suas principais características físicas, químicas e biológicas. A seguir, apresentaremos os significados, de acordo com a CETESB, de alguns dos principais parâmetros utilizados para que se faça o diagnóstico da qualidade de águas que são adotados neste trabalho.

Variáveis Biológicas:

- Coliformes: As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal, por meio de contaminação sanitária, sendo associada com fezes de animais. Sua determinação no parâmetro de qualidade de águas está diretamente ligada à presença de microrganismos patogênicos que podem estar presentes no sistema e transmitam doenças de veiculação hídrica, como desinteira bacilar, febre tifoide, cólera etc.

Os principais indicadores de contaminação fecal utilizados são os coliformes totais (CT), coliformes fecais (CF) e estreptococos fecais (EF). O grupo de coliformes totais é constituído por uma grande variedade de grupos de bactérias que são isoladas de amostras de água ou solos poluídos e, também, de fezes de seres humanos e outros animais. Existe uma relação entre os coliformes fecais e estreptococos fecais que é considerado um indicador sobre a origem da contaminação hídrica. Quanto maior é o valor dessa relação, mais provável que a contaminação ocorreu no sistema por origem antrópica e, se o valor é menor, maior a probabilidade de a contaminação ter sido efetuada por animais de porte pequeno (CETESB, 2012).

Variáveis Químicas:

- Oxigênio Dissolvido (OD): O oxigênio advindo da atmosfera se dissolve nas

águas naturais, devido à diferença parcial de pressão. A taxa de oxigênio dissolvido depende de características hidráulicas e é proporcional à velocidade, ou seja, a taxa de aeração de uma cascata é maior que a de um rio, e ainda maior do que uma represa cuja velocidade das águas é mais baixa.

O oxigênio dissolvido é de suma importância para o desenvolvimento e sobrevivência dos organismos aeróbios. O oxigênio dissolvido é o principal parâmetro para que se caracterize os efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos. De acordo com este quesito, águas poluídas são consideradas aquelas que apresentam baixa concentração de OD, devido ao consumo feito por decomposição de compostos orgânicos, enquanto, as águas consideradas limpas, apresentam elevadas concentrações de OD, chegando até um pouco abaixo da concentração de saturação (CETESB, 2012).

Ao nível do mar, na temperatura de 20° C, a concentração de saturação é de 9,2 mg/l. Os níveis de OD também podem indicar a capacidade de um corpo hídrico natural em manter a vida aquática, com o OD com índices de 4 a 5 mg/l a vida aquática superior (peixes maiores, mamíferos) pode morrer; com índices menores a 2 mg/l morrem todos os peixes e igual a 0 mg/l se tem condições de anaerobiose (SABESP, 2012).

A regulação do OD é fundamental para a manutenção de processos de autodepuração nos sistemas aquáticos naturais e ETEs.

- **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO):** A DBO da água mostra a quantidade de oxigênio necessária para que haja a oxidação da matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. Consideramos a DBO como a quantidade de oxigênio consumido em determinado período de tempo em uma temperatura de incubação específica. Foi convencionalizado que o período de tempo é de 5 dias e a temperatura é de 20° C e, por isso, a DBO padrão é referida como DBO_{5,20}.

As vantagens dos testes de DBO estão relacionadas ao fato de permitir a indicação aproximada da fração biodegradável do despejo, a taxa de degradação do despejo e a taxa de consumo de oxigênio em função do tempo, além de determinar a quantia aproximada de oxigênio requerido para a estabilização biológica da matéria orgânica presente (CETESB, 2012).

De acordo com o Decreto Estadual n° 8.486/76, da legislação do Estado de São Paulo, se exige uma DBO máxima de 60 mg/l nos despejos ou uma eficiência global mínima para o processo de tratamento na remoção de DBO igual a 80 %. Este quesito auxilia aos efluentes industriais concentrados, que podem ser lançados com valores de DBO ainda altos, mesmo sendo a DBO removida acima de 80 % (CETESB, 2012). Os efluentes domésticos podem atingir uma DBO da ordem de 300 mg/l, isto significa que um litro de efluente consome algo entorno de 300 mg de oxigênio em 5 dias, durante o processo de estabilização da matéria orgânica. Um valor maior que este pode interferir no equilíbrio da vida aquática e produzir sabores e odores na água.

- **Fósforo Total:** O fósforo aparece na água em natura principalmente devido aos despejos de efluentes domésticos, podem se apresentar nas formas de ortofosfato, polifosfato, e fósforo orgânico. Este último é a forma em que o fósforo compõe moléculas orgânicas, como, por exemplo, de um detergente. Nos efluentes domésticos é um dejetos de menor importância, porém não o é nas águas residuais de efluentes industriais e lodos provenientes do tratamento de esgoto.

A importância do fósforo está em ser um nutriente importante para o desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela estabilização da matéria orgânica e para o crescimento de algas, levando a fenômenos de eutrofização de represas e lagos.

No Brasil, efluentes domésticos apresentam baixas concentrações de fósforo total que variam entre 6 a 10 mg/l, não prejudicando os tratamentos biológicos.

- **Nitrogênio (orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato):** Os Nitratos são principalmente provenientes de indústrias químicas, petroquímicas, farmacêuticas, frigoríficos e curtumes. Em áreas agrícolas, solos fertilizados contribuem para a presença de diversas formas de nitrogênio nos rios, devido ao escoamento superficial pluvial.

O nitrogênio é encontrado nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato nos cursos d'água, sendo que, de acordo com a forma como predomina o nitrogênio no rio, pode-se identificar em qual nível de poluição se encontra suas águas, ocasionada por algum tipo de esgoto lançado. Se esta

poluição é recente, o nitrogênio poderá estar presente na forma orgânica ou amoniacal, ou, se já estiver presente nas águas por mais tempo, é apresentado na forma de nitrato ou nitrito.

Os compostos baseados em nitrogênio são considerados macronutrientes para processos biológicos, sendo apresentado em maior quantidade apenas o carbono. Quando lançados em águas *in natura*, acompanhados de fósforo e outros nutrientes, promovem o enriquecimento do meio, contribuindo para o crescimento dos microrganismos responsáveis pelo tratamento de esgotos e podem provocar a eutrofização (CETESB, 2012).

Segundo a Resolução CONAMA n° 20, o nitrogênio amoniacal é um dos padrões de classificação de qualidade de água e emissão de esgoto. A amônia é tóxica à vida marinha sendo que muitas espécies de peixe não suportam uma concentração acima de 5 mg/l. Isto também interfere no consumo de oxigênio dissolvido no corpo d'água.

Variáveis Físicas:

- Turbidez: em uma amostra de água a turbidez é mostrada no grau de atenuação da intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar a amostra, devido à presença de sólidos em suspensão, como partículas inorgânicas, detritos orgânicos, e microrganismos, resultantes de processos erosivos ou de adição de despejos domésticos e industriais.

Um alto índice de turbidez pode prejudicar a fotossíntese, uma vez que há o impedimento da penetração da luz. Em uma água com turbidez igual a 10 uT (unidade de Turbidez), podemos perceber uma ligeira nebulosidade e com o índice igual a 500 uT, a água é praticamente opaca.

6.4.3 Qualidade das Águas em 1998

O quadro 5.2 apresenta as médias da análise das águas do Rio Pinheiros, realizado no ano de 1998 pela CETESB, no ponto PINH 04100. Essa avaliação seguiu critérios que o órgão realizador considera nevrálgicos à qualidade de água e esses se dividem em três variáveis gerais: biológica, química e física. Dentre as variáveis biológicas são considerados os coliformes termotolerantes, enquanto as

variáveis químicas compreendem o oxigênio dissolvido (OD), a demanda bioquímica de oxigênio (DBO - 5,20), fosforo total, o nitrogênio amoniacal e o nitrato. Por último, as variáveis físicas, relacionam a turbidez (UNT) e condutividade. Em relação à primeira variável citada, biológica, observa-se que o nível de coliformes termotolerantes foi de 26,50 UFC/100ml, enquanto os níveis de OD, DBO (5,20), fosforo total, nitrogênio amoniacal e nitrato, pertencentes às variáveis químicas, apresentam como média respectivamente: 2,1mg/l, 138mg/l, 3,750mg/l, 13,75mg/l e 0,48mg/l. Por fim, as variáveis físicas apresentaram 15 UNT de turbidez e 235 uS de condutividade nessa análise.

UGRHI	Alto Tietê
CORPO HÍDRICO	Rio Pinheiros
NOME DO PONTO	PINH 04100
CONDUTIVIDADE (uS)	235
TURBIDEZ (UNT)	15
NITRATO	0,48
NITROGÊNIO AMONIACAL	13,75
OD	2,1
DBO (5,20)	138
FÓSFORO TOTAL	3,750
COLIFORMES TERMOTOLERANTES (UFC/100ml)	26,50

Quadro 6.2: Média do Índice das principais variáveis de qualidade de água de Qualidade de Águas do Ponto PINH 04100 do ano de 1998.

Fonte: CETESB, 2012.

6.4.4 Qualidade das Águas em 2004

Observamos no quadro 5.3, a qualidade das águas do Rio Pinheiros no ano de 2004, segundo pesquisa realizada pela CETESB, sob critérios próprios, no ponto PINH 04100. Tais critérios compreendem três variáveis gerais para essa avaliação: biológica, química e física. Dentre as variáveis biológicas são considerados os coliformes termotolerantes, enquanto as variáveis químicas compreendem o oxigênio dissolvido (OD), a demanda bioquímica de oxigênio (DBO - 5,20), fosforo

total, o nitrogênio amoniacal e o nitrato. Por último, as variáveis físicas, relacionam a turbidez (UNT) e condutividade. Nesse ano, o nível de coliformes termotolerantes (variável biológica) encontrado foi de 18,418 UFC/100ml. Os níveis das variáveis químicas foram de 3,2 mg/l para OD, 15 mg/l para DBO (5,20), 1,232 mg/l para fosforo total, 8,97 para nitrogênio amoniacal e 0,5 mg/l para nitrato, enquanto as variáveis físicas, turbidez e condutividade, apresentaram respectivamente 22 UNT e 289 uS.

UGRHI	Alto Tietê
CORPO HÍDRICO	Rio Pinheiros
NOME DO PONTO	PINH 04100
CONDUTIVIDADE (uS)	289
TURBIDEZ (UNT)	22
NITRATO	0,50
NITROGÊNIO AMONIAICAL	8,97
OD	3,2
DBO (5,20)	15,0
FÓSFORO TOTAL	1,232
COLIFORMES TERMOTOLERANTES (UFC/100ml)	18,418

Quadro 6.3: Média do Índice das principais variáveis de qualidade de água de Qualidade de Águas do Ponto PINH 04100 do ano de 2004.

Fonte: CETESB, 2012.

6.4.5 Qualidade das Águas em 2011

O quadro 5.4 descreve as médias da qualidade das águas do Rio Pinheiros no ano de 2011, segundo pesquisa realizada pela CETESB, no mesmo ano, conforme critérios considerados pela instituição e suma importância à análise de qualidade de águas. Tais critérios utilizados nessa pesquisa são: Coliformes termotolerantes (variável biológica), oxigênio dissolvido (OD), a demanda bioquímica de oxigênio (DBO - 5,20), fosforo total, o nitrogênio amoniacal e o nitrato (variável química) e turbidez (UNT) e condutividade (variável física). Os dados encontrados no

ponto de realização da pesquisa, o PINH 04100, foram 9,9 UFC/100ml de coliformes termotolerantes, 4,9 mg/l para OD, 9,0 mg/l para DBO (5,20), 0,29 mg/l para fosforo total, 1,8 para nitrogênio amoniacal e 0,5 mg/l para nitrato, 32 UNT para turbidez e 213 uS de condutividade.

UGRHI	Alto Tietê
CORPO HÍDRICO	Rio Pinheiros
NOME DO PONTO	PINH 04100
CONDUTIVIDADE (uS)	213
TURBIDEZ (UNT)	32
NITRATO	0,5
NITROGÊNIO AMONIACAL	1,8
OD	4,9
DBO (5,20)	9,0
FÓSFORO TOTAL	0,29
COLIFORMES TERMOTOLERANTES (UFC/100ml)	9,9

Quadro 6.4: Média do Índice das principais variáveis de qualidade de água de Qualidade de Águas do Ponto PINH 04100 do ano de 2011.

Fonte: CETESB, 2012.

6.4.6 Análise dos dados de Qualidade de Água

6.4.6.1 Oxigênio Dissolvido

As concentrações de oxigênio dissolvido apresentadas encontram-se fora do padrão estabelecido para um rio de classe II da resolução CONAMA 20/86, rio em que suas águas podem ser destinadas à pesca amadora e à recreação de contato secundário além do uso para abastecimento e navegação.

Neste parâmetro podemos afirmar que desde a implementação do Projeto Tietê, não houve nenhuma melhora significativa, ou seja, que haja a perspectiva de mudança de classe do rio. Os índices mostrados revelam à condição de

anaerobiose, ou situações próximas a isto, impedindo a possibilidade da vida aquática, sendo esta a intenção do projeto.

Na figura 6.8 podemos observar a evolução da qualidade de água do ponto pinh04100 em relação ao oxigênio dissolvido de acordo com os dados da CETESB.

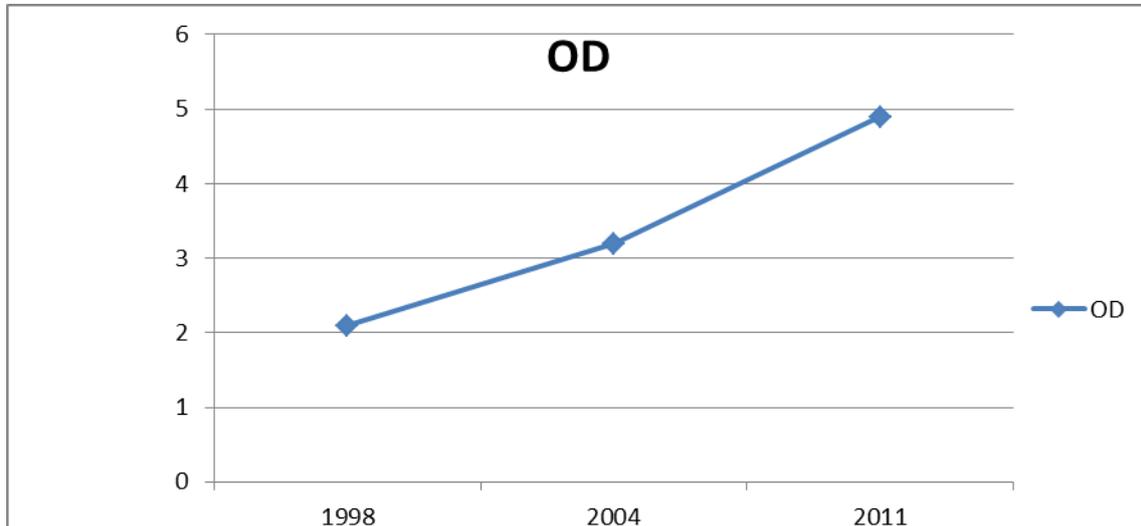


Figura 6.8: Índices de Oxigênio Dissolvido (OD) do Ponto Pinh04100 dos anos de 1998, 2004 e 2011.

Elaborado por: Rodrigues, F. 2012.

6.4.6.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio

A demanda bioquímica de oxigênio está ligada ao comportamento dos índices de OD e também se encontram fora dos padrões estabelecidos pela CONAMA para um curso d'água de classe II, meta inicial do projeto. Apesar da melhora nos níveis, este parâmetro está relacionado também com os índices pluviométricos anuais, pois se há um aumento da quantidade de água na calha do rio devido às chuvas, pode haver uma melhora falsa da qualidade de água do sistema, já que assim que estas águas evaporarem ou que as comportas da Usina de Pedreira forem abertas para que não haja enchentes, os índices podem voltar a obter uma piora.

Na figura 6.9 podemos observar que o índice diminuiu em relação do ano de 1998 para 2004 e no ano de 2011. Esta melhora ocorrida já faz parte das intervenções feitas pelo Projeto Tietê, como a diminuição da quantidade de esgotos lançados *in natura* devido à construção dos dutos de coleta de esgoto e das estações de tratamento de esgoto. No entanto, muito ainda deve ser feito para que haja uma melhora significativa na qualidade de demanda bioquímica de oxigênio e para que o sistema mude de classe de acordo com a CONAMA.

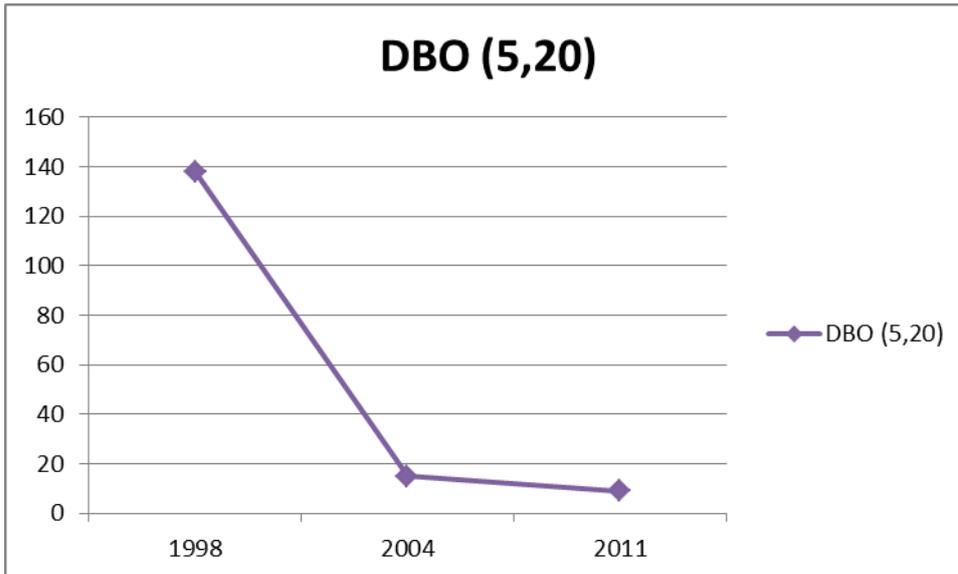


Figura 6.9: Índices de Demanda Bioquímica de Oxigênio do Ponto pinh 04100 dos anos de 1998, 2004 e 2011.

Elaborado por: Rodrigues, F., 2012.

6.4.6.3 Fósforo Total

Os altos índices de fósforo mostram a situação de poluição do sistema, indicando a presença de esgotos domésticos. O ponto demonstra valores até cem vezes maiores do que o permitido nos regulamentos da CONAMA para um rio de classe II. A figura 6.10 mostra os valores de fósforo para o ponto Pinh 04100.

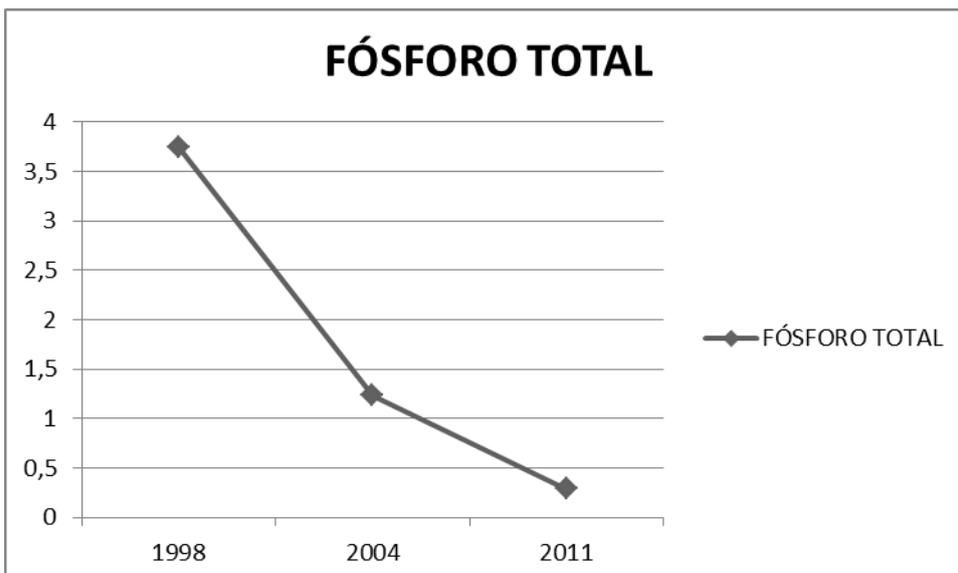


Figura 6.10: Índices de Fósforo Total do Ponto pinh 04100 dos anos de 1998, 2004 e 2011.

Elaborado por: Rodrigues, F., 2012.

6.4.6.4 Nitrogênio Amoniacal

Assim como em outros parâmetros, as concentrações de nitrogênio amoniacal também estão distantes dos esperados de acordo com atual legislação. Houve uma melhora, diminuindo suas quantidades, mas ainda não são as esperadas após a execução do projeto. A figura 6.11 mostra os índices de nitrogênio do ponto Pinh 04100.

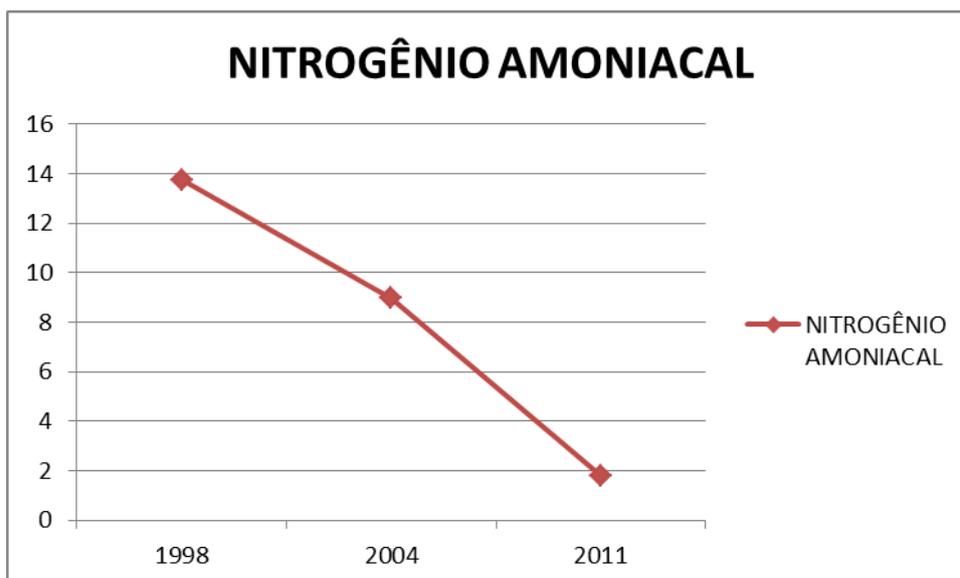


Figura 6.11: Índices de Nitrogênio Amoniacal do Ponto pinh 04100 dos anos de 1998, 2004 e 2011.

Elaborado por: Rodrigues, F., 2012.

6.4.6.5 Turbidez

De forma geral, a evolução desta característica física comparada a outros parâmetros apresentou uma melhora e está de acordo com a Resolução CONAMA 20/86 para rios de classe II (até 100 uT) objetivo final do Projeto Tietê. Houve uma piora no índice de 2010, mas isto também pode ser devido aos índices pluviométricos, pois quanto menor a quantidade de água na calha do rio, maior é a concentração de partículas em suspensão no sistema e maior será sua turbidez.

Isso pode ser representado pela figura 6.12, que mostra a coloração das águas do rio, fora do padrão de classe I translúcido da Resolução CONAMA 357, e materiais lançados nas águas de forma irregular.



Figura 6.12: Coloração das Águas do Rio Pinheiros e Lixo Depositado.

Fonte: RODRIGUES. F., 2010.

6.4.6.6 Coliformes Termotolerantes

Este é um dos principais indicadores de poluição por esgoto doméstico, os níveis de coliformes apresentados no ponto Pinh04100 tiveram significativa melhora, mas ainda estão algumas centenas de milhares de vezes fora do padrão CONAMA. A figura 6.13 mostra a variação de Coliformes Termotolerantes no ponto Pinh04100 nos anos de 1998, 2004 e 2011.

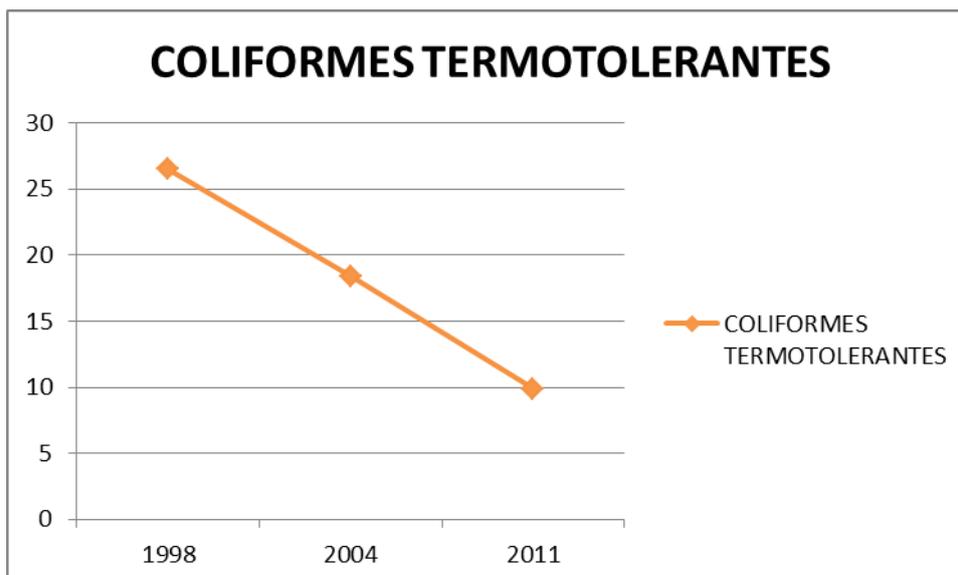


Figura 6.13: Índices de Coliformes Termotolerantes do Ponto pinh 04100 dos anos de 1998, 2004 e 2011.

Elaborado por: Rodrigues, F., 2012.

Ao comparar os valores do ponto ano a ano, observamos que estes índices tem diminuído progressivamente, o que está associado ao Projeto Tietê, sobretudo, no que se refere à melhoria na coleta e no tratamento de esgoto pela SABESP. Mas ainda não houve mudança de classe do sistema.

6.4.7 Evolução da Qualidade de Água do Sistema

O Projeto Tietê representa a maior intervenção de saneamento ambiental já realizada por um governo brasileiro. Nas suas duas primeiras etapas, a coleta e o tratamento de efluentes visa diminuir o input de matéria. Na terceira e última etapa, tratando suas águas, busca potencializar o uso do recurso hídrico para o abastecimento público.

Ao analisarmos os dados das características químicas, biológicas e físicas do ponto pinh 04100 da rede de monitoramento da CETESB, podemos observar que o Projeto Tietê ainda não cumpriu seus objetivos, pois apesar de apresentar uma melhora, o ponto ainda é considerado como de classe IV segundo a resolução CONAMA 357, estando distante do previsto pelo projeto.

Desde a sua elaboração, especialistas e gestores do projeto afirmavam que até o ano de 2005 seria possível utilizar o rio como meio de transporte e

abastecimento público, ou seja, um sistema de classe II. Isso ainda não aconteceu. Pela evolução dos índices analisados é possível afirmar que o Projeto Tietê deve demorar mais alguns anos de execução para apresentar uma efetiva melhora na qualidade de água do sistema. De acordo com os dados apresentados acima percebemos que houve uma discreta melhora na qualidade das águas do sistema. Seguramente, as ações e obras implantadas pelo projeto auxiliam nas melhorias tanto sanitárias quanto ambientais do sistema e também nos sistemas adjacentes, uma vez que podemos observar a diminuição da mancha de poluição na Bacia do Médio Tietê (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2012).

Além disso, o Projeto Tietê é um instrumento de gestão integrada, pois por meio dele e de mudanças estruturais na forma de apropriação do espaço - pelo Estado e pela sociedade - e fazendo com que todos entendam e valorizem o sistema como recurso natural, talvez, num futuro próximo, seja possível observar um rio despoluído e reintegrado à RMSP.

7. ANÁLISE INTEGRADA

No início do trabalho, a área de estudo foi escolhida por aparentar ser relativamente homogênea, apresentando águas de características semelhantes, uma vez que essas se encontram praticamente isoladas no sistema maior em que se inserem. Com o desenvolvimento do trabalho, percebeu-se que a área é muito heterogênea, não somente por se tratar de um sistema com diversos tipos de indústrias, comércios e residências de diferentes níveis sociais, mas também por se tratar de uma área que, dependo das condições climáticas, tem seu fluxo de águas invertido para se evitar enchentes, quando as comportas da usina são abertas.

Foram diversas as transformações que ocorreram na paisagem do sistema do Rio Pinheiros no aspecto ambiental, sendo a própria retificação do rio um exemplo. Tais transformações possibilitaram a ocupação antrópica ao longo de seu leito, dando início ao processo poluidor, que atravessa a história da ocupação do sistema tratado até os dias atuais. Esse processo ocorre com o lançamento de esgotos sem tratamento prévio nas águas do Rio Pinheiros, em quantidade não mensurável.

A cidade de São Paulo apresenta um pequeno potencial hídrico se comparada a outras áreas brasileiras e dado o crescimento econômico da RMSP, o número de indústrias e o contingente populacional aumentaram vertiginosamente, promovendo a ocupação do espaço frente a lucratividade das empresas e a possibilidade de emprego para a população, favorecendo a poluição das águas da região.

Esse sistema sofreu várias alterações no decorrer dos últimos 80 anos. Para o desenvolvimento e “progresso” da RMSP muitas intervenções foram feitas, áreas foram desmatadas, prédios, comércio e indústrias foram construídas e, para que empreendedores do setor privado tivessem acesso à “modernidade”, o Rio Pinheiros foi retificado, ação gradativa, executada para o aumento do potencial elétrico da Cidade de São Paulo. Com a inversão impactante de seu fluxo, foi possível uma maior geração de energia na Usina de Henry Borden. A retificação trouxe junto a ela a especulação imobiliária e a ocupação da antiga várzea do rio, além do aumento do despejo de efluentes diretamente nas águas do Rio Pinheiros.

Ao entender os impactos sofridos pelo sistema estudado, percebemos que as transformações ocorridas levaram à perda do espaço do rio junto à metrópole. Sua

ocupação e a construção em suas marginais ocasionaram o cercamento do sistema, acarretando a separação e a perda do mesmo, que agora passa a ser blindado à população, além de perder suas matas ciliares, áreas de várzea e espaço de uso comum social.

De acordo com a concessão feita pelo Governo do Estado de São Paulo à Companhia Light, todas as áreas que após a retificação do sistema pudessem ser utilizadas pela população seriam mapeadas para que fossem devidamente delimitadas. Partes dessas terras seriam destinadas para uso público e outras seriam designadas ao uso particular. Porém, como o território era gerido pela Empresa Light, que buscou a adequação dos espaços aos seus interesses enquanto empresa do setor privado, aquilo que foi planejado em relação às propriedades tomou um rumo diferente, áreas que eram de uso público foram ocupadas por indústrias e residências, fugindo do controle do governo e resultando no aumento da poluição das águas do sistema, o impactando ainda mais.

Este entendimento é importante, pois podemos observar com as transformações impactantes o aparecimento de novos processos sociais, com a diminuição da área de várzea e a especulação imobiliária, antes um espaço público passa a ter valor de mercado e se torna um bem particular.

Em função das políticas do começo do século XX, que fizeram concessões do uso dos recursos, o sistema foi transformado para servir como recurso energético, ocasionando diversos impactos, como o assoreamento dos afluentes e do próprio rio durante o processo de retificação, a diminuição de seu leito sinuoso, a redução de sua largura de 100 para 25 metros e a diminuição do suprimento da água potável para RMSP. Além disto, a falta de um projeto que planejasse o sistema de saneamento básico transformou o sistema num receptor de efluentes a céu aberto.

As atuais políticas públicas estudadas são realizadas para diminuir os impactos ambientais ocorridos na área ao longo dos últimos 80 anos, tentando reaver a qualidade de água do rio e tornando-o despoluído, sendo necessária a realização de intervenções tecnológicas para a despoluição das águas e também havendo um processo de revitalização natural do sistema conforme o índice de poluição diminua, fazendo com que animais e plantas, que hoje não conseguiriam sobreviver, tanto nas suas margens quanto em suas águas, possam se desenvolver e ajudar no controle do impacto ambiental causado até então.

A análise integrada auxiliou nesta pesquisa a compreender o cenário atual das transformações e políticas públicas do sistema, promovendo a visão de conjunto que é necessária para o entendimento do desenvolvimento das variáveis estudadas, como das conclusões do presente trabalho.

8. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho se desenvolveu na medida em que foram analisadas a evolução das transformações do sistema do Rio Pinheiros e suas íntimas relações com as políticas públicas nos últimos 80 anos. Para isso foram estudadas duas variáveis, as principais intervenções sofridas (transformações) e as medidas adotadas pelo governo para melhorar a qualidade do sistema (políticas públicas). Estas duas variáveis estão apoiadas por indicadores que auxiliaram o desenvolvimento da pesquisa. Indicadores como a retificação, reversão e o Projeto Tietê foram de grande importância, pois conseguiram demonstrar as ações pelas quais o sistema passou e ainda passa no decorrer do tempo, auxiliando a análise da evolução do sistema até os dias atuais. A variável qualidade de água também ajudou, pois foi possível fazer uma verificação empírica da eficiência das políticas públicas aplicadas. No desenvolvimento da pesquisa, foram analisados os impactos e derivações antropogênicas sofridos pelo sistema. Para estudos futuros seria interessante associar mais intervenções ocorridas no sistema de primeira grandeza do alto Tietê, na tentativa de corroborar com as alterações que levaram a degradação do sistema, mesmo que este já seja informação de meio comum, e entender o porquê existem políticas públicas que foram desenvolvidas específicas para o sistema e mesmo assim não foram totalmente aplicadas.

Boa parte dos impactos e derivações antropogênicas das transformações são decorrentes das próprias políticas públicas que, em prol do desenvolvimento econômico da cidade, não consideraram os possíveis impactos no decorrer dos anos, uma conjuntura de atos que levaram a uma situação crítica na década de 1990 e agora são buscadas, por meio de outras ações públicas, maneiras de se minimizar estes impactos na tentativa de encontrar um relativo equilíbrio no sistema para que, ao menos parcialmente, o rio volte a fazer parte da RMSP como curso hídrico.

Lembrando que, na definição de impacto usado nesta pesquisa, entendemos que impacto é “qualquer alteração no meio ambiente, sendo em um ou mais de seus componentes e provocada pela ação humana”. O sistema estudado sofreu impactos irreparáveis, como a perda da planície de inundação, a retificação e a ocupação de sua várzea, a alteração das configurações originais e sinuosas do canal, devido à

retificação, e a devastação da fauna do rio. Estes impactos podem ser classificados como de forte grandeza, larga extensão e irreversíveis. A Marginal do Rio Pinheiros foi construída, como via de acesso da cidade e provocou outro grande impacto no rio, promovendo circulação de um número maior de pessoas e mercadorias pela região, em que diversas empresas e indústrias se instalaram, lançando dejetos e, gradativamente, o poluindo mais.

Verificamos que as transformações ocorridas no sistema foram resultados de uma série de políticas públicas aplicadas ao longo da história e que a própria gestão dos recursos hídricos nos leva a perceber que as políticas públicas atuais visam resolver situações possibilitadas pelo governo no passado. Os impactos dessas transformações são decorrentes das próprias políticas públicas das épocas respectivas, mostrando que as variáveis desta pesquisa são interdependentes. Hoje as ações governamentais agem de forma impactante na tentativa de melhorar o sistema e não reverter todas as transformações ocorridas – tais como a restauração da planície de inundação ou a antiga forma sinuosa do rio. A política pública sobre a transformação do espaço orientou o modo como esse foi ocupado. Tal ocupação levou a alteração da paisagem e a consequente diminuição da qualidade das águas, que exigiu novas políticas na tentativa de se remediar as ações anteriores.

A decorrência destas variáveis está implícita na tentativa de reestabelecer os índices de qualidade de águas antes das intervenções estudadas, ou seja, as próprias políticas públicas levaram à degradação do sistema e agora o governo busca sua recuperação. Isto é uma contradição do poder público no que se refere à qualidade dos recursos naturais, porém tal contradição é histórica e evidencia a forma de gestão junto à governança de seus recursos e proveniente da forma como se desenvolveu a sociedade brasileira no aspecto de continuidade e desenvolvimento dos projetos políticos, ou seja, um crescimento desenfreado e muito bem organizado pelo capital e sua especulação.

Neste sentido podemos observar que devido a exploração do setor privado e o mau gerenciamento dos recursos por parte do Estado, houve o beneficiamento de capitais particulares agindo apenas no que lhes daria lucro, uma vez que na década de 1920 não havia uma imposição do governo para que ações de planejamento ambiental fossem tomadas de forma preventiva ou a realização de ações que causassem menores impactos ao sistema.

O Projeto Tietê tenta reverter este cenário. Desenvolvido na década de 1990, ele aponta uma melhora nos índices de qualidade de água, mas ainda não atinge seu propósito final, que é a mudança de classe do rio de acordo com a Resolução CONAMA, tornando possível seu uso para navegação e abastecimento de água após tratamento pela SABESP. Porém, mesmo com as melhorias demonstradas, o Projeto Tietê não tem a intenção de fazer com que os rios Pinheiros e Tietê tornem-se novamente os rios do passado, pois seriam necessárias inúmeras desapropriações para que os rios voltassem a ter uma planície de inundação. Isto incluiria desapropriar duas das vias mais importantes da cidade de São Paulo, as marginais Tietê e Pinheiros, além de ter as águas das represas Billings e Guarapiranga drenadas, já que, antes da construção das represas que hoje são de grande importância para o abastecimento da RMSP, eram as águas do Rio Grande e seus afluentes que ocupavam o sistema de primeira grandeza e esta região detém diversas áreas de proteção de mananciais que poderiam ser devastadas.

Uma das intenções do projeto é trazer a população para mais perto do rio, criando um maior contato com o mesmo, que hoje é blindado pelas marginais. Por meio da melhoria da qualidade de água, que faria retornar a fauna e a flora do curso d'água, a cidade pode ganhar muito com a utilização do rio como meio de transporte e também para captação de água para abastecimento.

O Projeto apresenta melhorias na qualidade de águas do sistema, mesmo que de forma lenta e gradativa, uma vez que o Governo do Estado de São Paulo não seguiu todas as orientações propostas pela CETESB com relação a prazos em que cada etapa do projeto deveria ser executada, mas, graças aos investimentos feitos pelo projeto, o sistema de primeira grandeza já demonstra uma melhora comparada aos dados de qualidade de água dos anos 1990.

Contudo, o projeto de despoluição do Rio Pinheiros pode não alcançar seu objetivo maior, – a mudança da classificação das águas do rio de classe IV para classe III, posteriormente para classe II – pois por mais que a SABESP colete 70% dos esgotos, uma carga muito grande ainda é lançada *in natura* nas águas, o que, por mais que sejam tratadas, contribui para o atual nível de poluição das águas (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2012). Isso é resultado das contradições intrínsecas à gestão pública que dificulta a eficácia do trabalho, provocando um maior investimento de verba pública e mais trabalho, já que, sem a

coleta total dos efluentes o projeto torna-se paliativo, pois com a entrada de matéria no sistema, este teria de ser continuamente tratado, resultando em pouca alteração na qualidade das águas, como evidenciado nesta pesquisa, desde a década de 1990 até os dias atuais.

O projeto ainda apresenta um elevado custo financeiro, o que pode aumentar o endividamento público e, como exige muito tempo de execução, cerca de quarenta anos, podem ocorrer mudanças de políticas públicas, ou das atuais organizações da UGRH. Isto aumentaria a burocracia envolvida no processo com diferentes comitês e administrações, podendo ocasionar uma duração muito maior que a estipulada para o desenvolvimento do projeto.

Devido o longo tempo para sua realização e o seu elevado custo, surgiram questões como em quais condições de qualidade de água o rio se encontraria caso o Projeto Tietê não fosse implementado.

Desta forma, não haveria, praticamente, nenhuma melhoria das águas do sistema, uma vez que a Constituição Federal de 1988 instaura as diretrizes de saneamento básico, mas não especifica como devem ser tratadas as águas para que estas mudem de classe de acordo com a CONAMA 357. A Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) originada dos princípios fundamentais, no exercício da titularidade, na prestação regionalizada de serviços públicos de saneamento básico, no planejamento, na regulação, nos aspectos econômicos e sociais, nos aspectos técnicos, na participação de órgãos colegiados no controle social e na PNSB da Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que dispõe sobre as diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. É importante ressaltar que os recursos hídricos não integram a PNSB, não podendo ser parte do sistema de tratamento nem mesmo para a disposição ou diluição de esgotos e outros resíduos líquidos, estando sujeita a outorga de direito de uso, nos termos da Lei n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, de seus regulamentos e das legislações estaduais (art. 4º da Lei n. 11.445, de 5-1-2007). Isto significa que o sistema estaria compreendido dentro da Constituição, englobando as duas primeiras etapas do Projeto Tietê, que são a coleta e tratamento dos efluentes brasileiros. Não obstante, suas águas não seriam passíveis de tratamento, uma vez que a Constituição não dá a diretriz de despoluição das águas. O conceito de saneamento básico previsto em lei trata-o como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de

abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Assim, o curso d'água se encontraria com níveis de poluição próximos aos encontrados nos anos de 1990, pois não havendo o input de matéria e sem tratamento previsto em lei, as águas que ficam paradas na calha do rio e só se movimentam em épocas de cheia permaneceriam as mesmas. Lembrando que no Estado de São Paulo, onde está localizado o maior complexo industrial brasileiro, com mais de 120 mil estabelecimentos registrados e cadastrados pela CETESB, o controle da poluição das águas estaria apenas fundamentado no regulamento da Lei Estadual de São Paulo 997 de 31.05.76, aprovado pelo decreto 8468 de 08.09.76, e na Resolução CONAMA nº 20/86. Isto significa, que seria feito apenas o controle dos efluentes, sendo realizado por meio da determinação de parâmetros específicos (químicos, físicos e biológicos), para os quais são estabelecidos padrões numéricos de emissão e de qualidade das águas, levando apenas ao monitoramento da qualidade de água e não a uma melhora ou a uma mudança de classe de acordo com a CONAMA, não tentando disponibilizar água doce e áreas de lazer para o uso da sociedade, nem tentando criar a identificação da população com o sistema.

Lembrando que, mesmo com a existência e implementação do Projeto Tiete, projeto este de elevado custo financeiro, não houve uma melhora tão significativa da qualidade das águas do sistema. Desta forma, podemos prever que sem a sua implementação nem mesmo esta pequena melhora teria sido alcançada, mesmo que houvesse a tentativa de cumprir a legislação vigente, já que esta legislação é a mesma com ou sem o projeto.

Desse modo, compreendemos que apesar dos percalços a sua realização, o Projeto Tietê é positivo ao sistema tratado, especialmente no entendimento de que as falhas na sua implementação se deram principalmente pelo atraso na execução e cumprimento de suas fases. Visto que as transformações e políticas públicas caminham de formas decorrentes, para que haja uma melhoria do sistema, é necessário que estas políticas sejam executadas de maneira a cumprir seu objetivo.

É importante ressaltar que a implementação do Projeto Tietê, enquanto processo de cercear novas entradas de matéria no rio e de despoluição de suas águas, não pode distanciar-se da questão socioeducativa para o real alcance de seus objetivos. Todo o esforço no sentido do processo despoluidor da RMSP, erigida

pelo Projeto Tietê, se reduziria a uma contingência de limitações e imposições se a população não for conscientizada da importância de sua realização, uma ação que somente é possível mediante a propaganda informativa com foco educativo por meio de palestras em escolas e indústrias, comerciais etc. Tais medidas de sensibilização da população poderiam levar a uma maior consciência do uso dos recursos naturais, possibilitando assim a alteração dos hábitos cotidianos dos cidadãos a atitudes mais responsáveis com o meio.

Em si, a população da RMSP é a maior privilegiada com a instituição da melhoria da qualidade do sistema, e, portanto ela deve ser consciente da necessidade de sua realização. Historicamente a ocupação do espaço da região estudada teve sua alteração realizada segundo a orientação de empresas do ramo privado, o que impôs à população paulistana um afastamento do uso do das águas do rio, também dos benefícios oriundos desse como fonte de abastecimento de água.

Mesmo que o problema da falta de água seja do interesse de todos e que o lançamento de efluente *in natura* nos rios seja um de seus fatores centrais, o cidadão paulistano toma a poluição existente nos rios da RMSP como algo natural. Questões como as do saneamento básico, serviço essencial que deve ser prestado pelo Poder Público, não são colocadas em pauta no cotidiano dos cidadãos e a existência ou não desse serviço não é assunto comum ao paulistano.

A conscientização da população também auxiliaria no cumprimento do processo despoluidor do sistema de primeira grandeza da Bacia do Alto Tietê, uma vez que existiria uma maior pressão popular no sentido de se fiscalizar e se realizar o Projeto Tietê em sua totalidade. Porém, a conscientização não é suficiente por si, tal como a lei não é, existindo a necessidade de um órgão que fiscalize a implementação de projetos como o Projeto Tietê e que se utilize da força da opinião pública como sinergia para suas ações, assim como o estabelecimento de diretrizes nacionais ao saneamento básico.

Com a total execução do projeto o Brasil seria beneficiado, pois além de melhorarmos no ranking mundial de desenvolvimento humano, a população se reaproximaria do rio, um dos objetivos visados no Projeto Tietê, abrindo uma janela para a aplicabilidade dessa metodologia a projetos similares em outros sistemas do país. Desse modo, o sistema analisado é tido como uma amostra significativa no

que se refere às políticas públicas desenvolvidas. O método de trabalho aplicado nessa pesquisa pode ser utilizado em outros estudos, ainda que sejam necessárias adaptações e alterações pertinentes a realidade de cada local.

O projeto não teve seu objetivo maior ainda alcançado, mesmo que prazos tenham sido estipulados pelos seus idealizadores. Isto abre possibilidades de estudo, no sentido de tentar entender o porquê as políticas públicas sofrem estes atrasos e quais são os danos e prejuízos acarretados ao sistema, ao Estado e a população.

Por fim, a *análise da evolução das transformações ocorridas no rio Pinheiros e políticas públicas associadas* tratou da análise integrada de acontecimentos que acarretaram impactos e derivações antropogenéticas do sistema, sendo necessárias políticas no sentido de se reverter esse quadro e que vêm cumprindo seu papel, porém de modo lento, gradativo e em desacordo com o explicitado no projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADORNO, V. **Tietê: uma promessa de futuro para as águas do passado**. São Paulo: Texto Art Gráfica, 1999.
- AES ELETROPAULO. **Notícias**. Disponível em: <http://www.aeseletropaulo.com.br/> - acessado em 13/06/2012.
- ARAÚJO, M.F.I. **Os cem últimos anos na história da cidade e a formação da grande São Paulo**. In: SÃO PAULO. (Estado). Secretaria de Planejamento e Gestão. Fundação Seade. Cenários da urbanização paulista: a região administrativa da Grande São Paulo. São Paulo: Fundação Seade, 1992. p.15-51. (São Paulo no Limiar do Século XXI, 6).
- AZEVEDO, Z. F. et al. **Gestão dos Recursos Hídricos no Estado de São Paulo**. In : Anais do Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste, 2006.
- BERTRAND, G. **Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique**. *Revue géographique des Pyrénées et sud-ouest*, v. 39, fasc. 3, p. 249-272, 3 fig., 2 pol. Phot.h.t. 1968.
- BERTALANFFY, L. V **Teoria Geral dos Sistemas**. Rio de Janeiro: Ed. Vozes, 1976.
- CARMO, R.L. **A água é o limite? Redistribuição espacial da população e recursos hídricos no Estado de São Paulo**. Campinas: 2001. 217p. - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas.
- CETESB, Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Águas Superficiais**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/> - acessado em 13/05/2012.
- CETESB, Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Projeto Tietê - Relatório de Acompanhamento**. São Paulo: CETESB, 2008.
- CHRISTOFOLETTI, A. **Panorama sobre as perspectivas atuais no tocante às pesquisas em geografia física**. In: Anais do 5º Congresso Brasileiro de Geógrafos. Curitiba, 1994.
- COUTINHO, J. P.; PELLERIN, J.; AGUIAR, M. B.; COLTRINARI, L. **Uma análise da evolução das transformações no Rio Pinheiros e das políticas ambientais associadas**, São Paulo. Sedimentologia e Pedologia. Instituto de Geografia – USP, n. 9, São Paulo, 1978.
- EMAE - **Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A.** Disponível em: www.emae.sp.gov.br/ - acessado em 13/06/2012.

- FREITAS, A. **Dicionário histórico, topographico, ethnographico ilustrado do município de São Paulo. São Paulo.** Graphica Paulista, 1930.
- FUSP, Fundação de Apoio a Universidade de São Paulo e CBH-AT. **Comitê de Bacia do Alto Tietê.** Plano da Bacia do Alto Tietê - Relatório Final. São Paulo, 2002.
- GONÇALVES, C.W.P. **Formação sócio-espacial e questão ambiental no Brasil.** In: BECKER B.K. *et alii* (orgs.). Geografia e Meio Ambiente no Brasil. São Paulo: Hucitec, 2002.
- GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Guia do Sistema Paulista de Recursos Hídricos.** São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo, 2008.
- GORSKI, M. C. B. **Rios e Cidades: ruptura e reconciliação.** São Paulo: Editora SENAC, 2010.
- HASUI, Y.; CARNEIRO, C. D. R.; COIMBRA, A. M. **The Ribeira folded belt.** Revista Brasileira de Geociências, v. 5, 1975.
- HASUI, Y.; SADOWSKY, G. R. **Evolução Ideológica do Precambriano na Região Sudeste do Estado de São Paulo.** Revista Brasileira de Geociências, v. 6, 1976.
- MAGALHÃES, G. **Força e luz: eletricidade e modernização na República Velha.** São Paulo: Editora Unesp/Fapesp, 2000.
- HEIDRICH, Álvaro L. **Território, Integração Socioespacial, Região, Fragmentação e Exclusão Social.** In: SPOSITO, E., SAQUET, M., RIBAS, A. Território e desenvolvimento: diferentes abordagens. Francisco Beltrão: UNIOESTE, 2004. p. 37-65.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Dados Populacionais.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> – Último acesso em 01/12/2011.
- LUZ, R. A. **Geomorfologia Fluvial do Rio Pinheiros entre os Bairros de Pinheiros, Butantã e Cidade Jardim, São Paulo (SP).** Dissertação de Mestrado. São Paulo. USP, 2010.
- MONTEIRO, C. A. F. **Derivações antropogênicas dos geossistemas terrestres: perspectivas urbanas e agrárias ao problema da elaboração de modelos de avaliação.** In: SIMPÓSIO A COMUNIDADE VEGETAL COMO UNIDADE BIOLÓGICA, TURÍSTICA E ECONÔMICA, 1, 1978, São Paulo. Anais. São Paulo: ACIESP, 1978.
- MONTEIRO, C.A.F. **Geossistema: a história de uma procura.** São Paulo: Ed. Contexto. 2000. (Coleção Novas Abordagens, 3).

MOREIRA, I. V. D. EIA in Latin America. In: WATHERN, P. (Org.). **Environmental impact assessment: theory a practice**. London: Unwin Hyman, 1988.

O Estado de São Paulo. **Notícias**. Disponível em: <http://www.estadao.com.br/> - acessado em 03/05/2011.

PEGORARO, L. S. **Projeto Tietê**. São Paulo. Ed. Estado de São Paulo. 1995.

PORTO, Antônio Rodrigues - **História Urbanística da Cidade de São Paulo** (1554-1988). São Paulo: Ed. Carthago & Forte, 1992.

Portal do Governo do Estado de São Paulo. **Projeto de Despoluição do Rio Pinheiros**: disponível em: <http://www.saopaulo.sp.gov.br> – acessado em 6 de março de 2010.

Prefeitura da Cidade de São Paulo. **Águas da Cidade**. Disponível em: www.prefeitura.sp.gov.br/meioambiente/visao_historica_recursos_hidrico - acessado em 13/06/2012.

Projeto Pomar. **Elaboração do Projeto**. Disponível em: <http://www.ambiente.sp.gov.br/wp/pomar/inicio/o-rio-e-a-cidade/> – acessado em 10/05/2012.

RAFFESTIN, Claude. **Por uma geografia do Poder**. São Paulo: Ática, 1993.

Rede de Águas. **Institucional**. Disponível em: www.redesdeaguas.org.br – acessado em 11/03/2012.

Rede de Olho nos Mananciais. **Institucional**. Disponível em: www.manciais.org.br – acessado em 02/03/2012.

RICCOMINI, C; TURCQ, B; SUGUIO. K. **The record of continental sedimentation In Southeastern Brazil during the last millennium: paleoseismicity, the little ice age, and man**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, n. 63, 1990.

ROSS, J.L.S. **Análise empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados**. In: Revista do Departamento de Geografia, FFLCH, n. 8, São Paulo, 1994. p. 63-74.

ROSS, J.L.S. **Análises e sínteses na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental**. In: Revista do Departamento de Geografia, FFLCH, n. 9, São Paulo, 1995. p. 65-75.

ROSS, J.L.S. **Ecogeografia do Brasil: Subsídios para planejamento ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos. 2006. 197 p.

- ROSS, J.L.S. **Geomorfologia aplicada a EIAS e RIMAS**. In: GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S.B. da. Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.
- RYBCZYNSKI, E. **Rio Pinheiros, a cara, a vida, a esperança de São Paulo**. São Paulo Minha Cidade. São Paulo, 2009.
- SÁNCHEZ, L. **Avaliação de impacto ambiental: conceito e métodos**. Oficina de Textos. São Paulo, 2006.
- SEABRA, Odette C.L. **Meandros dos Rios nos Meandros do Poder**. Tietê e Pinheiros: Valorização dos Rios e das Várzeas na Cidade de São Paulo. Tese de Doutorado. São Paulo. USP, 1987.
- SECRETARIA ESTADUAL DO VERDE E DO MEIO AMBIENTE – São Paulo. **Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê**. São Paulo, USP, 2005.
- SERTÃO, H.; BUENO, R. C. R.; MESTRINER, J.R. **Eutrofização do manancial Guarapiranga: causas e efeitos na qualidade da água fornecida para São Paulo**. Goiânia: Editora Brasiliense, 1991.
- SILVA, A. L. da. **A Noção de Modelo na Ciência Cognitiva: Do Funcionalismo à Sistêmica**. Tese de Doutorado. Marília. UNESP, 2005.
- SMITH, N. **Desenvolvimento Desigual**. Rio de Janeiro. Editora Betrand, 1988.
- SPÓSITO, M.E.B. **O embate entre as questões ambientais e sociais no urbano**. São Paulo. Editora Contexto. 2003.
- THORNES, J.B.; BRUNSDEN, D. **Geomorphology & Time**. Methuen & Co Ltd. Great Britan, 1977.
- TRAVASSOS, L. & MONTEIRO, F. **Águas no Oeste do Alto Tietê: uma radiografia da sub-bacia Pinheiros-Pirapora**. São Paulo: Instituto de Educação e Pesquisa Ambiental, 2005.
- Tricart, J. **Ecodinâmica**. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Superintendência de Recursos Naturais e Meio ambiente. Diretoria Técnica. Rio de Janeiro, p. 97, 1977. Original publicado em 1965, na França.
- WHITAKER, P. **O abastecimento de água da cidade de São Paulo – sua solução**. Revista Engenharia, São Paulo, vol. 5, nº50. 1946.