
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS – RIO CLARO

GEOGRAFIA



ANDREZA APARECIDA SOARES

**AVALIAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE CONTROLE DE ENCHENTES ATRAVÉS DE
RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS NA SUB-BACIA DO ALTO
TIETÊ – SÃO PAULO.**

Orientador: Prof. Dr. Pompeu Figueiredo de Carvalho

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do grau de bacharel em Geografia.

Rio Claro, 2007.

ANDREZA APARECIDA SOARES

**AVALIAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE CONTROLE DE ENCHENTES ATRAVÉS DE
RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS NA SUB-BACIA DO ALTO
TIETÊ – SÃO PAULO.**

Orientador: Prof. Dr. Pompeu Figueiredo de Carvalho

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do grau de bacharel em Geografia.

Rio Claro, 2007.
ANDREZA APARECIDA SOARES

**AVALIAÇÃO DA ESTRATÉGIA DE CONTROLE DE ENCHENTES ATRAVÉS DE
RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS NA SUB-BACIA DO ALTO
TIETÊ – SÃO PAULO.**

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do grau de bacharel em Geografia.

Data de aprovação:

Orientador: Pompeu Figueiredo de Carvalho. Livre Docente do Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento da UNESP - Campus Rio Claro.

Examinadora: Silvia Aparecida Guarnieri Ortigoza. Professora Assistente Doutora do Departamento de Geografia da UNESP – Campus de Rio Claro.

Examinador: Roberto Braga. Professor Assistente Doutor do Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento da UNESP - Campus Rio Claro

Examinador: Rodrigo Braga Moruzzi. Professor Assistente Doutor do Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento da UNESP - Campus Rio Claro

A rápida expansão do espaço urbano no Brasil ocorreu e continua ocorrendo, geralmente, de forma desordenada e sem perspectivas imediatas de ordenação das práticas de uso e ocupação do solo. O planejamento da ocupação do espaço urbano, baseado na racionalidade capitalista, embora englobe fundamentos interdisciplinares, na prática tem sido realizado dentro de um âmbito mais restrito do conhecimento, desconsiderando aspectos fundamentais dessa dinâmica. Essa situação tem resultado em grandes transtorno e custos para a sociedade e para o meio ambiente, atingindo diretamente os sistemas de drenagens urbanos e resultando no crescimento dos eventos de cheia. Assim, o planejamento urbano vem buscando alternativas que possibilitem o alcance do desenvolvimento urbano sustentável. Neste sentido, este trabalho objetiva avaliar qualitativamente a implantação reservatórios de retenção implantados no alto curso da sub-bacia do Alto Tietê, de modo a avaliar os problemas apresentados através da realização de um inventário dos avanços atingidos na incorporação destas medidas no gerenciamento dos sistemas de drenagem nesta sub-bacia.

Palavras-chave: enchentes urbanas, desenvolvimento urbano sustentável, reservatórios de retenção.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Fig.1- Bacia do Alto-Tietê _____ | 14 |
| Fig.2 -Ocupação da Várzea do rio Tietê no município de São Paulo _____ | 20 |
| Fig.3 - Alterações do ciclo hidrológico natural causadas pela urbanização _____ | 25 |
| Fig.4 - Conseqüências da urbanização sobre o escoamento das águas _____ | 26 |
| Fig.5 - Mudanças processadas em torno do rio Tietê em São Paulo. _____ | 27 |
| Fig.6 - Rede fluvial de São Paulo, canalizações e canais cobertos _____ | 28 |
| Fig.7 - Distribuição dos reservatórios na bacia do rio Tamanduateí _____ | 41 |
| Fig.8 - Intervenções realizadas na bacia do rio Aricanduva _____ | 48 |
| Fig.9 - Situação atual do reservatório Aricanduva I _____ | 49 |
| Fig.10 - Situação atual do reservatório Aricanduva II _____ | 51 |
| Fig.11 - Situação atual do reservatório Aricanduva III _____ | 53 |
| Fig.12 - Situação atual do reservatório Aricanduva V _____ | 54 |
| Fig.13 - Situação atual do reservatório Caguaçu _____ | 56 |
| Fig.14 - Situação atual do reservatório Limoeiro _____ | 57 |
| Fig.15 - Situação atual do reservatório Inhumas _____ | 59 |
| Fig.16 - Situação atual do reservatório Rincão _____ | 60 |
| Fig.17 - Situação atual do reservatório Pedreira de São Mateus _____ | 62 |
| Fig.18 - Intervenções realizadas na bacia do rio Pirajuçara _____ | 63 |
| Fig.19 - Situação atual do reservatório do Jardim Nova República _____ | 64 |
| Fig.20 - Situação atual do reservatório do Parque Pinheiros _____ | 66 |
| Fig.21 - Situação atual do reservatório Portuguesa _____ | 68 |
| Fig.22 - Situação atual do reservatório do Parque Pinheiros _____ | 69 |
| Fig.23 - Situação atual do reservatório do Bananal _____ | 71 |
| Fig.24 - Intervenções realizadas na bacia do córrego Cabuçu de Baixo _____ | 72 |
| Fig.25 - Situação atual do reservatório do Rio das Pedras _____ | 74 |
| Fig.26 - Intervenção da bacia do córrego Água Espriada _____ | 75 |
| Fig.27 - Intervenção da bacia do córrego Pacaembu _____ | 77 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|-----------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1. Usos dos reservatórios de detenção _____ | 30 |
| Quadro 2. Conceito de cnalização x conceito de reservação _____ | 30 |
| Quadro 3: Dados dos projetos de implantação das detenções _____ | 37 |

SUMÁRIO

| | |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| Resumo | 4 |
| 1. Introdução | 8 |
| 2. Objetivos | 10 |
| 3. Métodos e Técnicas | 11 |
| 4. Caracterização da área de estudo | 13 |
| 4.1 A bacia do Alto Tietê | 13 |
| 4.2 Caracterização física | 15 |
| 4.3 O Processo de ocupação do solo | 17 |
| 5. Revisão Bibliográfica | 19 |
| 5.1 Urbanização brasileira e a questão ambiental | 19 |
| 5.2 O processo de urbanização e problemática das enchentes | 23 |
| 5.3 As mudanças na abordagem dos sistemas de drenagem | 29 |
| 5.4 Reservatórios de detenção | 33 |
| 6. A implantação dos reservatórios de detenção na bacia do Alto-Tietê | 36 |
| 6.1 Levantamento das micro-bacias que sofreram intervenções | 38 |
| 6.1.1 Bacia do Aricanduva | 38 |
| 6.1.2 Bacia do Rio Tamanduateí | 40 |
| 6.1.3 Bacia do Córrego Pirajuçara | 42 |
| 6.1.4 Bacia do Córrego Cabuçu De Baixo | 43 |
| 6.1.5 Bacia do Córrego Pacaembu | 43 |
| 6.1.6 Bacia do Córrego Água Espraiada | 44 |
| 6.1.7 Bacia do Médio Juqueri | 45 |
| 6.1.8 Bacia do Ribeirão Vermelho | 45 |
| 7. Avaliação da implantação dos reservatórios de detenção | 47 |
| Reservatório Aricanduva I | 49 |
| Reservatório Aricanduva II | 50 |
| Reservatório Aricanduva III | 52 |
| Reservatório Aricanduva V | 54 |
| Reservatório Caguassu | 55 |
| Reservatório Limoeiro | 57 |
| Reservatório Inhumas | 58 |
| Reservatório Rincão | 60 |
| Reservatório Pedreira De São Mateus | 61 |
| Reservatório do Jardim Nova República | 64 |
| Reservatório do Parque Pinheiros | 65 |
| Reservatório Portuguesa | 67 |
| Reservatório do Jardim Maria Sampaio | 68 |
| Reservatório Bananal | 70 |
| Reservatório Rio das Pedras | 73 |
| Reservatório do Jabaquara | 74 |
| Reservatório do Pacaembu | 78 |
| 8. Diagnóstico Síntese | 79 |
| 9. Considerações Finais | 82 |
| 10. Referências Bibliográficas | 84 |

O avanço da expansão urbana associado à ausência de regulação pela prática de medidas de planejamento urbano-ambiental adequadas possibilitou que intensas transformações fossem introduzidas nos sítios naturais sobre os quais muitas cidades se ergueram. Essa realidade pode ser verificada no caso da Metrópole Paulistana, na qual o processo de urbanização gerou tanto a excessiva impermeabilização do solo pela horizontalização da mancha urbana, quanto mudanças drásticas no ciclo hidrológico e na dinâmica natural das bacias hidrográficas, ao possibilitar a ocupação das áreas de fundo de vale, bem como a execução de grandes obras de drenagem, como as retificações, as canalizações, os aterramento de várzeas e a reversão de cursos d'água. O resultado deste processo, como já seria de se esperar, tem sido a intensificação das transformações na paisagem natural, que vêm refletindo diretamente no aumento da ocorrência e magnitude das inundações na cidade.

As enchentes, fenômenos naturais do ciclo hidrológico, têm se transformado num grave problema urbano, pois à medida que o processo de ocupação estende-se sobre áreas ambientalmente inadequadas, como as áreas do leito maior dos rios, expõem-se maiores contingentes populacionais a situação de risco permanente. Nas grandes cidades as enchentes são agravadas pelo modelo de urbanização processado e que possibilitou o aumento indiscriminado das taxas de impermeabilização do solo. Neste contexto, a ocupação realizada em setores inadequados da bacia hidrográfica em conjunto com a intensa realização de obras, gerou uma drástica redução da parcela de infiltração e o aumento do escoamento superficial. Desta forma, os efeitos da urbanização sobre a rede hidrográfica resultou no aumento da quantidade e da magnitude dos eventos de cheias.

A tentativa de minimizar os impactos da urbanização sobre o sistema de drenagem urbano tem levado a engenharia a mudanças na abordagem do problema, buscando uma superação da abordagem tradicional, que gerava apenas a transferência do impacto dos sistemas de drenagem para jusante, e a incorporação de tecnologias compensatórias no sistema, fato que tem implicando, nas últimas duas décadas, na adoção das denominadas medidas de controle, que visam efetuar a restituição da

capacidade de armazenamento e infiltração naturais da área, seja através da implantação de reservatórios de retenção ou da devolução da capacidade de infiltração, utilizando-se de técnicas que privilegiem a manutenção de áreas de infiltração naturais sempre que possível.

Desta forma, este trabalho ao tratar da implantação dos reservatórios de retenção objetiva contribuir para a avaliação qualitativa das intervenções realizadas em corpos d'água situados na bacia do Alto Tietê no que se refere a sua inserção na paisagem urbana, tanto do ponto de vista funcional (usos urbanos) como estético. Para tanto trabalhou-se com a análise da integração dos dispositivos a paisagem urbana, afim de se avaliar a realidade local. Assim, este trabalho constitui-se num estudo dirigido à implantação de dispositivos de retenção de águas pluviais, popularmente denominados piscinões.

Para esta pesquisa tomou-se como estudo de caso as intervenções nos sistemas de drenagem, através de implantação de reservatórios de retenção, efetuadas nos municípios de São Paulo, Taboão da Serra e Embú, integrantes da sub-bacia do Alto Tietê. A escolha destes municípios justifica-se pela existência de reservatórios implantados, nos rios e córregos que drenam áreas destes municípios, em diferentes períodos.

Durante seu desenvolvimento, trabalhou-se com o pressuposto de que a implantação destas medidas apresenta grandes dificuldades, pois os problemas são de grande monta e os recursos para a sua implantação não corresponde às necessidades, além disso, sabe-se de que estas intervenções não atuam diretamente sobre as causas do problema, mas apenas como mitigadoras de seus efeitos. Assim, considerou-se que a implantação dessas obras deparar-se à com grandes dificuldades advindas desde os projetos até a sua incorporação no processo de urbanização existente em sua área de entorno.

Desta forma, esta pesquisa foi realizada através da abordagem de intervenções pontuais efetuadas nas micro-bacias. Considerou-se nas análises o contexto sócio-econômico e paisagístico em que se encontram, dessa forma buscou-se, através da análise de um conjunto selecionado entre os dispositivos implantados, que as análises forneçam um panorama geral da situação das intervenções nos corpos d'água da bacia.

OBJETIVOS GERAIS:

- Avaliar a eficácia e a eficiência dos reservatórios implantados no alto curso da sub-bacia do Alto Tietê, incluindo o processo de planejamento, na tomada de decisões em função dos problemas apresentados.

- Demonstrar as limitações das mudanças corretivas, neste caso específico, os reservatórios de retenção e ao mesmo tempo a necessidade de incorporá-las em um novo processo de urbanização.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Realizar uma revisão bibliográfica que contemple o processo de urbanização e a problemática das águas urbanas, bem como os avanços conceituais relacionados à drenagem urbana sustentável e os avanços do desenvolvimento urbano de baixo impacto.

- Realização de um inventário dos reservatórios implantados no curso da Sub-bacia do Alto-Tietê.

- Efetuar um diagnóstico síntese da situação de reservatórios selecionados em funcionamento, contemplando dimensionamento, tipologia e sua situação atual, quanto a manutenção e integração a área de entorno.

O levantamento dos reservatórios de retenção de águas pluviais alocados na sub-bacia do Alto-Tietê foi efetuado através de pesquisa bibliográfica em livros, teses, dados contidos em homepages institucionais e nas secretarias municipais que tratam da questão.

Através de entrevistas qualificadas obtidas em visitas às Secretarias de Infra-Estrutura Urbana e Obras dos municípios e nas subprefeituras de São Paulo e Taboão da Serra, conversas com pessoas da vizinhança dos dispositivos, visitas de campo e registro fotográfico de dois períodos (janeiro e julho de 2007) dos reservatórios de retenção foram realizados os levantamentos e a avaliação dos dispositivos e de sua integração no processo de urbanização.

Após o levantamento dos reservatórios implantados na sub-bacia do Alto Tietê, que totalizam 38 dispositivos distribuídos por diversas micro-bacias da Região Metropolitana de São Paulo, foram selecionados 17 destes para serem submetidos às avaliações. A seleção baseou-se nos critérios de tempo de implantação, áreas sócio-econômicas e eficiência. Dessa forma optou-se prioritariamente pela análise das intervenções realizadas no município de São Paulo, devido à diversidade de situações contempladas, bem como pelas intervenções realizadas nos municípios de Taboão da Serra e Embu, por se tratarem de dispositivos de implantação mais recente. As análises foram efetuadas respeitando-se os limites das micro-bacias hidrográficas, decorrendo daí também a necessidade de se extrapolar os limites municipais em busca de todas as intervenções realizadas nas micro-bacias abordadas.

A análise dos reservatórios foi realizada mediante termos qualitativos, buscando diagnosticar o real estado em que se encontra o processo de implantação e fiscalização das mesmas. As visitas de campo se constituíram no principal meio de aquisição de informações acerca da estrutura e inserção dos reservatórios, haja vista a grande dificuldade de obtenção de dados nas secretarias municipais devido à desarticulação encontrada no processo de projeto, implantação e manutenção dos reservatórios por parte destas administrações.

Diante deste quadro, os dados coletados em campo principalmente através de fotografias e conversas com pessoas residentes nestas vizinhanças serviram de base para as comparações efetuadas entre as intervenções no que se refere à tipologia dos dispositivo, sua inserção no processo de urbanização de entorno e na freqüência/eficiência da manutenção, dentre os demais aspectos abordados.

A redação do trabalho foi efetuada no software Microsoft Word 2000, segundo as normas pré-definidas, os mapas utilizados foram elaborados no software CorelDRAWN 12.

4. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Tomou-se como estudo de caso as intervenções na drenagem efetuadas nas micro-bacias que drenam os municípios de Embu, São Paulo e Taboão da Serra, situados na bacia do Alto-Tietê, Região Metropolitana de São Paulo. Nestes municípios serão abordadas apenas as intervenções efetuadas em micro-bacias através de reservatórios de retenção, os chamados piscinões, desconsiderou-se neste trabalho as demais medidas tomadas pelas administrações municipais no combate ao problema das enchentes.

4.1 A bacia do Alto Tietê

A Constituição Estadual de 1989 definiu a criação do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Em 1991, a lei Estadual de Recursos Hídricos 7663/91 fundamentou seu gerenciamento de maneira descentralizada, integrada e participativa. Assim, com o intuito de facilitar a gestão descentralizada das águas no estado de São Paulo, o Plano Estadual de Recursos Hídricos 94/95 determinou a divisão do estado em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) e a organização dos colegiados gestores conforme os limites territoriais definidos pela área de abrangência. Desta forma, a UGRHI do Alto Tietê é denominada "Bacia do Alto Tietê", que devido as suas dimensões e complexidade foi sub-dividida em cinco subcomitês com o intuito de facilitar o processo de gestão (PORTO & PALERMO, 2002).

A bacia do Alto-Tietê possui uma área de drenagem de aproximadamente 5.650 km², que inclui os seguintes municípios: Arujá, Barueri, Biritiba Mirim, Caieiras, Cajamar, Carapicuíba, Cotia, Diadema, Embú, Embú-Guaçu, Ferraz de Vasconcelos, Francisco Morato, Franco da Rocha, Guarulhos, Itapeverica da Serra, Itapevi, Itaquaquetuba, 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, Taboão da Serra, Juquitiba e São Lourenço da Serra. Desta forma, nota-se que a bacia

abrange um território da extensão muito semelhante da Região Metropolitana de São Paulo.

A área urbanizada ocupa aproximadamente 37% da área da bacia. A bacia ocupa apenas 2,7% do território paulista e concentra quase 50% da população total do Estado. Possui disponibilidade de cerca de 200 m³/ano/ habitante e em virtude da escassez da água, importa cerca de 60% da água utilizada para abastecimento público de bacias vizinhas (KECK e JACOB, 2002).

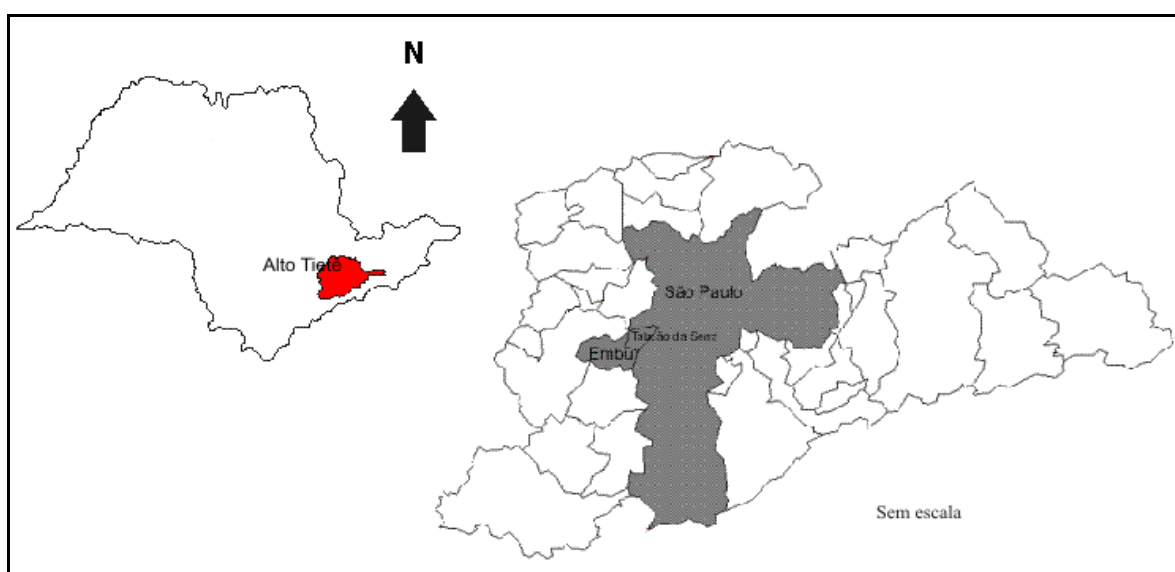


Fig. 1. Bacia do Alto-Tietê

O manancial superficial é a principal fonte de abastecimento da região, já o recurso subterrâneo apresenta-se como complementar relevante, mas ainda existem poucos dados precisos a esse respeito, devido ao grande número de poços em operação. A unidade hidrológica da Bacia Sedimentar do Alto Tietê abrange domínios da Bacia Sedimentar de São Paulo (1.452 km²) e as rochas pré-cambrianas de embasamento cristalino (4.238 km²) que a circundam perfazendo a área de drenagem de 5.650 km². Este contexto geológico define os dois sistemas aquíferos: o Sistema Aquífero Cristalino (SAC) e o Sistema Aquífero Sedimentar (SAS) que recobre apenas 25% da bacia, mas é o mais intensamente explorado (KECK E JACOB, 2002).

A bacia do Alto Tietê é abastecida em sua cabeceira pela transferência de vazões da Bacia do Rio Piracicaba (Sistema Cantareira), Guaratuba (Sistema Rio

Claro) e Rio Capivari (Sistema Guarapiranga), e transfere vazões do sistema Cotia para Vargem Grande Paulista e Rio Cubatão (BRAZIL, 2000). Como os principais cursos d'água da bacia destacam-se os Rios Tietê, Tamanduateí e Pinheiros e, como reservatórios o Ribeirão do Carmo, Ponte Nova, Paraitinga, Biritiba, Jundiaí, Taiapuê, Billings, Edgard de Souza, Paiva Castro, Pirapora, Rio das Pedras, Guarapiranga (COMITEAT, 2005).

A região caracteriza-se por apresentar regimes hidráulicos e hidrológicos muito complexos em virtude das transformações ocorridas no processo de intensa urbanização, os rios Pinheiros e Tamanduateí compõem as sub-bacias mais importantes. Desta forma, os problemas verificados na bacia decorrem, sobretudo do processo de crescimento da cidade, caracterizado pela ocupação desordenada do solo urbano (KECK e JACOB, 2002).

No processo de urbanização da bacia, a expulsão da população de baixa renda para as zonas periféricas da cidade acentuou a degradação ambiental em virtude do impacto da expansão desordenada, da falta de infra-estrutura adequada e dos problemas que isto gera pela ocupação irregular de áreas de proteção aos mananciais e das várzeas, além de gerar a necessidade de expansão dos sistemas de abastecimento de água e coleta de esgotos sanitários (KECK e JACOB, 2002).

O desenvolvimento dos recursos hídricos na bacia obedeceu a uma lógica desenvolvimentista na medida em que foi dada menor atenção à qualidade de água e ao abastecimento humano do que à produção de energia para uso industrial. Os problemas da bacia são muito complexos e apresentam uma heterogeneidade maior do que na maioria das bacias hidrográficas. Isto decorre principalmente do fato da Região Metropolitana de São Paulo ser uma das áreas de maior adensamento urbano-metropolitano do mundo, abrigando uma população de cerca de 18 milhões de habitantes (KECK e JACOB, 2002).

4.2 Caracterização Física

A Região Metropolitana de São Paulo estende-se por uma área de relevo suave, cercada por um anfiteatro de elevações representadas a N pelas Serras da Cantareira,

a L pela Serra de Itapi, a S pela Serra do Mar e a W -SW pelos maciços de Itapecerica e São Paulo (PACHECO, 1984).

Fundada em 1554, a cidade de São Paulo possui atualmente uma população de aproximadamente 11 milhões de habitantes (IBGE, 2006), distribuídos sobre uma área total 1.528,5 km, enquanto a RMSP, abriga cerca de 18 milhões de habitantes (SEADE, 2006). A cidade de São Paulo é considerada a capital financeira, comercial e industrial do Brasil e uma das maiores metrópoles do mundo.

A topografia da cidade, situada sobre um platô, apresenta baixos declives, da ordem de 15 a 17 centímetros a cada quilômetro. Conforme Ab'Sáber (1958, p.185), *“do fundo dos principais vales da região (Tietê – Pinheiros – 720m) até as colinas mais elevadas do espigão divisor (813-830 m) existe uma amplitude de pouco mais de uma centena de metros”*. Trata-se de uma declividade muito baixa e que tornou seu principal rio, o Tietê, meandrante.

Conforme Ab'Sáber (1958), a área em que se encontra a cidade de São Paulo apresenta, basicamente, três níveis topográficos.

- as planícies das várzeas dos três maiores rios: Tietê, Pinheiros e Tamanduateí, com altitude de cerca de 720m;

- os espigões que atuam como divisores de águas - como o da Avenida Paulista, que separa as águas do Tietê das do Pinheiros;

- níveis intermediários, de tabuleiros próximos às várzeas e de colinas pregadas aos espigões.

A drenagem da região é comandada pelo rio Tietê em seu alto curso, que se desloca de E para W recebendo na área urbana de São Paulo os seus principais afluentes, os rios Tamanduateí e Pinheiros (PACHECO, 1984). Devido a grande extensão e densidade da ocupação urbana, resultantes do desenvolvimento econômico e do crescimento populacional acelerados, a cidade sofre com a escassez de água potável.

O clima local é o Tropical de Altitude com características locais acentuadas, fato que se deve a topografia do terreno e a sua relativa proximidade ao mar (França, 1958 apud PACHECO 1984). Resultado disso é o efeito orográfico que atinge a região, sobretudo no verão, quando o ar que é muito úmido, sobe, se resfria e então chove. No

verão, devido à alta radiação térmica, com frentes frias que vêm do Sul, cria-se condição especial para chuvas fortes, levando a inundações (Braga apud SANTOS, 2005).

4.3 O processo de ocupação do solo

Até meados do século XIX, São Paulo não tinha grande importância para a economia do país. Entretanto na virada do século a cidade rapidamente se tornou um locus de cumulação em virtude do primeiro surto industrial. Em menos de vinte anos a população se multiplicou sete vezes, sendo mais de 50% imigrantes estrangeiros. A cidade cresceu processando uma nítida segregação espacial que definiu territórios para cada atividade e grupo social (JACOB e KECK, 2002).

Já a partir de 1867, o rio Tamanduateí começou a ser “estrangulado” pela construção da estrada de Ferro Santos-Jundiaí. Junto com a implantação da estrada de ferro ocorreu a expansão da ocupação industrial em ambos os lados dos trilhos. Entre 1896 e 1914 o rio Tamanduateí foi retificado fora de seu curso natural. Em 1928, cerca de 80% do vale do Tamanduateí já estava aterrado e ocupado.

Em 1899, o governo brasileiro concedeu o monopólio energético à companhia Canadense Light. A partir de então, a Light direcionou o rio Tietê para a geração de energia elétrica e como receptor de esgotos. A partir de 1930 inicia-se a ocupação das margens do rio Tietê, na década de 1940 foram iniciadas as grandes obras de retificação do rio. Entretanto, a ocupação mais efetiva das margens do Tietê datam da década de 1960, devido à implantação da política do urbanismo rodoviário iniciada com o plano de Avenidas criado por Prestes Maia, ainda na década de 1930 (ADORNO, 1999).

O crescimento da cidade se processou demonstrando descaso em relação à drenagem natural e desprezando a distribuição geográfica das áreas de várzea, uma vez que a cidade se estabeleceu entre os rios, Tamanduateí e Anhangabaú no período colonial e atualmente entre o Tietê e o Pinheiros (JACOBI e KECK, 2002). Em São Paulo, os grandes rios – Tietê, Anhangabaú, Tamanduateí e Pinheiros sofreram intensas transformações e tiveram suas várzeas ocupadas, fato que gerou um aumento no número de enchentes (JACOBI e KECK, 2002).

Seguindo uma lógica em que a cidade ficava delimitada pelos trilhos, até o *“final dos anos 20, apesar de desigual e dividida, a cidade mantinha ainda algumas relações básicas com sua geografia natural e possuía uma malha urbana relativamente contínua e compacta”* (Rolnik, 2001 apud JACOB e KECK, 2002: 4). A renovação urbana nas primeiras décadas do século XX deslocou os mercados para a periferia da cidade, iniciou-se a construção de grandes pontes e a destruição de casas populares para ceder lugar a uma cidade monumental com praças, teatros, e lojas destinados aos mais privilegiados (JACOBI e KECK, 2002). A partir de 1950 teve início um a aceleração do processo de urbanização, que ocorre de forma descontrolada, produzindo a chamada *“urbanização por expansão das periferias”*. A cidade não possuía a infra-estrutura urbana necessária para acomodar o elevado fluxo migratório e diante desta situação os novos moradores foram obrigados a construir suas moradias nas zonas periféricas da cidade, em áreas ainda desprovidas de serviços urbanos básicos como água, luz, esgoto, pavimentação, postos de saúde, etc. Este processo de urbanização por expansão das periferias se acentua na década de 1960 (JACOBI e KECK, 2002).

A expansão urbana, por sua vez, gerou uma nítida segregação espacial, na qual foram definidos territórios separados para cada atividade e grupo social. A evolução da ocupação do espaço urbano de São Paulo se processou na extensão da cidade em direção à periferia e aos municípios vizinhos, na tendência à expulsão da população trabalhadora da região central, causando sua segregação espacial nas áreas mais afastadas do núcleo central da cidade. (JACOBI e KECK, 2002).

O processo de periferização que criou uma exclusão territorial foi acompanhado pelo agravamento das condições de circulação e drenagem, que tornaram cada vez mais comprometida a qualidade das águas. Desta forma, o processo de urbanização que ocorreu de forma descontrolada tornou mais difíceis a implantação de ações de gestão racional tanto de uso e ocupação do solo, quanto dos recursos hídricos (JACOBI e KECK, 2002).

5.1 Urbanização brasileira e a questão ambiental

Em pouco mais de uma geração, a partir de meados do século XX, o Brasil transformou-se passando de um país predominantemente agrário para um país predominantemente urbano. O censo (IBGE) de 1950 mostrava que o país possuía uma população de cerca de 52 milhões de habitantes, sendo que 33 milhões no campo e 19 milhões de habitantes nas cidades. Estatisticamente, pode-se verificar que a população nas cidades ultrapassou a do campo em meados da década de 1960. A taxa de urbanização do país acelerou e em 2000 já apresentava 81% da população morando nas áreas urbanas.

Do início do processo de colonização até meados do século XX, a ocupação do território brasileiro se processou através da implantação de povoados, vilas, cidades e estradas nas partes mais altas dos terrenos, sobre os divisores de água. Durante esse período os cursos d'água se encontravam isentos da pressão da ocupação. No entanto, nos países de clima temperados convencionou-se realizar a implantação e/ou expansão do espaço urbano no entorno dos cursos fluviais, como podem ser verificados os casos das margens dos rios Tâmisia na Inglaterra ou do Reno na Alemanha, para citar alguns dentre muitos outros casos. Assim, muitos países da zona intertropical iniciaram a incorporação de modelos urbanísticos semelhantes. Nesse contexto, o Brasil não foi uma exceção e, a partir dos primeiros decênios do século XX, tem início o processo de urbanização de áreas posicionadas ao longo dos rios, como pode ser verificado na ocupação das margens ao longo do rio Tietê, na cidade de São Paulo (OLIVEIRA, 1998).

O fenômeno da urbanização no Brasil só se tornou realmente significativo em meados do século XX. Até então a função urbana estava associada apenas às atividades administrativas que coordenavam a produção agrícola (SANTOS, 2005).

Após a década de 50, devido à expansão industrial, as atividades econômicas e o fator urbano uniram-se criando uma nova lógica na organização espacial e econômica da sociedade brasileira. O processo de urbanização sofreu uma grande aceleração após

a década de 60, fato relacionado à revolução demográfica, ao êxodo rural e a integração do território pelos transportes e meios de comunicação.



Fig. 2 -Ocupação da Várzea do rio Tietê no município de São Paulo (a esquerda - década de 1950, ano 2000 a direita).

A alteração do modelo econômico vigente, valorizando a atividade industrial ocorreu de maneira mais pronunciada nos anos 70, quando a política do “Milagre Brasileiro” estimulou a implantação dos distritos industriais. Durante esse período houve grande redução dos incentivos às atividades agrícolas, por parte do governo, forçando os trabalhadores e pequenos a médios proprietários rurais a migrarem para as cidades em busca de melhores condições de sobrevivência.

Com isso, as cidades passaram a apresentar um aumento abrupto de suas populações. No entanto, esse aumento não foi acompanhado do planejamento necessário para subsidiar o processo de expansão urbana, conforme evidência Oliveira (1998, p.13):

A análise dos cenários urbanos brasileiros revela a forma desordenada de apropriação do espaço, norteadas pela ausência de um planejamento que considere o disciplinamento do uso e ocupação do solo como prerrogativa básica de seu ordenamento. Essa ocupação desordenada traz como conseqüências níveis abusivos de degradação ambiental evidentes no cotidiano urbano.

Com o ritmo acelerado da urbanização, a partir do segundo quartel do século XX, surgiram, por parte do Estado, iniciativas visando modificações na administração

pública. Assim foi criada uma nova atividade governamental com a finalidade específica de tratar do surgimento das aglomerações urbanas. Este fato marcou o nascimento do planejamento urbano cujos primórdios apresentam suas raízes no Estado Novo (DEÁK e SCHIFFER, 2004).

Nas décadas de 60 e 70 os planos urbanísticos e as atividades de planejamento no Brasil chegaram a seu auge, embalados pela produção efervescente da reconstrução pós-guerra (principalmente da Europa) e pelo reconhecimento governamental do processo de rápida urbanização em curso que atingia todo o Brasil, consagrando o planejamento urbano (DEÁK e SCHIFFER, 2004).

Entendia-se por planejamento urbano o conjunto das ações de ordenação espacial das atividades urbanas que, não podendo ser realizadas ou sequer orientadas pelo mercado, tinham de ser assumidas pelo Estado, tanto na sua concepção quanto na sua implementação. Em sua época de ouro, foram elaborados grandes, e às vezes grandiosos, 'planos integrados de desenvolvimento' (os PDI) para todas as cidades brasileiras, exceto as poucas que ficavam à margem do surto de urbanização. Tais planos, mais por falta de critério de delimitação do campo do que seria 'planejamento urbano' do que por arroubos de ambição excessiva, abrangiam todos os aspectos possíveis e imagináveis da vida das cidades, desde obras de infra-estrutura física até a renovação e o desenho urbano, ordenação legal do uso do solo e da paisagem urbana, até a provisão de serviços tão pouco espacial-específico quanto saúde e educação pública. O estímulo governamental ao planejamento urbano manifestava-se de várias formas: se as cidades não eram obrigadas por lei (como viria a ser mais tarde, pela Constituição de 1988) a ter seu plano de desenvolvimento, certamente não poderiam esperar obter financiamento para obras de infra-estrutura se não o tivessem – e vários programas, a começar pelo Nacional de Saneamento (Planasa) ofereciam 'fundos' de urbanização na forma de crédito subsidiado. Foram criados vários órgãos em nível ministerial, com o Serviço Federal da Habitação e Urbanismo (Serfhau), de 1964, à frente, para administrar os recursos alocados à atividade – os próprios

planos eram financiados - e prestar assessoria às cidades menores, cujos governos locais não saberiam nem o que exatamente era um 'plano urbanístico' e muito menos tinham condições de conhecer os meandros entre os fundos disponíveis e os escritórios especializados que por eles fariam os planos.

(DEÁK e SCHIFFER, 2004 p 13).

No entanto, a onda de planejamento local regida pelos Planos de Desenvolvimento Integrados durou apenas uma década, atingindo seu ápice na virada de 1960 para 1970. Ocorreu que os planos embora eficientes em sua concepção encontravam, na prática, sérias dificuldades de implantação. Assim, pouco deles foi efetivamente implantado e a dicotomia entre teoria e prática de planejamento urbano tornou-se evidente. Tornou-se então corriqueiro que os planos ficassem engavetados, até que ocorreu a sua efetiva extinção na década de 1970 (DEÁK e SCHIFFER, 2004).

É importante ressaltar que durante as últimas décadas a população urbana manteve um crescimento significativo, que implicou numa constante ampliação do urbano. Assim, a urbanização brasileira, de maneira geral, vem se “organizando” com uma tendência de concentração da população nas áreas metropolitanas e nas aglomerações urbanas, reforçando os desequilíbrios da rede de cidades e tornando maiores os problemas sociais, urbanos e ambientais dos grandes centros.

As diferentes escalas de cidades da rede urbana brasileira – regiões metropolitanas e cidades grandes; médias; pequenas; e novas da franja pioneira e cidades patrimônio – possuem desafios próprios para seu desenvolvimento sustentável. No entanto, apesar de suas peculiaridades regionais e locais, todas abrigam, com maior ou menor intensidade, problemas intra-urbanos que afetam sua sustentabilidade, particularmente os decorrentes de: dificuldades de acesso à terra urbanizada, déficit de moradias adequadas, déficit de cobertura dos serviços de saneamento ambiental, baixa qualidade do transporte público, poluição ambiental, desemprego e precariedade de emprego, violência, precariedade urbana e marginalização social [...]

(BEZERRA e FERNANDES, 2000, p.15).

O processo de urbanização no Brasil foi desordenado no que diz respeito ao incremento da população total. Entretanto, de acordo com Tucci (2002), o país reduziu fortemente o crescimento chegando atualmente a valores da ordem de 1,4% ao ano, em média. Segundo dados apresentados em um diagnóstico realizado pelo Ministério do Meio Ambiente (2000), a urbanização brasileira apresenta uma tendência à redução do crescimento demográfico para uma taxa de 1,47% a.a, até 2025. O diagnóstico aponta ainda um agravamento dos problemas urbanos e ambientais das cidades, decorrentes de adensamentos desordenados, da ausência de planejamento, da carência de recursos e serviços, da obsolescência da infra-estrutura e dos espaços construídos, de padrões atrasados de gestão e das agressões ao meio ambiente.

Assim, é necessário ressaltar que todas as cidades brasileiras apresentam problemas semelhantes. Seu tamanho, tipo de atividade, região em que se inserem são os elementos de diferenciação, entretanto, em todas elas problemas como os do desemprego, da habitação, dos transportes, do lazer, da água, dos esgotos, da educação e saúde são genéricos e revelam enormes carências. Quanto maiores as cidades, mais visíveis se tornam essas questões, encontradas em todas as partes (SANTOS, 2005).

5.2 O processo de urbanização e problemática das enchentes

Nas cidades, à medida que a expansão e a densificação urbana se processam registra-se um aumento significativo no incremento da impermeabilização do solo e da ocorrência de inundações, dessa forma, o desenvolvimento de uma área urbana pode provocar intensas alterações nos processos hidrológicos de toda uma bacia hidrográfica (OLIVEIRA, 1998).

O desenvolvimento urbano à medida que vai introduzindo modificações na bacia hidrográfica gera efeitos diversos que interferem diretamente no ciclo hidrológico natural. Segundo Tucci (2002), ao passo que a cobertura vegetal é substituída pelos pavimentos impermeáveis e os condutos para o escoamento pluvial são introduzidos, ocorrem as seguintes mudanças no ciclo:

- Redução da infiltração no solo;

- Aumento do escoamento superficial, que se desloca mais rápido devido à construção de condutos que reduzem o tempo de deslocamento. Dessa forma as vazões máximas aumentam e antecipam seus picos no tempo;
- A redução da infiltração tende a diminuir o nível do lençol freático por falta de alimentação, reduzindo o escoamento subterrâneo;
- A retirada da cobertura natural provoca a redução da evapotranspiração uma vez que as superfícies urbanas não retêm água como a cobertura vegetal e não permite a evapotranspiração das folhagens e do solo;

A proporção com que os valores do ciclo hidrológicos se alteram varia de acordo com as condições de cada localidade, em função do tipo de solo, cobertura, geologia, pluviosidade e clima. O impacto da urbanização é mais significativo em áreas nas quais a precipitação é mais freqüente e onde o efeito da infiltração é mais importante (TUCCI, 2002).

O crescimento dos eventos de cheia é consequência direta das mudanças no sistema sócio-econômico que impõe as mudanças no uso do solo, gerando o aumento tanto à exposição, quanto os danos potenciais (desenvolvimento da planície de inundação, aumentando a acumulação da população em área de risco, por exemplo), o crescimento das áreas impermeáveis e a redução das áreas de retenção naturais como lagos, várzeas de inundação, etc (MILOGRANA,2005).

Com a intensificação das transformações geradas pelas novas formas de uso e ocupação do solo, Tucci (2002) ressalta que grandes impactos ambientais surgiram relacionados aos sistemas de drenagem, dentre os quais destacam-se:

- O aumento das vazões máximas devido ao aumento da capacidade de escoamento através dos condutos, canais e impermeabilização das superfícies;
- Aumento da produção de sedimentos devido a desproteção das superfícies e a produção de resíduos sólidos;
- Deterioração da qualidade da água, causada pela lavagem das ruas, pelo transporte de material sólido e ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial;

Neste contexto, a problemática das enchentes surge geralmente como resultado da expansão urbana desordenada, resultando no aumento do escoamento superficial com a ocupação de áreas de fundo de vale, planícies de inundação e vertentes, criando

as condições favoráveis ao desencadeamento do processo (OLIVEIRA, 1998).

Segundo salienta Tucci et alii apud OLIVEIRA 1998, as enchentes em áreas urbanas decorrem basicamente de dois processos que podem ocorrer isoladamente ou em conjunto, sendo:

As Enchentes em áreas Ribeirinhas: que são enchentes vinculadas a eventos de precipitação pluviométrica nos quais o rio obedecendo ao processo natural, devido à ampliação do volume do seu fluxo, ocupa a área do seu leito maior. Tal fenômeno atinge a população que ocupa inadequadamente estas áreas.

As Enchentes devidas a Urbanização: que são enchentes que ocorrem devido ao aumento da impermeabilização do solo associada à introdução de condutos de escoamentos, ocasionando a redução da parcela de infiltração de água no solo e o aumento do escoamento superficial. Desta forma, os efeitos da urbanização sobre a rede hidrográfica resultam no aumento da vazão máxima, na antecipação do pico de vazão e no aumento do volume do escoamento superficial.

O incremento na vazão do escoamento superficial e a redução do tempo de concentração podem ser facilmente observados na figura 2, comparando-se as curvas resultantes do escoamento superficial antes e após a urbanização de uma área.

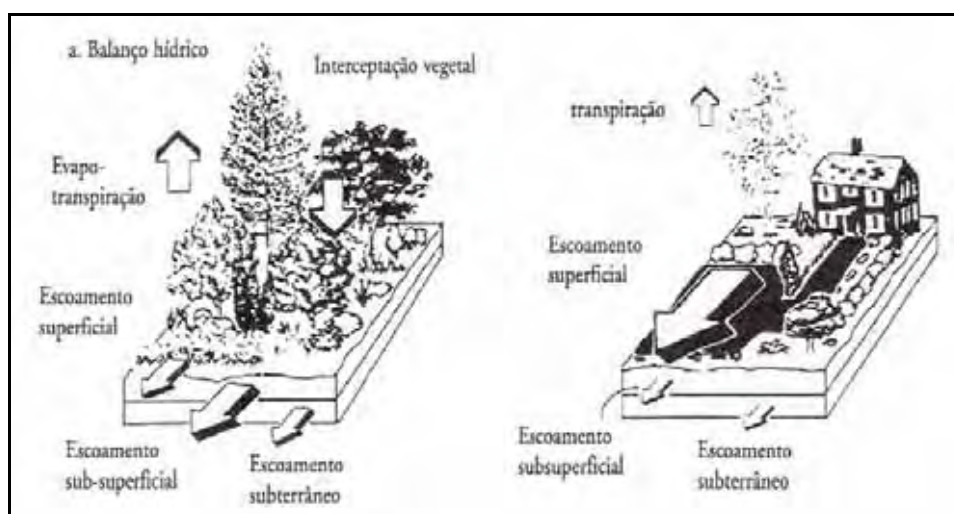


Fig.3 – Alterações do ciclo hidrológico natural causadas pela urbanização (Tucci, 2002)

As novas formas geradas pelo processo de urbanização são visíveis na paisagem urbana, podendo ser claramente observada a descaracterização das formas originais do relevo realizada através da utilização indiscriminada de aterros, da prática

desmedida de desmatamento e da redução constante das áreas verdes. Em muitos casos os movimentos de terras realizados com o intuito de adaptar as áreas inadequadas ao suporte de instalações urbanas desencadeiam processos erosivos que culminam no assoreamento dos corpos d'água ou em escorregamentos, expondo, em ambos os casos, a população a situações de risco (PARKINSON et al., 2003).

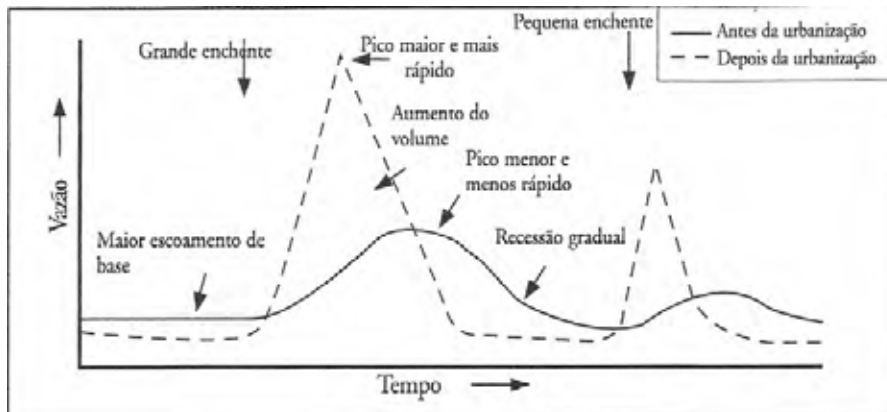


Fig. 4 – Conseqüências da urbanização sobre o escoamento das águas (Tucci, 2002)

As formas do relevo fluvial, por sua vez, são as áreas que sofrem as maiores modificações, sofrendo intervenções como os aterramentos realizados com o intuito de propiciar a ocupação das planícies de inundação para uso habitacional, industrial e principalmente para a implantação de pistas marginais. Nestas áreas executa-se a retificação do curso fluvial e o recobrimento do canal, ficando a área do vale destinada à construção de avenidas ou vias expressas, conforme evidencia Oliveira (1998):

As formas de relevo de origem fluvial que margeiam o canal são, portanto, recobertas por camadas asfálticas, que sustentam, assim, as pistas de rolamento; e sobre o talvegue normalmente são construídos canteiros. No momento em que é estabelecida a malha urbana nos topos e vertentes dos interflúvios e se procede a impermeabilização, através do revestimento asfáltico das pistas de rolamento, intensifica-se também a ação do escoamento das águas pluviais, cujos efeitos serão tanto mais agressivos quanto mais forem negligenciados fatores morfométricos e características lito-estruturais do terreno no

planejamento da implantação da malha urbana e da macro e micro-drenagem.

(OLIVEIRA, 1998:19)

As figuras 5 e 6 ilustram claramente as transformações impostas aos corpos d'água urbanos, evidenciando a prática das canalizações e retificações dos cursos d'água para ceder lugar às ao desenvolvimento urbano.

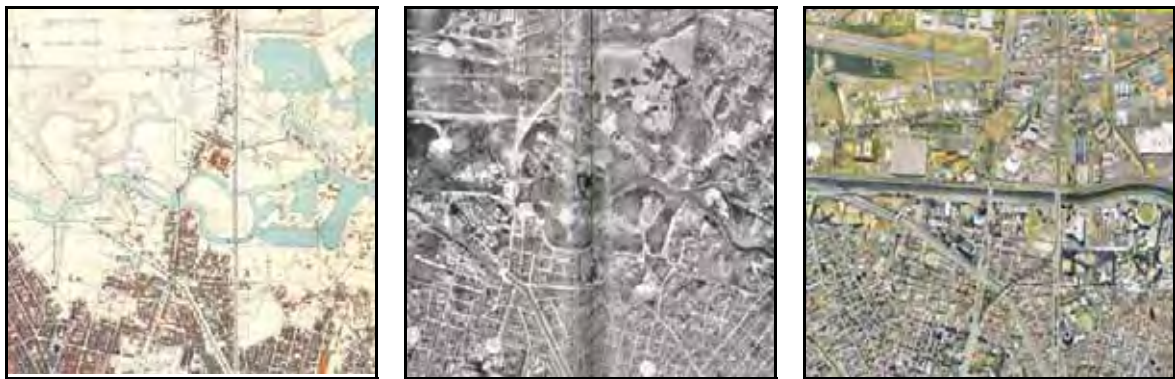


Fig. 5: Mudanças processadas em torno do rio Tietê em São Paulo.

Estas práticas tem tornado a manutenção da visão sanitaria na gestão dos sistemas de drenagem urbanos insustentáveis, uma vez que estas se baseia principalmente na implantação de medidas estruturais (obras de engenharia), que além de apresentarem alto custo, atuam apenas na transferência dos impactos do escoamento causado pelas águas para às áreas a jusante. Dessa forma, o corpo técnico de engenharia de vários municípios da RMSP tem buscado incorporar uma nova abordagem na busca por soluções para os problemas existentes nos sistemas de drenagem.

Atualmente, encontra-se em evidência a implantação das medidas de controle do escoamento, que nas áreas de urbanização já consolidadas tem sido efetuada pela implantação dos reservatórios de detenção, que objetivam o amortecimento dos picos de vazão. Esforços também vêm sendo empreendidos na implantação de legislação pertinente ao Código de Obras Municipais, com o intuito de aumentar as áreas permeáveis dos lotes e reduzir o incremento dos escoamentos nas novas áreas de

expansão. Estas medidas demonstram que a mudança na abordagem pode estar caminhando em direção a incorporação da sustentabilidade no gerenciamento dos sistemas de drenagem.

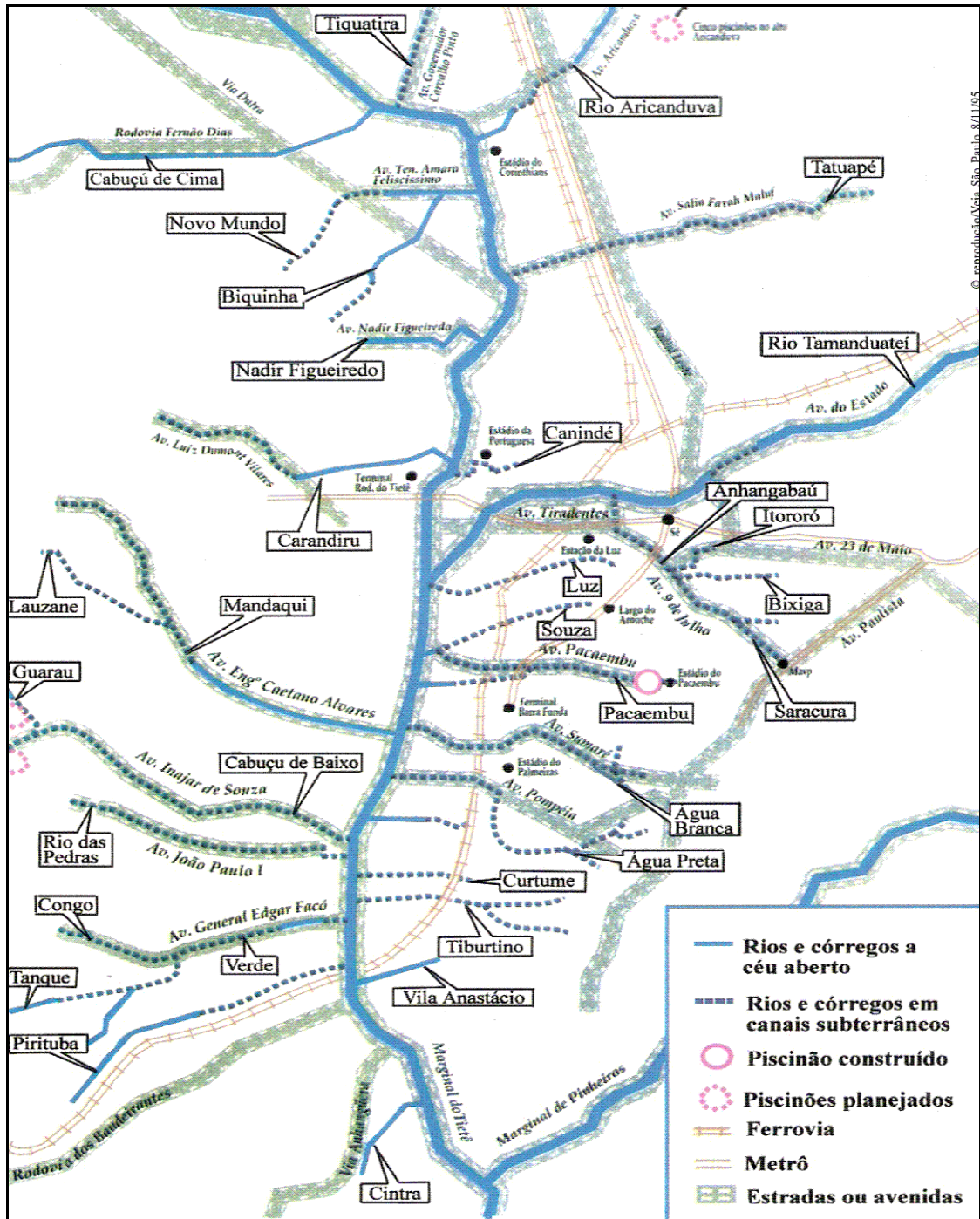


Fig 6. Rede fluvial de São Paulo, canalizações e canais cobertos (Adorno, 1999).

5.3 As mudanças na abordagem dos sistemas de drenagem

Tendo em vista os intensos impactos resultantes da urbanização sobre os escoamentos e conseqüentemente sobre a rede de drenagem, a engenharia tem sido conduzida à adoção das chamadas medidas de controle. Tais medidas apresentam como objetivo a restituição da bacia à sua condição natural, existente antes da implantação de empreendimentos, de modo a devolver a capacidade de armazenamento local através da implantação de reservatórios ou da restituição da capacidade de infiltração (AGRA et alii, 2005).

Assim, os projetos de drenagem urbana passam a contemplar preferencialmente o conceito de reservação em detrimento do conceito de canalização. A diferença entre estas abordagens, conforme Canholi (2005) pode ser observada no quadro 1.

As medidas de controle, que podem ser corretivas e/ou preventivas, apresentam como objetivo a minimização dos danos causados pelas inundações. Estas medidas podem ser classificadas conforme sua natureza, em medidas estruturais e não estruturais (CANHOLI 2005).

As medidas estruturais caracterizam-se por obras que podem ser implantadas com vistas à correção e/ou a prevenção dos problemas decorrentes de enchentes. As medidas não estruturais são aquelas em que se procura reduzir os danos ou as conseqüências das inundações, não por meio de obras, mas pela introdução de normas, regulamentos e programas que visem, por exemplo, ao disciplinamento do uso e ocupação do solo, à implementação de sistemas de alerta e à conscientização da população para a manutenção dos dispositivos de drenagem (CANHOLI, 2005).

As obras e os dispositivos utilizados na reservação dos escoamentos constituem o conceito mais significativo no campo das medidas de controle da drenagem urbana. O objetivo destes dispositivos é a promoção da redução do pico das enchentes através do amortecimento conveniente das ondas de cheia, obtida através do armazenamento de parte do volume do escoamento. Tais estruturas vem sendo associadas também a outros usos (CANHOLI, 2005).

| 1ª Fase | 2ª Fase | 3ª Fase | 4ª Fase |
|-----------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|
| Controle de enchentes | Controle de enchentes | Controle de enchentes | Controle de enchentes |
| | | | Recreação Paisagismo Outros usos |
| | Recreação Paisagismo Outros Usos | Recreação Paisagismo Outros usos | Controle da qualidade da água |
| | | Controle da qualidade da água | Mananciais urbanos (water harvesting) |

Quadro 1. Usos dos reservatórios de detenção (Canholi, 2005).

| Característica | Canalização | Reservação |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Função | Remoção rápida dos escoamentos | Contenção temporária para posterior liberação |
| Componentes principais | Canais abertos/ galerias | Reservatórios a superfície livre; Reservatórios subterrâneos; Retenção sub-superficial. |
| Aplicabilidade | Instalação em áreas novas Construção por fases Ampliação de capacidade pode se tornar difícil (centros urbanos) | Áreas novas (implantação) Construção por fases Áreas existentes (à superfície ou subterrâneas) |
| Impactos nos trechos de jusante (quantidade) | Aumenta significativamente os picos de enchentes em relação à condição anterior Maiores obras nos sistemas de jusante | Áreas novas: podem ser dimensionadas para impacto zero. Reabilitação dos sistemas: podem tornar vazões a jusante compatíveis com a capacidade disponível |
| Impacto nos trechos de jusante (qualidade) | Transporta para o corpo receptor toda a carga poluente afluente | Facilita a remoção de material flutuante por concentração em áreas de recirculação dos reservatórios e dos sólidos em suspensão, pelo processo natural de decantação. |
| Manutenção/ operação | Manutenção em geral pouco freqüente (pode ocorrer excesso de assoreamento e de lixo) manutenção nas galerias é difícil (condição de acesso) | Necessária limpeza periódica Necessária fiscalização Sistemas de bombeamento requerem manutenção Desinfecção eventualmente (insetos) |
| Estudos hidrológicos/ hidráulicos | Requer definição dos picos de enchente | Requer definição dos hidrogramas (volume das enchentes) |

Quadro 2. Conceito de Canalização x conceito de reservação

Segundo Agra et alii (2005), atualmente tem sido proposto que as medidas implantadas nos sistemas de drenagem atendam a um princípio chamado Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto (*Low Impact Development – LID*). O LID objetiva que as áreas urbanizadas se tornem “*paisagens hidrológicas funcionais, com comportamento mais similar ao natural, por controlar não somente o pico de vazões, mas volume, frequência além de qualidade dos escoamentos pluviais*”. Dessa forma, o LID constitui-se numa alternativa sustentável para o controle da drenagem, uma vez que aproxima a resposta hidrológica da área desenvolvida com a resposta da área para as condições naturais, além de não provocar novos impactos caso mais edificações sejam instaladas à montante da área em análise, o que não acontece para práticas convencionais (SOUZA e TUCCI, 2005).

Conforme Souza & Tucci (2005), as estratégias americanas de LID atuam estimulando processos físicos, químicos e biológicos naturais, minimizando impactos ambientais e gastos com sistemas de tratamento. Esta abordagem resulta ainda em ganhos paisagísticos, ambientais e econômicos, reforçando as vantagens apresentadas por esta concepção de tratamento da drenagem urbana, controlando não somente o pico, mas também o volume, a frequência e a duração, além da qualidade do escoamento. Dessa forma, o LID busca a criação de paisagens hidrológicamente funcionais por intermédio de:

- Minimização de impactos das águas pluviais, incluindo a diminuição de áreas impermeáveis, conservação de recursos e ecossistemas naturais, manutenção de cursos de drenagem, redução de encanamentos e minimização de movimentos de terra, ainda no planejamento;
- Implantação de medidas uniformemente dispersas que retenham o escoamento, para mitigar ou restaurar distúrbios inevitáveis ao regime hidrológico;
- Manutenção do tempo de concentração de pré-desenvolvimento por estrategicamente propagar fluxos e manter o tempo de deslocamento e o controle da descarga e;
- Implementação de programas educativos com vistas a encorajar proprietários a usar medidas de prevenção à poluição e a manter práticas de gestão da paisagem hidrológica funcional no lote.

Os elementos chave utilizados, conforme Souza e Tucci (2005), seriam:

- Conservação de padrões de drenagem naturais, solos e vegetação nativos;
- Controles de micro escala, encorajando a infiltração e recarga de aquíferos, rios e banhados;
- Direcionamento do escoamento para áreas naturais;
- Projetos locais personalizado, assegurando que cada local auxilie na proteção de toda bacia; e
- Manutenção, prevenção à poluição e educação, envolvendo o público, reduzindo a carga de poluentes e aumentando a eficiência e longevidade dos componentes.

Na discussão acerca do paradigma da sustentabilidade deve se ressaltar que a base conceitual mais aceita e difundida sobre o tema é aquela divulgada pelo Relatório Brundtland (1987) que, grosso modo, define que o desenvolvimento sustentável implica não apenas ao impacto criado da atividade econômica no meio ambiente, mas refere-se principalmente às conseqüências dessa relação na qualidade de vida e no bem-estar da sociedade tanto presente quanto futura. Dessa forma, a atividade econômica, meio ambiente e bem-estar da sociedade formam o tripé básico sobre o qual se constrói a idéia de desenvolvimento sustentável. A partir destes conceitos, deve-se buscar estabelecer um conceito de sustentabilidade aplicado a drenagem urbana. (AGRA et alii, 2005).

Em relação à drenagem urbana, também o Governo Federal, através do Ministério das Cidades (MC), formulou um Programa Drenagem Urbana Sustentável, que objetiva

[...]promover em articulação com as políticas de desenvolvimento urbano, de uso e ocupação do solo e de gestão das respectivas bacias hidrográficas, a gestão sustentável da drenagem urbana com ações estruturais e não-estruturais dirigidas à recuperação de áreas úmidas, à prevenção, ao controle e a minimização dos impactos provocados por enchentes urbanas e ribeirinha.

(MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2004:4).

Sobre o referido Programa, Agra et alii (2005) ressaltam que é prematura a incorporação do termo Drenagem Urbana Sustentável ao jargão dos definidores das políticas públicas de Saneamento Ambiental no país, uma vez que ainda não se tem definido claramente um conceito de sustentabilidade para a drenagem urbana.

Dessa forma, são as medidas de controle que vem sendo incorporadas aos Planos Diretores de Drenagem Urbana (PDDU), através da indicação da construção de reservatórios de detenção e retenção em várias escalas (lote e loteamento), bem como os dispositivos permeáveis, valas, poços ou planos de infiltração. No entanto, na prática, tem se privilegiado a adoção de reservatórios de detenção/retenção em detrimento das estruturas de infiltração ou de um enfoque no desenvolvimento de baixo impacto (AGRA et alii, 2005).

5.4 Reservatórios de detenção

A construção dos reservatórios de detenção e retenção é de origem antiga, proveniente dos povos da antiguidade. No Brasil esta idéia já se encontra nos trabalhos do Engenheiro Sanitarista Saturnino de Brito, que nos idos de 1925 criou um projeto de dois grandes reservatórios de retenção com um milhão de metros cúbicos cada, estando um posicionado junto ao Rio Tietê na região do Tatuapé e o outro no Rio Tamanduateí na capital paulista. Esses reservatórios serviriam também para o embelezamento e passeios náuticos, entretanto, não foram executados (TOMAZ,2002).

As estruturas de detenção dos deflúvios construídas a jusante visam controlar os escoamentos no âmbito das bacias ou sub-bacias de drenagem efetuando, através da reservação dos volumes escoados, o amortecimento dos picos das enchentes. O controle de enchentes por reservatórios é prática comum em rios médios e grandes, em diversos países. No Brasil essa prática encontra-se bastante difundida, dado o grande desenvolvimento das obras de geração de energia hidrelétrica. Existem inúmeros reservatórios de usos múltiplos, que desempenham também a função de controle de cheias (CANHOLI, 2005).

Os reservatórios de detenção vem sendo executados há tempos em países como Estados Unidos, Canadá, França, Suécia e Austrália, para citar alguns exemplos .

Nos Estados Unidos, a construção destes dispositivos vem sendo usada amplamente desde a década de 1970 (TOMAZ, 2002).

Sobre estes dispositivos, Tomaz (2002) ressalta que o reservatório do bairro do Pacaembu na cidade de São Paulo, construído em 1994 em concreto armado, abaixo da praça Charles Muller, foi o primeiro reservatório de detenção do Brasil feito com base nos conceitos modernos. Entretanto Zucolo (2000), mostra que fora da cidade de São Paulo existem casos, desde a década de 1980, de implantação de reservatórios para controle de inundações em Guaratinguetá, Olímpia, São José do Rio Preto e Bagé, mas que estes não foram suficientemente divulgados.

Teoricamente, um *“reservatório de detenção é um reservatório aberto ou fechado que tem por função regular a vazão de saída num valor desejado, de maneira a atenuar os efeitos a jusante da vazão de entrada”* (TOMAZ, 2002:18).

Conforme Walesh (1989 apud Canholi, 2005), as obras de reservação podem ser diferenciadas como bacias de retenção e bacias de detenção. De maneira geral, esta conceituação define que as bacias de retenção são reservatórios de superfície que sempre possuem um volume substancial de água permanente para servir a finalidades recreacionais, paisagísticas, ou até para abastecimento de água ou outras funções. Nestes dispositivos o nível d'água eleva-se temporariamente acima dos níveis normais durante ou imediatamente após as cheias e os escoamentos são retidos não apenas para atender aos requisitos de controle de quantidade. Enquanto as bacias de detenção são áreas normalmente secas durante as estiagens, mas projetadas para reter as águas superficiais apenas durante e após as chuvas. O tempo de detenção guarda relação apenas com os picos máximos de vazão requeridos à jusante e com os volumes armazenados.

Tendo em vista que um dos grandes problemas do desenvolvimento urbano encontra-se relacionado à ocorrência de enchentes devido ao aumento do volume do escoamento superficial, a construção do reservatório de detenção tem sido vista como uma maneira prática de resolver ou contornar este problema, uma vez que sua atuação se dá na detenção da água por um tempo determinado, de modo a evitar o pico de enchentes. Passado o pico de vazão, as águas pluviais acumuladas podem escoar para

fora do dispositivo por gravidade ou bombas centrífugas. Além disso, os dispositivos possibilitam a reabilitação dos sistemas de drenagem existentes. (CANHOLI, 2005).

Nos projetos para a construção dos reservatórios de detenção existem dois conceitos amplamente divulgados, o norte americano e o francês. Os norte americanos utilizam preferencialmente a regularização da vazão sem equipamentos eletromecânicos (bombas centrífugas), ou seja, por gravidade, já os franceses preferem a utilização dos equipamentos eletromecânicos (TOMAZ, 2002).

No que se refere as suas características, os tipos principais de reservatórios são os construído *“in line”* e os *“off line”*. Reservatórios *in-line* são aqueles que se encontram na linha principal do sistema e restituem os escoamentos de forma atenuada e retardada ao sistema de drenagem, de maneira contínua, normalmente por gravidade. Reservatórios *off-line* retêm volumes de água que são desviados da rede de drenagem principal quando ocorre a cheia e os restituem para o sistema, geralmente por bombeamento, ou por válvulas controladas após obtido o alívio nos picos de vazão(CANHOLI, 2005).

O controle de qualidade da água de drenagem superficial possibilitado pelas obras de detenção também é considerável. Conforme ressaltam Raasch & Huber

os reservatórios de detenção atuam propiciando uma significativa redução dos níveis de fósforo, pesticidas, metais pesados e bactérias, que são carreados pelas partículas sólidas e podem ser removidas após decantação no reservatório.

(Raasch & Huber (1985,1986 apud CANHOLI, 2005:54).

A utilização das reseravações nos sistemas de drenagem urbana vem se transformando em um conceito multidisciplinar. O aspecto paisagístico é de fundamental importância na viabilização social das obras. A aceitação dos dispositivos por parte da comunidade apresenta estreita relação com a implantação de áreas verdes e de lazer nestes locais (CANHOLI, 2005).

6. A IMPLANTAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO NA BACIA DO ALTO-TIETÊ

Com o intuito de realizar um diagnóstico acerca da situação dos sistemas de drenagem da RMSP, foi elaborado em 1998 o Plano Diretor de Macro Drenagem – PDMAT para a bacia hidrográfica do Alto Tietê, que visa, em síntese, diagnosticar os problemas existentes ou previstos no horizonte de projeto e determinar do ponto de vista técnico, econômico e ambiental as soluções mais viáveis (CANHOLI, 2005).

O Plano da Bacia do Alto Tietê desenvolvido pela Fundação Universidade de São Paulo – FUSP em conformidade com a Lei 7.663/91, apresenta como objetivos a recuperação, preservação e conservação dos recursos hídricos, que devem ser buscados através da adoção de medidas que contemplem o desenvolvimento de programas de ações necessárias para o cumprimento desses propósitos.

O PDMAT introduziu como uma de suas premissas fundamentais para o desenvolvimento dos estudos e diagnósticos um princípio denominado “vazão de restrição”. Este princípio baseia-se na delimitação de um limite físico para o aumento de capacidade hidráulica de escoamento dos principais cursos d’água drenantes da bacia do Alto Tietê, como é o caso específico das calhas dos rios Tietê e Tamanduateí. Desta forma, busca-se que uma vez diagnosticada a capacidade restritiva de um curso d’água receber contribuições de águas pluviais oriundas de montante sejam executados um conjunto de obras adequadas para que a vazão de restrição da micro-bacia não seja ultrapassada (FUSP, 2000).

Com base neste princípio foram elaborados os diagnósticos referentes as micro-bacias e a elaboração dos denominados Planos das Micro-Bacias, que contemplaram as seguintes bacias hidrográficas: Pirajuçara, Tamanduateí, Aricanduva, Meninos e Couros, Oratório, Ribeirão Vermelho, Médio Juqueri e Baquirivú. Nestes documentos indica-se a implantação de um conjunto de reservatórios de detenção para cada micro-bacia, respeitando-se o volume de reservação estimado necessário para se atingir a manutenção da vazão de restrição dos principais cursos d’água (Tietê, Tamanduateí e Pinheiros), dos quais as micro-bacias são afluentes.

Embora os volumes de reservação necessários para os cursos d'água drenantes das bacias problemáticas já tenham sido definidos pelos Planos das Micro-bacias, grande parte dos projetos dos reservatórios bem como seus estudos de viabilidade ainda estão em fase de elaboração ou a espera de implantação. Em alguns casos o projeto e as áreas para a implantação dos dispositivos se encontram definidos, entretanto, as obras ainda não foram iniciadas, principalmente em função de seu elevado custo. Um panorama geral da situação pode ser observado no quadro abaixo.

| Micro-bacias | Quantidade de reservatórios | | Volume de retenção | |
|--------------------|-----------------------------|------------|----------------------------|---------------------------|
| | previsto | implantado | necessário | atual |
| Aricanduva | 13 | 9 | 2,8 milhões m ³ | 1,5 milhão m ³ |
| Baquirivú | 31 | - | 3,5 milhões m ³ | - |
| Médio Juqueri | 26 | - | 3,1 milhões m ³ | - |
| Pirajuçara | 17 | 5 | 1.700.000 m ³ | 580.000 m ³ |
| Ribeirão Vermelho* | 10 | 2 | - | 87.000m ³ |
| Tamanduateí | 37 | 15 | 6.708.000 m ³ | 2.843.616 m ³ |

Quadro 3: Dados dos projetos de implantação das detenções (Fonte: DAEE, 1998, Canholi 2005).

* Existem mais 4 reservatórios executados pela iniciativa privada

Atualmente a RMSP possui 38 reservatórios em operação, tendo sido construídos geralmente em parcerias o Estado e as Prefeituras municipais por intermédio do DAEE, entretanto a prefeitura municipal de São Paulo possui um programa próprio para a construção de piscinões em áreas críticas da cidade, que encontra-se vinculado a Secretária de Obras e Infra Estrutura Urbana através do GEPROCAV, uma de suas divisões destinada principalmente a realização de canalização e de córregos. Até o momento já foram investidos cerca de 230,1 milhões de reais na implantação dos dispositivos, entretanto, o ex-secretário de vias públicas do município de São Paulo Emílio Azzi estimou que para resolver o problemas das enchentes apenas no município de São Paulo, no ano 2000, seriam necessários investimentos da ordem de 9 bilhões de dólares.

A implantação dos reservatórios vem sendo efetuada por micro-bacia hidrográfica, desta forma, estas intervenções visam contornar os problemas de inundações de sua área de drenagem e objetivam, através do conjunto dos reservatórios em operação, atingir as vazões suportadas pelos principais cursos d'água

da bacia, minimizando assim as ocorrências de cheias na Região Metropolitana de São Paulo.

6.1 LEVANTAMENTO DAS MICRO-BACIAS QUE SOFRERAM INTERVENÇÕES

6.1.1 Bacia do Aricanduva

A bacia do córrego Aricanduva, afluente da margem esquerda do rio Tietê, encontra-se situada na zona leste do município de São Paulo. Trata-se de uma bacia contida inteiramente nos limites do referido município, que drena uma área de cerca de 100km² e que é, portanto, a maior bacia paulistana.

O rio Aricanduva teve sua canalização iniciada ainda na década de 1970, com um trecho de 6,2 km, próximo ao rio Tietê, cortando os distritos Carrão, Cidade Líder e Aricanduva. Na década de 1980 a canalização prosseguiu por mais um trecho de 7,2 km, indo da Avenida Itaquera, em Cidade Líder até as proximidades da avenida Ragueb Chofi, em São Mateus. A bacia passou ainda pela implantação de vias de fundo de vale e pelas canalizações dos principais afluentes da bacia, os córregos Gamelinha/Rincão, Taboão, Inhumas e o Machados, que geraram uma sobrecarga para o córrego Aricanduva, principalmente devido ao incremento nos picos de vazão resultantes da aceleração do escoamento (CANHOLI, 2005).

Esta bacia sofreu intensa ocupação urbana nas décadas de 1980 e 1990, fato que resultou numa grande redução das áreas verdes da região, no aumento das áreas impermeabilizadas e dos volumes de escoamentos superficiais. Conforme Canholi (2005), a ocupação urbana verificada nesta bacia superou qualquer estimativa, e atualmente menos de 10% das áreas dessa bacia podem ser consideradas áreas verdes. Inicialmente, ocorreu uma proliferação dos loteamentos ao longo da bacia, mas atualmente suas cabeceiras é que tem sido alvo de um crescimento acentuado.

Dessa forma as intensas transformações efetuadas nos cursos d'água da bacia, que originaram a supressão de suas várzeas, somadas ao fato do rio Aricanduva já desaguar "afogado" no rio Tietê e ao adensamento urbano verificado em suas áreas ribeirinhas, geraram a aumento na ocorrência das inundações, bem como de sua frequência e magnitude.

Devido ao sério problema das inundações, agravado com o passar dos anos, na década de 1990, a prefeitura municipal de São Paulo iniciou a implantação dos reservatórios de detenção na bacia. Os reservatórios implantados encontram-se distribuídos pelos distritos da Penha, Aricanduva, Parque do Carmo, Cidade Líder, Iguatemi, São Mateus e Guaianazes.

Intervenções concluídas:

1. RAR 1 - Reservatório Aricanduva I, situado no curso do rio Aricanduva no distrito de Iguatemi, possui capacidade de reservação de 158.000m³.

2. RAR 2 - Reservatórios Aricanduva II, situado no curso do córrego Aricanduva em São Mateus, possui capacidade de reservação de 181.000m³.

3. RAR 3 - Reservatórios Aricanduva III, situado no curso do rio Aricanduva em Iguatemi, possui capacidade de reservação de 165.000m³.

4. RAR 5 – Reservatório Aricanduva V, situado no curso do rio Aricanduva no distrito de Parque do Carmo, próximo ao Shopping Aricanduva, possui capacidade de reservação de 105.000m³.

5. RCA 1 - Reservatório Caaguaçu, situado no curso do córrego Caaguaçu, afluente da margem esquerda que se deságua no córrego Aricanduva no distrito de Iguatemi, possui capacidade de reservação de 203.000m³.

6. RIN 1 - Reservatório Inhumas, situado no córrego Inhumas, afluente da margem esquerda do rio Aricanduva, encontra-se no distrito de São Mateus e possui capacidade de armazenamento de 105.000m³.

7. RRI 2 - Reservatório Rincão, localizado no distrito da Penha, na margem direita do Aricanduva, com capacidade de reservação de 305.000m³.

8. RL11 -Reservatório Limoeiro, afluente da margem esquerda que deságua no córrego Aricanduva em Iguatemi. Possui capacidade de reservação de 231.000m³.

Além destes dispositivos, também na zona leste da capital encontra-se o reservatório Pedreira/São Mateus, que entrou em funcionamento de maneira provisória na cava de uma pedreira desativada em Guaianazes, com capacidade de armazenamento de aproximadamente 1,8 milhões de m³.

6.1.2 Bacia do rio Tamandateí

A bacia do Tamandateí destaca-se pela abrangência dos municípios da chamada região do ABCD e de Mauá, que abrigam um importante pólo industrial. A bacia drena uma área de cerca de 330 km² e encontra-se intensamente urbanizada, sendo, portanto, responsável por um grande volume de afluência que contribui para a ocorrência dos eventos de cheias tanto na micro-bacia quanto ao longo do rio Tietê (CANHOLI, 2005).

Conforme o PDMAT (1998) disponibilizado pelo DAEE, estima-se que sejam necessários 37 reservatórios na bacia, totalizando um volume de retenção de 6.708.000 m³. Até o momento foram implantados 15 reservatórios, distribuídos entre os municípios de Mauá, Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul e Diadema e um encontra-se em fase de construção. Somados, os dispositivos em operação possuem capacidade de retenção de 2.843.616 m³, total que corresponde a aproximadamente 42,3 % do volume de reservação necessário para minimizar o problema das enchentes na bacia.

Intervenções concluídas:

1. AM 3 - Reservatório da Faculdade de Medicina, situado no curso do Ribeirão dos Meninos em Santo André, com capacidade de reservação de 120.000m³.
2. AC 1 - Reservatório da Vila Rosa, situado no curso do Ribeirão dos Couros em São Bernardo do Campo, com capacidade de reservação de 113.450 m³.
3. TM 2/TM 3 – Reservatório Volks Demark, situado no município de São Bernardo do Campo, com capacidade de retenção de 170.000m³.
4. TM 4 – Reservatório Crysler, situado no ribeirão de mesmo nome em São Bernardo do Campo, com capacidade de 190.000m³.
5. TM 6 – Reservatório da Praça dos Bombeiros, localizado no córrego Rotary em São Bernardo do Campo, com capacidade de reservação de 34.000m³.
6. TM 7 – Reservatório Canarinho, situado no Ribeirão dos Couros em São Bernardo do Campo, possui capacidade de reservação de 95.000 m³.
7. RC 2a – Reservatório Mercedes Paulicéia, situado no Ribeirão dos Couros em São Bernardo do Campo, com capacidade de reservação de 380.000m.

8. RM 4 – Reservatório de São Caetano do Sul, situado no curso do Ribeirão dos Meninos, com volume de reservação de 235.166m³.

9. TC 2 – Reservatório Piraporinha, situado no Ribeirão dos Meninos em Diadema, com capacidade de reservação de 85.000m³

10.TC 3 – Reservatório da Mercedes Benz, situado no Ribeirão dos Couros, município de Diadema, com capacidade de reservação de 140.000m³.

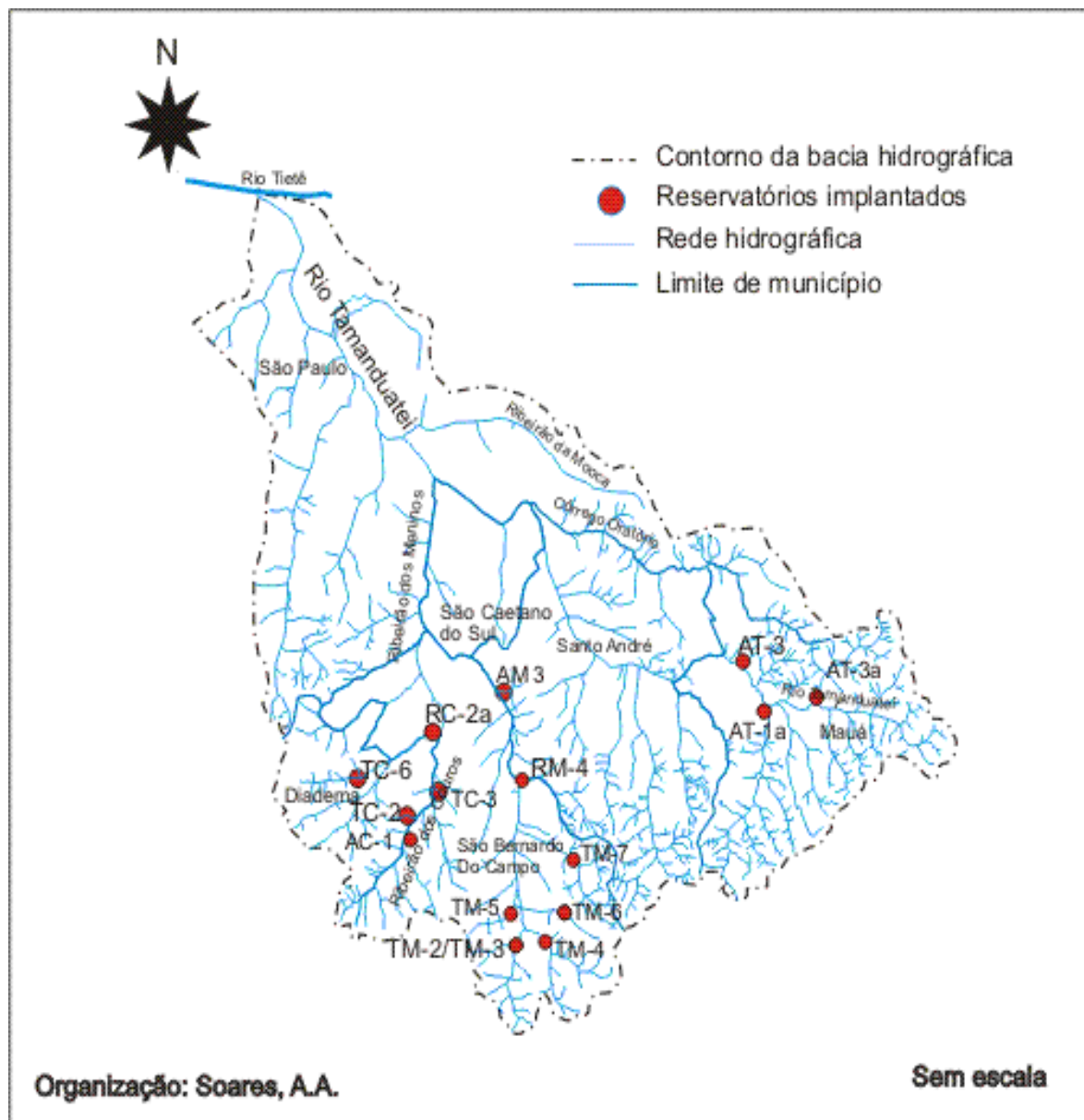


Fig 7. Distribuição dos reservatórios na bacia do rio Tamanduateí.

11.TC 6 – Reservatório Ecovias/ Imigrantes situado no ribeirão Capela em Diadema, com capacidade de reservação de 120.000m³.

12.Reservatório AT 3 – Reservatório Petrobrás, localizado no rio Tamanduateí em Mauá, com capacidade de reservação de 800.000m³.

13.AT. 3a - Reservatório Corumbé, situado no córrego Corumbé no município de Mauá, com volume de reservação de 105.000m³.

14.Reservatório do Paço Municipal, situado no córrego Taboão em Mauá, com capacidade de reservação de 136.000m³.

15.AO – Reservatório Sonia Maria, situado no córrego Oratório em Mauá, com capacidade de reservação de 120.000 m³.

6.1.3 Bacia do córrego Pirajuçara

A bacia do Pirajuçara é afluente do rio Pinheiros e drena uma área de cerca de 72 km². O Plano Diretor de Macrodrenagem na bacia do Alto Tietê determinou a implantação de 17 reservatórios nesta bacia, que deverão resultar num volume de retenção de 1.700.000 m³. Até o momento foram implantados 5 reservatórios, que tendo suas capacidade de reservação somadas totalizam um volume de 580.000 m³, aproximadamente 34 % do volume de reservação necessário para a bacia conforme os planos de controle de enchentes. Os dispositivos implantados encontram-se distribuídos entre os municípios de Embu, São Paulo e Taboão da Serra (DAEE, 2007).

Intervenções concluídas:

1. TPI 7 – Reservatório Eliseu de Almeida, localizado no largo do Taboão da Serra, no córrego Pirajuçara, com capacidade de reservação de 113.000m³.

2. TPI 2 – Reservatório do Jardim Nova República, situado no córrego Pirajuçara, no município de Embu, com capacidade de armazenamento de 110.000m³.

3. TPI 4 –Reservatório do Parque Pinheiros, situado no córrego Joaquim Cachoeira no município do Taboão da Serra, com capacidade de reservação de 117.000m³.

4. TPO 2 – Reservatório Portuguesa, situado no curso do córrego Poá no município de Taboão da Serra, com capacidade de reservação de 120.000³.

5. TPI 2^a. Reservatório Jardim Maria Sampaio, situado no córrego Pirajuçara no distrito do Campo Limpo em São Paulo, com capacidade de 120.000m³.

6.1.4 Bacia do córrego Cabuçu de Baixo

O córrego Cabuçu de Baixo é um afluente da margem direita do rio Tietê, situado na zona norte do município de São Paulo, reúne os córregos Bananal e Itaguaçu. Atualmente o córrego Cabuçu de Baixo encontra-se canalizado sob a Avenida Inajar de Souza, em praticamente toda a sua extensão, desde a confluência com o córrego Itaguaçu até sua foz no rio Tietê (CANHOLI, 2005).

Esta bacia drena uma área de cerca de 40,8 km² que abriga duas áreas protegidas de matas e reflorestamentos: a Reserva Estadual da Cantareira e o Parque Estadual da Capital, somando 15,00km². Desta forma, 37% da bacia são compostos por florestas preservadas, enquanto o restante da bacia encontra-se totalmente urbanizada, com exceção de pequenas porções ainda naturais das bacias dos Córregos Bananal e Itaguaçu. (CANHOLI, 2005).

Nesta bacia foram implantados, pela prefeitura municipal de São Paulo, três reservatórios de retenção.

Intervenções concluídas:

1. Reservatório Bananal, situado no curso do córrego Bananal, localiza-se no final da Avenida Galeão Penha Brasil nas proximidades da rua Tico-tico do Campo na Brasilândia, com capacidade de reservação de 198.000m³.
2. Reservatório Rio das Pedras, situado no curso do córrego Rio das Pedras localiza-se entre as Avenidas João Paulo I, José da Natividade Saldanha e a rua Rui de Moraes Apocalipse, com capacidade de reservação de 24.000m³.
3. Reservatório Guaraú, situado no curso do córrego Guaraú, localiza-se nas imediações da Avenida Inajar de Souza, Avenida Galeão Penha Brasil e Rua Lagoinha de Leste, com capacidade de reservação de 185.000m³.

6.1.5 Bacia do córrego Pacaembu

Localizada na zona oeste do município de São Paulo, a bacia do córrego Pacaembu caracteriza-se por estar intensamente ocupada pelo processo de urbanização, bem como pela canalização do corpo d'água em galerias subterrâneas.

Conforme Canholi (2005), cerca de 70% da área contribuinte à galeria da Avenida Pacaembu encontra-se acima da Praça Charles Muller. Junto à praça ocorre a

confluência de três galerias: a primeira proveniente do estádio, a segunda, da avenida Arnolfo Azevedo (margem esquerda, lado de Sumaré) e a terceira, proveniente da rua Itatiara (margem direita – lado de Higienópolis).

Considerando-se as características hidrológicas da bacia e a existência da área existente da praça, foi projetado um reservatório de retenção que armazenasse parte do volume coletado pelas três galerias. Assim, a Prefeitura municipal determinou a construção do reservatório do Pacaembu em frente o estádio.

Trata-se do único reservatório construído em concreto armado e coberto da cidade de São Paulo. Para a realização desta obra, no local da praça Charles Muller, conforme o Condephat e Conpresp, órgãos de proteção ao patrimônio histórico, foi exigido que a praça fosse reconstruída sobre o reservatório nos moldes anteriores, conservando assim o patrimônio municipal.

Intervenção concluída:

1. Reservatório do Pacaembu: localizado de frente ao estádio na zona oeste da capital paulista, sob a Praça Charles Muller. Possui capacidade de reservação de cerca de 75.000m³.

6.1.6 Bacia do córrego Água Espriada

Situada na região oeste do município de São Paulo, a bacia do córrego Água Espriada conduz às águas dos córregos Cordeiro, Água Espriada e Traição até o canal do rio Pinheiros, abrangendo os bairros de Santo Amaro, Jabaquara, Campo Belo, Moema e Cidade Ademar.

Esta bacia caracteriza-se pela presença do denominado Dreno do Brooklin, que se encontra situado ao lado do canal Pinheiros, em sua margem direita quando considerado o sentido natural do escoamento. Originalmente os córregos desaguavam no rio Pinheiros, entretanto, após a conclusão das obras de reversão do curso natural do rio Pinheiros, executadas em 1934 e 1957, objetivando a geração de energia na usina Henry Borden, passou-se a denominar canal Pinheiros inferior ao trecho entre a elevatória de Traição e o rio Tietê, e canal Pinheiros superior (CPS) ao trecho entre as elevatórias de Pedreira e de Traição. Com a implantação da reversão, os níveis de d'água operacionais da CPS se elevaram impedindo o deságüe natural dos córregos.

Visando resolver o problema, no início da década de 1970, foi construído um canal a aberto paralelo ao canal do rio Pinheiros, o Dreno do Brooklin, que devido ao avanço da urbanização foi canalizado por meio de uma galeria de concreto (CANHOLI, 2005).

Trata-se, portanto, de uma bacia muito complexa que apresenta alto grau de urbanização, sendo caracterizada pela implantação de sistemas de microdrenagem, além de canalizações e retificações de córregos. Nesta bacia os córregos Cordeiro e Traição e dreno do Brooklin encontram-se canalizados, enquanto o Água Espreiada encontra-se ainda em sua calha natural. Dessa forma, visando contornar o problema das inundações, a Prefeitura Municipal realizou a construção de um reservatório de retenção, para amortecimento do pico de vazão do córrego Água Espreiada.

Intervenção concluída:

Reservatório do Jabaquara, situado na margem da avenida Roberto Marinho, a montante da avenida Washington Luis, com capacidade de armazenamento de 365.000m³.

6.1.7 Bacia do Médio Juqueri

Devido ao avanço da ocupação urbana nos municípios de Francisco Morato, Franco da Rocha, Caieiras e no distrito de Perus em São Paulo associado à remoção da cobertura vegetal e as altas taxas de crescimento registradas (em certas regiões o crescimento tem sido superior a 10% ao ano), tem se verificado o aumento da magnitude e da frequência das inundações (CANHOLI, 2005).

O PDMAT, concentrando-se na sub-bacia compreendida entre a barragem Paiva Castro e a foz no Tietê avaliou que nas condições atuais de ocupação da bacia as medidas a serem adotadas para o controle das cheias será a implantação de 36 reservatórios de retenção, que deverão totalizar 3,6 milhões de m³ de reservação. Até o momento nenhum reservatório foi implantado.

6.1.8 Bacia do Ribeirão Vermelho

A bacia do Ribeirão Vermelho estende-se pelo município de Osasco e parte da zona oeste do município de São Paulo, do qual abrange os distritos de Jaguará, Vila Leopoldina, São Domingos, Pirituba e Jaraguá.

Conforme o diagnóstico da bacia realizado pelo DAEE, estima-se que sejam necessários 10 reservatórios, totalizando um volume de retenção de 870.000 m³. Até o momento foram implantados 2 reservatórios no município de Osasco, além destes outros 4 encontram-se operando sob a responsabilidade da iniciativa privada.

Intervenções realizadas pelo poder público:

1. Reservatório Rochdale: Situado no Jardim Rochdale em Osasco, possui capacidade de reservação de 25.000m³. Entrou em operação em 2006-7.
2. Reservatório Bonaça: Situado no córrego Bonança em Osasco, possui capacidade de reservação de 62.000m³. Entrou em operação em 2006-7.

7. AVALIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS DE DETENÇÃO

Através de dados coletados nas visitas de campo, efetuadas em dois períodos (janeiro e junho), entrevistas qualificadas com pessoal técnico de secretarias municipais envolvidas e pessoas que usufruem o espaço de entorno dos projetos foi efetuada a avaliação qualitativa dos dispositivos distribuídos por cinco micro-bacias componentes da bacia do Alto Tietê (Água Espriada, Aricanduva, Cabuçu de Baixo, Pacaembu e Pirajuçara), quanto aos critérios funcionais de controle de enchentes e de contribuição referente a seus múltiplos usos.

A avaliação que se segue apresenta inicialmente um enquadramento das intervenções em quesitos pré-estabelecidos, conforme a tabela abaixo, a fim de se determinar o tempo de implantação, o status socioeconômico da área, bem como a integração do dispositivo à sua área de entorno, considerando-se as funções urbanas associadas ao dispositivo. Após esta caracterização geral segue-se uma breve descrição e avaliação dos reservatórios, contemplando a tipologia, o grau de eficiência e situação da manutenção dos mesmos. Esta ordenação visa facilitar a realização de comparações entre as intervenções efetuadas, contribuindo assim para a elaboração do diagnóstico síntese.

| Tempo de implantação | Nível de Ocupação | Status sócio-econômico | Nível de Eficiência Técnico | Nível de Satisf. da População | Outras Funções Urbanas |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| - | - | - | - | - | - |

Tempo de implantação: 1 (1994 a 1998); 2 (1999 a 2002) e 3 (2003 a 2007).

Nível de ocupação: C – consolidado (mais de 75%); EC – em consolidação (25 a 75%); Não consolidado (menos de 25%).

Status sócio econômico da ocupação: A – alto; M – médio; B – baixo e; I – irregular.

Nível de eficiência técnico quanto a detenção de águas (lixo e sedimentos)/mitigação das cheias: E – eficiente; R – regular; D – deficiente.

Nível de satisfação da população: S – satisfatório; R – regular; I – insatisfatório.

Outras funções urbanas: E – estacionamento; P (áreas verdes) – paisagístico; L – lazer; UM – uso múltiplo.

Intervenções realizadas na bacia do rio Aricanduva - São Paulo

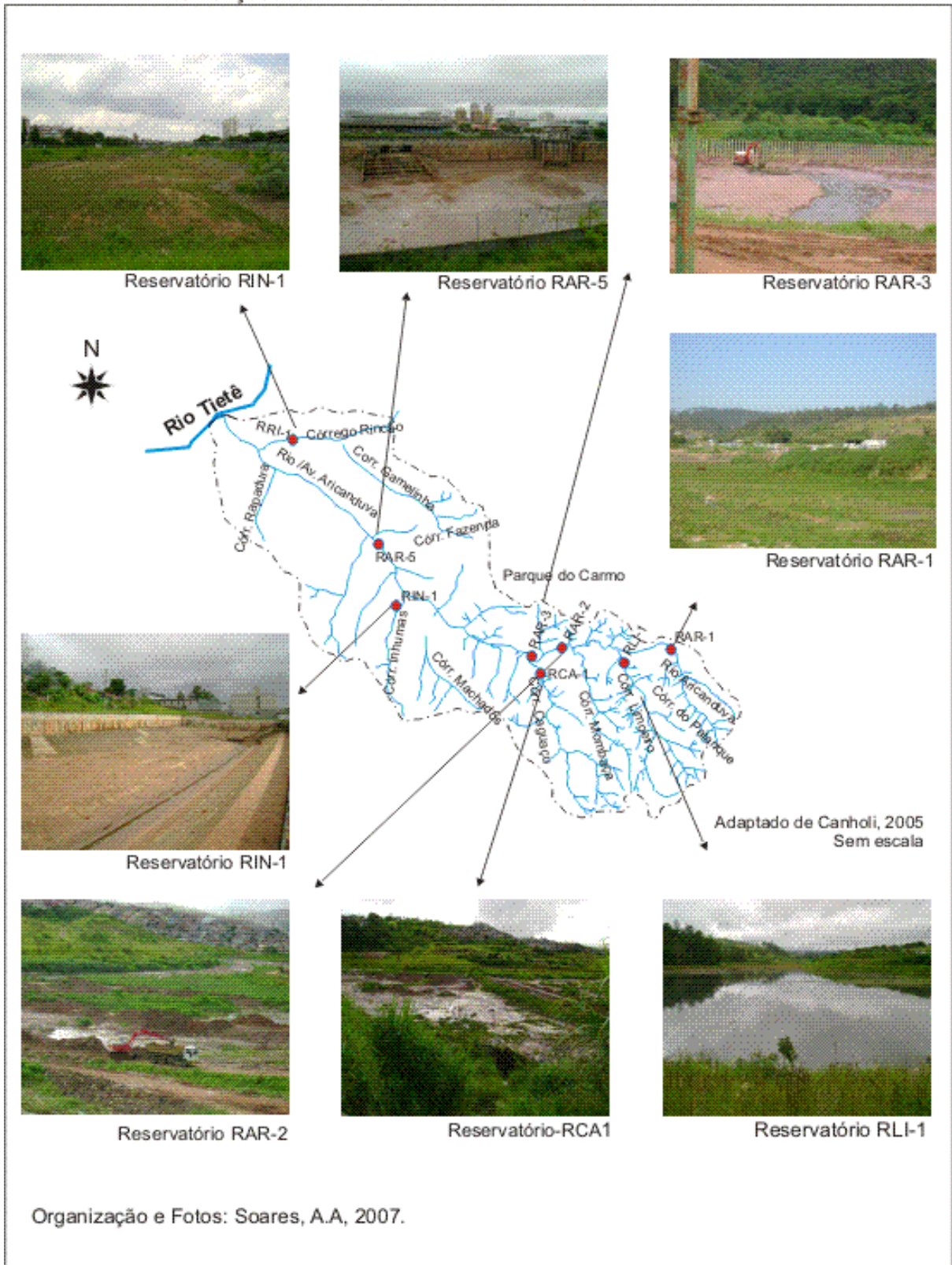


Fig.8. Intervenções realizadas na bacia do rio Aricanduva

RAR 1 – Reservatório Aricanduva I

Localiza-se na zona leste do município de São Paulo, no distrito de Iguatemi, entre as estradas do Iguatemi e do Palanque.

| Tempo de implantação | Nível de Ocupação | Status sócio-econômico | Nível de Eficiência Técnico | Nível de Satisf. da População | Outras Funções Urbanas |
|----------------------|-------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------|
| 2 - 2000 | Em consolidação | Baixo | Eficiente | Regular | - |

Avaliação Geral:

Trata-se de um reservatório construído numa área de 112.000m², cuja lagoa de reservação ocupa uma área de 67.000 m². O dispositivo, que foi construído pela Prefeitura de São Paulo, custou cerca de US\$ 1.727.862 e possui capacidade de reservação de 158.000m³.



Fig.9 – Situação atual do reservatório Aricanduva I.

Este reservatório foi escavado num trecho em que o rio Aricanduva cruza a Estrada do Iguatemi, apresentando apenas a área do referido cruzamento canalizada. De maneira geral, pode se considerar que o dispositivo é eficiente na detenção de parte do volume escoado pelo curso d'água, e que atua positivamente na atenuação dos picos de vazão a jusante.

O reservatório, construído *in-line*, apresenta sua área de reservação coberta por vegetação de gramíneas no fundo e árvores de médio e grande porte em suas paredes laterais, contribuindo para a manutenção das taxas de infiltração da região. O dispositivo é esvaziado por gravidade e não possui outra função que não seja a de deter parte do volume escoado durante as chuvas.

Esta intervenção foi efetuada numa região cujo perfil sócio-econômico é baixo e a taxa de crescimento populacional é de 2,4% ao ano (SEMPLA, 2000). Nesta área a expansão urbana, efetuada em muitos casos através de assentamentos precários, vem se processando em direção às várzeas, fato verificado pelas ocupações irregulares efetuadas na região, inclusive nas áreas em torno da lagoa de reservação, e que são facilitadas pela ineficiência na fiscalização e manutenção do reservatório.

Cabe ressaltar ainda a deterioração da estrutura, evidenciada pela ocupação de trechos de margem esquerda por sub-habitações, que podem ser claramente verificadas nas fotos do dispositivo, bem como a utilização da área de reservação, ainda coberta por uma camada de detritos carregados pelas águas, como "área de lazer", principalmente por crianças, que a utilizam para empinar pipa, expondo-se a riscos, principalmente o de contaminação.

RAR 2 - Reservatório Aricanduva II

Localiza-se na zona leste do município de São Paulo, no distrito de Iguatemi, entre a avenida Ragueb Chohfi e a rua Tamandiba.

| Tempo de implantação | Nível de Ocupação | Status sócio-econômico | Nível de Eficiência Técnico | Nível de Satisf. da População | Outras Funções Urbanas |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 2 - 2002 | Em consolidação | Baixo | Eficiente | Regular | - |

Avaliação Geral:

Trata-se de um reservatório construído numa área de 119.000m², cuja lagoa de reservação ocupa uma área de 65.000 m² e possui capacidade de reservação de 181.000m³. Este dispositivo foi construído pela Prefeitura de São Paulo num trecho em que o rio Aricanduva margeia a Área de Proteção Ambiental do Parque do Carmo, apresentando um custo de cerca de US\$ 1.458.275.

O reservatório foi construído *in-line* e apresenta toda a área de reservação coberta por vegetação de gramíneas no fundo. O dispositivo é esvaziado por gravidade. Limita-se em sua margem direita, com o Parque do Carmo e a esquerda com uma área do Jardim São Gonçalo. Nota-se que a ocupação desse bairro se consolidou de costas para o rio, demonstrando sua desvalorização enquanto recurso natural e paisagístico.

Este dispositivo caracteriza-se por apresentar elevado nível de assoreamento, demandando uma manutenção constante na sua área de entrada do escoamento. A manutenção no local apresenta-se deficiente, sendo realizada efetivamente apenas a aglomeração do material depositado, mas não a sua remoção imediata, fato que atua comprometendo capacidade de reservação do reservatório, além de gerar riscos de contaminação, principalmente para as crianças, que desprovidas de áreas de lazer utilizam a lagoa de reservação para brincar.



Fig.10 – Situação atual do reservatório Aricanduva II.

Neste reservatório a ineficiência no processo de fiscalização e manutenção do dispositivo permitiu a ocupação irregular de uma faixa situada entre a margem direita do rio Aricanduva e o Parque do Carmo, ocasionando o aumento dos impactos ambientais na bacia, além de permitir o convívio desta população com o reservatório, expondo-os a riscos de contaminação por doenças de veiculação hídrica.

Cabe ressaltar o mau cheiro exalado pelo dispositivo, principalmente nos dias ensolarados, bem como o fato não apresentar outros usos urbanos além do de deter parte do volume escoado.

RAR 3 – Reservatório Aricanduva III

Localiza-se na zona leste do município de São Paulo, no distrito do Parque do Carmo, entre a avenida Aricanduva e a avenida Ragueb Chohfi.

| Tempo de implantação | Nível de Ocupação | Status sócio-econômico | Nível de Eficiência Técnico | Nível de Satisf. da População | Outras Funções Urbanas |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 2 - 2002 | Em consolidação | Médio | Eficiente | Regular | - |

Avaliação Geral:

Trata-se de um reservatório construído numa área de 110.000m², cuja lagoa de reservação ocupa uma área de 64.000 m² e possui capacidade de reservação de 165.000m³. Este dispositivo, escavado no trecho em que o córrego Caguaçu deságua no Aricanduva, entre a avenida Ragueb Chohfi e a Área de Proteção do Parque do Carmo, foi construído pela Prefeitura de São Paulo e custou cerca de US\$ 7.396.976. O dispositivo é esvaziado por gravidade.

O reservatório foi construído *in-line* e apresenta toda a área de reservação coberta por vegetação de gramíneas no fundo. Limita-se, em sua margem direita com o Parque do Carmo e a esquerda com as avenidas Ragueb Chohfi e Aricanduva. Ainda nesta área a ocupação deste bairro, de perfil sócio-econômico médio (SEMPA, 2000), se consolidou de costas para o rio. A taxa de crescimento populacional do distrito é de 0,13% ao ano.

Este dispositivo caracteriza-se por apresentar elevado grau de assoreamento, pois recebe os sedimentos carreados por ambos cursos d'água, demandando uma manutenção constante, entretanto, a o local demonstra que esta é deficiente, pois freqüentemente é executada apenas a aglomeração do material depositado, que não é removido imediatamente e atua comprometendo capacidade de detenção do escoamento pelo reservatório.



Fotos: Soares, A.A., 2007.

Fig.11 – Situação atual do reservatório Aricanduva III.

Cabe ressaltar o intenso mal-cheiro proveniente do reservatório, que atrai urubus, bem como o fato da área de entorno ao curso d'água ser utilizada para atividades agrícolas e de pastoreio de caprinos destinadas possivelmente ao consumo humano, gerando riscos de contaminação dos alimentos e conseqüentemente a saúde da população consumidora.

RAR 5 - Reservatório Aricanduva V

Localiza-se na zona leste do município de São Paulo, em Cidade Líder, entre a avenida Aricanduva e a rua Fortuna de Minas.

| Tempo de implantação | Nível de Ocupação | Status sócio-econômico | Nível de Eficiência Técnico | Nível de Satisf. da População | Outras Funções Urbanas |
|----------------------|-------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------|
| 2 - 2002 | Consolidada | Médio - Baixo | Eficiente | Regular | - |

Avaliação Geral

Trata-se de um reservatório *off-line* construído numa área de 23.000m², cuja lagoa de reservação ocupa uma área de 18.000 m² e possui capacidade de reservação de 167.000m³. Este reservatório foi construído paralelamente ao curso do rio Aricanduva, que se encontra canalizado no canteiro central da Avenida Aricanduva. O dispositivo apresenta seu fundo em solo compactado e as paredes de muros de arrimo. O dispositivo é esvaziado por bombeamento.

O reservatório encontra-se situado num distrito de perfil sócio-econômico médio-baixo e a taxa de crescimento populacional encontra-se estabilizada, em números da ordem de 0,04% ao ano (SEMPA, 2000). Localiza-se às margens de uma avenida de grande movimento, numa área densamente urbanizada não apresentando outras funções urbanas além da de retenção de parte do volume escoado.



Fig.12 – Situação atual do reservatório Aricanduva V.

Através das visitas de campo constatou-se que o processo de manutenção é deficiente, pois a limpeza do material depositado no reservatório não é efetuada logo após os eventos de cheia, fato que compromete não apenas a capacidade de detenção, como o funcionamento das bombas, que devido ao lixo podem sofrer danos.

Cabe ressaltar que o dispositivo é eficiente em atenuar as vazões de pico a jusante, entretanto, não contribui para o incremento do processo de infiltração nesta área da bacia, que se encontra densamente urbanizada. O dispositivo encontra-se eficientemente isolado por grades de proteção e exala mau cheiro, não podendo se considerar que apresente boa integração com a área urbana.

RCA 1 – Reservatório Caguassu

Localiza-se na zona leste do município de São Paulo, no distrito de Iguatemi, entre a avenida Ragueb Chohfi e a rua Forte do Triunfo.

| Tempo de implantação | Nível de Ocupação | Status sócio-econômico | Nível de Eficiência Técnico | Nível de Satisf. da População | Outras Funções Urbanas |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 2 -1999 | Em consolidação | Baixo | Eficiente | Regular | - |

Avaliação Geral

Trata-se de um reservatório construído numa área de 203.000m², cuja lagoa de reservação ocupa uma área de 89.000 m² e possui capacidade de acumulação de 304.000m³. Este dispositivo foi construído, pela Prefeitura de São Paulo, num trecho próximo a Avenida Ragueb Chohfi, a poucos metros da confluência entre o córrego Caguaçu e o rio Aricanduva, resultando num custo de cerca de US\$ 9.321.595. O dispositivo é esvaziado por gravidade.

O reservatório foi construído *in-line* e apresenta toda a área de reservação coberta por vegetação de gramíneas. O fundo apresenta montes de detritos provenientes de assoreamento, ocasionando a presença de poças d'água que podem se constituir em criadouros de insetos vetores de doenças, e videnciam a deficiência no processo de manutenção deste dispositivo.

Em sua margem direita, limitando-se com o reservatório pode ser observada a existência de área urbana em expansão. Desta forma a lagoa de reservação vem sendo utilizada como área de passagem pela população. Além disso, em sua margem direita existe uma área industrial, no Parque São Lourenço, que libera resíduos no córrego, esta situação pôde ser evidenciada por uma grande quantidade de espuma presente num trecho do reservatório.



Fig.13 – Situação atual do reservatório Caguçu.

O reservatório é isolado dos bairros circundantes por telas, mas estas encontram-se rompidas em vários pontos, comprometendo seu isolamento. Cabe ressaltar que o dispositivo está localizado muito próximo às habitações que o margeiam, evidenciando-se que o processo de substituição da cobertura vegetal pelos revestimentos impermeáveis das habitações está se multiplicando e contribuindo para o incremento dos volumes de escoamento.

Desta forma, pode-se dizer que o reservatório apresenta manutenção deficiente e inadequada integração com a área de entorno, pois não se destina a outros usos urbanos além do de detenção dos escoamentos.

RLI – Reservatório Limoeiro

Localiza-se na zona leste do município de São Paulo, no distrito de Iguatemi, entre a avenida Bento Guelf e a Estrada do Iguatemi.

| Tempo de implantação | Nível de Ocupação | Status sócio-econômico | Nível de Eficiência Técnico | Nível de Satisf. da População | Outras Funções Urbanas |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 2 -2000 | Em consolidação | Baixo | Eficiente | Regular | - |

Avaliação Geral

Trata-se de um reservatório construído numa área de 162.000m², cuja lagoa de reserva ocupa uma área de 102.000 m² e possui capacidade de reserva de 231.000m³. Este dispositivo foi construído pela Prefeitura de São Paulo e custou cerca de US\$ 2.376.910. O dispositivo é esvaziado por gravidade.



Fotos: Soares, A.A., 2007.

Fig.14 – Situação atual do reservatório Limoeiro.

O reservatório foi construído *in-line* ao córrego Limoeiro, poucos metros antes de sua confluência com o rio Aricanduva. Sua lagoa de reservação apresenta-se coberta por vegetação bem desenvolvida nas laterais e gramíneas no fundo, fato que faz com que o reservatório contribua para o processo de infiltração e recarga do lençol freático. Em sua margem esquerda o dispositivo limita-se com o Jardim Roseli, onde nota-se a presenças de uma área dedicada a cultura de hortaliças, destinada ao consumo humano, situada junto às grades de delimitação da área do reservatório.

Durante o período das chuvas o excesso de lixo carreado pelo córrego somado ao lixo jogado pela vizinhança causa o entupimento do vertedor, resultando na retenção da água por um longo período, fato que compromete a eficiência do dispositivo na atenuação dos picos de vazão a jusante, além de gerar um intenso mau-cheiro e riscos de contaminação para a população que utiliza suas margens para realização de atividades físicas mesmo nestas condições.

Embora o dispositivo não apresente outras funções urbanas, devido à ausência de áreas públicas destinadas ao lazer na região, suas margens são utilizadas para a realização de caminhadas, ou pelas crianças que andam de bicicleta e empinam pipas neste local.

Cabe ressaltar que o comprometimento à eficiência deste dispositivo resulta da ineficiência nos processos de fiscalização e manutenção do reservatório, atribuídos à subprefeitura de São Mateus.

RIN 1 – Reservatório Inhumas

Localiza-se na zona leste do município de São Paulo, no distrito de São Mateus, entre a avenida Rio das Pedras e a rua central de Santa Helena.

| Tempo de implantação | Nível de Ocupação | Status sócio-econômico | Nível de Eficiência Técnico | Nível de Satisf. da População | Outras Funções Urbanas |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 2 -2002 | Consolidação | Médio-Baixo | Eficiente | Regular | - |

Avaliação Geral

Trata-se de um reservatório construído numa área de 19.000m², cuja lagoa de reservação ocupa uma área de 14.000 m² e possui capacidade de reservação de 101.000m³. Este reservatório foi construído pela Prefeitura de São Paulo. O volume d'água armazenado é devolvido ao córrego por gravidade e parte por meio de bombas submersíveis.



Fotos: Soares, A.A., 2007.

Fig.15 – Situação atual do reservatório Inhumas.

O reservatório foi construído *off-line*, paralelamente a margem direita do córrego Inhumas. Devido às limitações de área disponível para sua construção o reservatório apresenta-se aprofundado em cotas inferiores ao leito do córrego. Sua lagoa de reservação apresenta-se revestido por concreto, a fim de se facilitar sua manutenção.

O dispositivo encontra-se inserido num distrito densamente urbanizado, cuja taxa de crescimento populacional já se estabilizou e atualmente encontra-se em decréscimo, apresentando números da ordem de -3,33% ao ano. Nesta área o perfil sócio-econômico da ocupação é médio-baixo (SEMPA, 2000).

De maneira geral o reservatório apresenta manutenção eficiente, não sendo constatada grande quantidade de detritos depositada no fundo do dispositivo. Dessa forma, o dispositivo é eficiente no amortecimento do pico de vazão a jusante, embora não contribua para a manutenção das taxas de infiltração.

Cabe ressaltar que o reservatório não se destina a outros usos urbanos além do de retenção dos escoamentos e exala mau-cheiro, principalmente nos dias ensolarados.

RRI 1 – Reservatório Rincão

Localiza-se na zona leste do município de São Paulo, no distrito da Penha, entre a rua Alvinópolis, rua Dr. Orêncio Vidigal, rua Antonio Lamana e rua Mirandinha.

| Tempo de implantação | Nível de Ocupação | Status sócio-econômico | Nível de Eficiência Técnico | Nível de Satisf. da População | Outras Funções Urbanas |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 2 -2002 | Consolidada | Médio -alto | Eficiente | Regular | L |

Avaliação Geral

Trata-se de um reservatório construído numa área de 82.000m², cuja lagoa de reserva ocupa uma área de 49.000 m² e possui capacidade de reserva de 304.000m³. Este dispositivo foi construído pela Prefeitura de São Paulo. O volume d'água armazenado é devolvido ao córrego por gravidade e parte por meio de bombas.



Fotos: Soares, A.A., 2007.

Fig.16 – Situação atual do reservatório Rincão.

O reservatório foi construído *off-line*, paralelamente a margem esquerda do córrego Rincão, canalizado, entre as estações Penha e Vila Matilde do metrô. Sua lagoa de reservação apresenta-se coberta por vegetação de gramíneas no fundo e nas laterais, além de arbustos de pequeno porte contribuindo, portanto, com o processo de infiltração. Desta forma, a bacia de detenção encontra-se implantada num distrito cujo perfil sócio econômico é médio-alto, e o crescimento populacional é negativo, apresentando números da ordem de -3,03% ao ano (SEMPA, 2000).

O dispositivo foi projetado em três patamares, resultando num desnível total de 6,0 metros. No projeto original os patamares seriam destinados à implantação de equipamentos urbanos relacionados às atividades de lazer, entretanto, verifica-se que apenas uma pista de “*cooper*” foi implantada, estando a área das quadras e o *playground* implantados numa área separada da lagoa de reservação.

A manutenção do dispositivo é eficiente, não tendo sido encontradas quantidades consideráveis de sedimentos no reservatório durante as visitas. Da mesma forma, sua integração com a área de entorno é positiva, sendo suas margens amplamente utilizadas para a prática de exercícios físicos.

Reservatório Pedreira de São Mateus

Localiza-se na zona leste do município de São Paulo, no distrito de Guainazes, na avenida Luiz Mateus.

| Tempo de implantação | Nível de Ocupação | Status sócio-econômico | Nível de Eficiência Técnico | Nível de Satisf. da População | Outras Funções Urbanas |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 3-2003 | Em consolidação | Baixo | Regular | Regular | - |

Trata-se de um dispositivo *off-line*, situado paralelamente ao Ribeirão Guaratiba, que entrou em funcionamento provisoriamente na cava de uma pedreira. O reservatório Pedreira/São Mateus possui capacidade de armazenar cerca de 1,8 milhões m³, e a água é devolvida ao córrego por sistema de bombeamento.

O dispositivo encontra-se inserido numa área de perfil sócio-econômico baixo, na qual o processo de urbanização encontra-se em consolidação, apresentando taxas de crescimento populacional da ordem de 10,26% ao ano (SEMPA, 2000).

O reservatório, embora seja eficiente na atenuação dos picos de vazão, é um mau exemplo do reaproveitamento de áreas impactadas e que são destinadas para novos usos inadequados sem os devidos cuidados, pois conforme informações fornecidas pela Secretaria de Infra-estrutura Urbana e Obras de São Paulo-SIURB, as obras para regularização deste reservatório foram barradas pela Secretaria do Verde e Meio Ambiente por gerar impactos como a contaminação do solo.



Fotos: Soares, A.A., 2007.

Fig.17 – Situação atual do reservatório Pedreira de São Mateus.

Cabe ressaltar que o reservatório não se destina a outros usos urbanos além do de retenção dos escoamentos, fato justificável pelo dispositivo estar localizado numa área fechada.

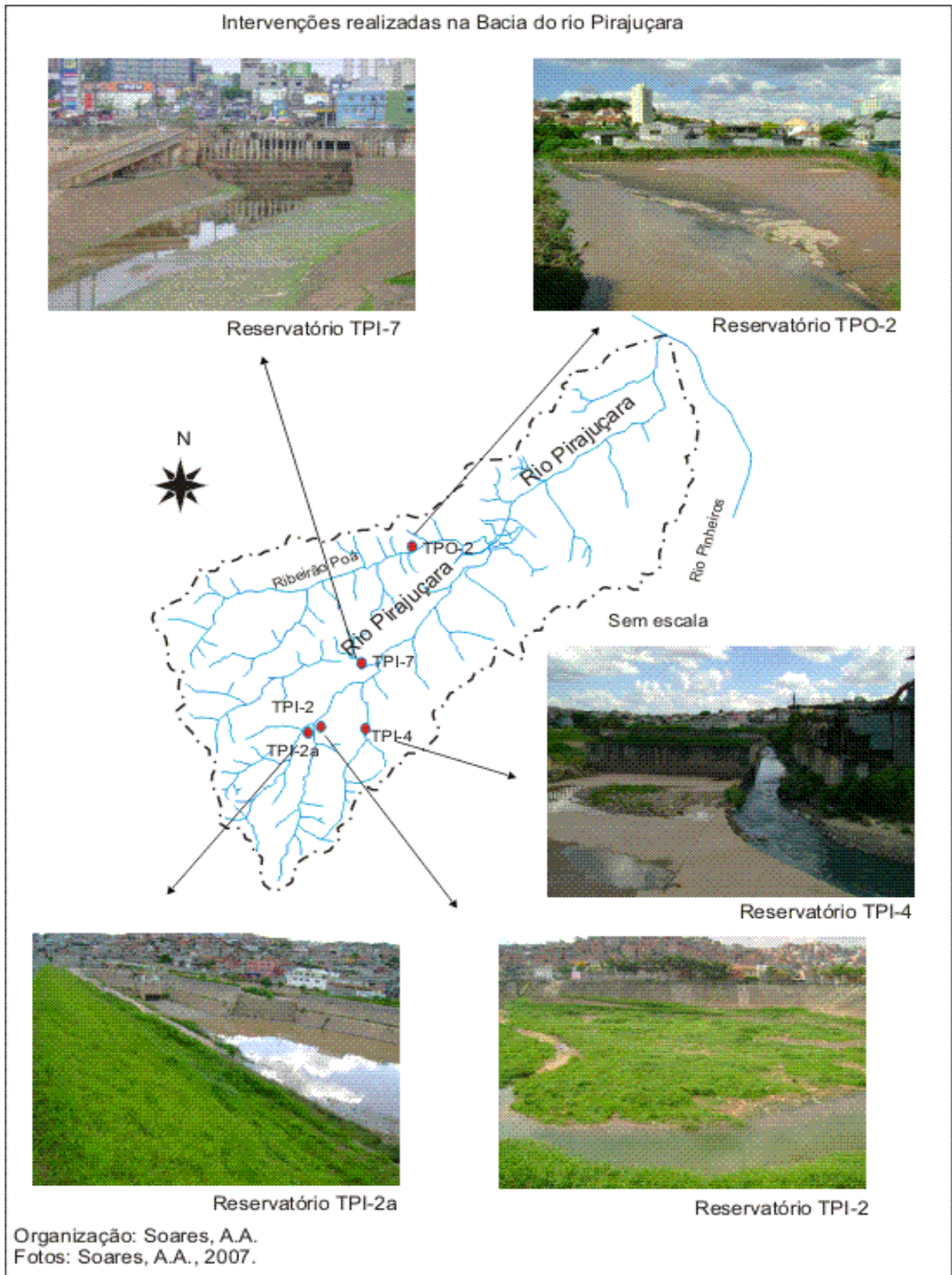


Fig. 18 - Intervenções realizadas na bacia do rio Pirajuçara

TPI 2 – Reservatório do Jardim Nova República

Localiza-se no município de Embu, no Jardim Nova República, junto à Av. Rotary.

| Tempo de implantação | Nível de Ocupação | Status sócio-econômico | Nível de Eficiência Técnico | Nível de Satisf. da População | Outras Funções Urbanas |
|----------------------|-------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------|
| 2002 | consolidada | baixo | Eficiente | Regular | - |

Avaliação Geral

Trata-se de um reservatório *off-line* construído pelo Governo do Estado de São Paulo paralelamente ao córrego Pirajuçara. Este dispositivo possui capacidade de reservação de 110.000m³ e o volume d'água armazenado é devolvido ao por meio de bombas.



Fig.19 – Situação atual do reservatório do Jardim Nova República.

O reservatório, que apresenta suas paredes revestidas por concreto e o fundo em solo coberto por gramíneas, encontra-se situado numa região cujo perfil sócio-econômico é baixo, caracterizando-se pelo adensamento urbano e conseqüentemente pelo processo de impermeabilização do solo em processo de expansão. Nesta área há a proliferação de autoconstruções e o curso d'água encontra-se canalizado.

O processo de manutenção é deficiente, não sendo efetuada a limpeza do material depositado no reservatório logo após os eventos de cheia, fato evidenciado pela enorme quantidade de detritos acumulados no reservatório e que compromete tanto a capacidade de retenção quanto o funcionamento das bombas, além de atuar gerando intenso mau-cheiro, infestação de animais e possibilitando a proliferação de doenças devido à reprodução de insetos nas poças d'água formadas no reservatório.

Embora o dispositivo seja eficiente em atenuar os picos de vazão a jusante, em pouco contribui para a redução do incremento do processo de infiltração nesta área da bacia.

Cabe ressaltar que o dispositivo encontra-se eficientemente isolado, um fato que é muito importante por se tratar de uma área de apresenta um grande fluxo de pessoas diariamente pois encontra-se situado de frente a um supermercado, entretanto, exala um intenso mau cheiro, principalmente nos dias ensolarados, e não possui funções urbanas nem boa integração com o processo de urbanização a área.

TPI 4 – Reservatório do Parque Pinheiros

Localiza-se no município de Taboão da Serra, entre as avenidas Kizaemon Takeuti e a Estrada Benedito Cesário de Oliveira no Parque Pinheiros.

| Tempo de implantação | Nível de Ocupação | Status sócio-econômico | Nível de Eficiência Técnico | Nível de Satisf. da População | Outras Funções Urbanas |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 2--2000 | Em consolidação | Baixo | Eficiente | Regular | - |

Avaliação Geral

Trata-se de um reservatório *off-line*, construído paralelamente ao córrego (canalizado) Joaquim Cachoeira pelo Governo do Estado de São Paulo, através do DAEE. Este dispositivo possui capacidade de reservação de 117.000m³ e seu volume d'água armazenado é devolvido ao córrego por meio de bombas.

A lagoa de reservação apresenta suas paredes e o fundo em solo recobertos por gramíneas. O dispositivo encontra-se situado numa região cujo perfil sócio-econômico é baixo, caracterizando-se pelo adensamento urbano, inclusive nas margens do reservatório e conseqüentemente pelo processo de impermeabilização da área em expansão.



Fotos: Soares, A.A., 2007.

Fig.20 – Situação atual do reservatório do Parque Pinheiros.

O processo de manutenção é deficiente, não sendo efetuada a limpeza do material depositado no reservatório logo após os eventos de cheia,. Este fato é evidenciado pelos detritos acumulados no reservatório e que comprometem tanto a capacidade de detenção quanto o funcionamento das bombas, além de gerar mau-

cheiro, infestação de animais e possibilitar a proliferação de doenças devido a reprodução de insetos vetores de doenças nas poças d'água formadas no fundo do reservatório.

Este dispositivo é eficiente em atenuar os picos de vazão a jusante e contribui para o incremento do processo de infiltração nesta área da bacia, entretanto não encontra-se eficientemente isolado, permitindo o acesso à lagoa de reserva ainda coberta por detritos.

Cabe ressaltar que o dispositivo tem sido causa de desvalorização da área, pois além do reservatório exala mau cheiro, principalmente nos dias ensolarados e não possui outras funções urbanas, jovens residentes nas proximidades utilizam o reservatório para consumo de drogas.

TPO 2 – Reservatório Portuguesinha

Localiza-se no município de Taboão da Serra, entre as ruas Guanabara e Pará, no Jardim América.

| Tempo de implantação | Nível de Ocupação | Status sócio-econômico | Nível de Eficiência Técnico | Nível de Satisf. da População | Outras Funções Urbanas |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 3-2003 | consolidada | Médio | Eficiente | Regular | - |

Avaliação Geral

Trata-se de um reservatório *in-line*, construído paralelamente ao córrego Poá pelo Governo do Estado de São Paulo, com capacidade de reserva de 120.000m³. O volume d'água armazenado é devolvido ao por gravidade.

A lagoa de reserva apresenta suas paredes de gabiões e o fundo em concreto, a fim de se facilitar o processo de manutenção. Este dispositivo encontra-se situado numa região cujo perfil sócio-econômico é médio, caracterizando-se pela expansão urbana estabilizada. O curso d'água encontra-se canalizado a montante do dispositivo.

O processo de manutenção é deficiente, não sendo efetuada a limpeza do material depositado no reservatório logo após os eventos de cheia, gerando

assoreamento no fundo do reservatório e conseqüentemente redução de sua capacidade de reservação.



Fotos: Soares, A.A., 2007

Fig.21 – Situação atual do reservatório Portuguesainha.

Este dispositivo é eficiente em atenuar os picos de vazão a jusante e contribui para o incremento do processo de infiltração nesta área da bacia, entretanto não se encontra eficientemente isolado.

Cabe ressaltar que o dispositivo não possui outras funções urbanas, não se encontrando, portanto, bem integrado ao processo de urbanização local.

TPI 2a. – Reservatório do Jardim Maria Sampaio

Localiza-se na zona sul de São Paulo, entre a Avenida Augusto Barbosa Tavares, distrito do Campo Limpo, e a rua Siderópolis, no município de Taboão da Serra.

| Tempo de implantação | Nível de Ocupação | Status sócio-econômico | Nível de Eficiência Técnico | Nível de Satisf. da População | Outras Funções Urbanas |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 3-2004 | consolidada | baixo | Eficiente | insatisfatório | - |

Avaliação Geral

Trata-se de um reservatório *off-line*, construído pelo Governo do Estado de São Paulo paralelamente ao córrego Pirajuçara, num terreno da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM) e que custou cerca de R\$ 8,1 milhões.

O dispositivo ocupa uma área de 24.500m², possuindo capacidade de reservação de 120.000m³.O volume d'água armazenado é devolvido ao córrego parte por gravidade e parte por meio de bombas.

O reservatório, que é todo revestido por concreto, encontra-se situado numa região cujo perfil sócio-econômico é baixo, caracterizando-se pelo adensamento urbano e conseqüentemente pelo processo de impermeabilização do solo em processo de expansão. Nesta área há a proliferação de auto-construções e de sub-habitações próximas ao curso d'água, que encontra-se canalizado.



Fig.22 – Situação atual do reservatório do Parque Pinheiros.

O processo de manutenção é deficiente, não sendo efetuada a limpeza do material depositado no reservatório logo após os eventos de cheia, fato evidenciado

pela enorme quantidade de detritos acumulados no reservatório e que compromete não apenas a capacidade de detenção e o funcionamento das bombas, como atua gerando intenso mau-cheiro, infestação de animais e possibilitando a proliferação de doenças devido à reprodução de insetos vetores de doenças nas poças d'água formadas no reservatório.

Embora o dispositivo seja eficiente em atenuar os picos de vazão a jusante, não contribui para o incremento do processo de infiltração nesta área da bacia. Além disso, o dispositivo não encontra-se eficientemente isolado, pois as telas de proteção apresentam buracos, provavelmente criados pelos moradores de entorno que acabam se utilizando da área do reservatório como depósito de lixo.

Desta forma o dispositivo, que exala um intenso mau cheiro, não apresenta, e nem pode apresentar outras funções urbanas, entretanto, em sua margem foi construído um campo de futebol que é intensamente utilizado pela população local. Cabe ressaltar que o dispositivo encontra-se alocado ao lado da Escola Municipal de Ensino Fundamental “Fagundes Varela”, constituindo-se num risco para as crianças que lá estudam e convivem com este dispositivo insalubre.

Reservatório Bananal

Localiza-se na zona norte do município de São Paulo, entre a avenida Galeão Penha Brasil, rua Cornélio Procópio e rua Tico-Tico do Campo, no distrito da Brasilândia.

| Tempo de implantação | Nível de Ocupação | Status sócio-econômico | Nível de Eficiência Técnico | Nível de Satisf. da População | Outras Funções Urbanas |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 2-1999 | consolidada | baixo | Eficiente | Satisfatório | - |

Trata-se de um reservatório construído numa área de 144.000m², cuja lagoa de reservação ocupa uma área de 70.000 m² e possui capacidade de reservação de 198.000m³. Este dispositivo foi construído pela Prefeitura de São Paulo e custou cerca de US\$ 6.587.473. O volume d'água armazenado é devolvido ao córrego por gravidade.

O reservatório foi construído *in-line* ao curso do córrego Bananal, que encontra-se canalizado no interior do dispositivo, numa área muito próxima ao Parque Florestal

da Cantareira. A área de reservação é constituída por solo compactado e sua margem esquerda encontra-se cobertas por vegetação de médio e grande porte, enquanto sua margem direita limita-se com uma área densamente urbanizada. O dispositivo contribui para a manutenção das taxas de infiltração da região, é esvaziado por gravidade e não possui outra função que não seja a de deter parte do volume escoado durante as chuvas.



Fotos: Soares, A.A., 2007

Fig.23 – Situação atual do reservatório do Bananal.

Esta intervenção foi efetuada numa região cujo perfil sócio-econômico é baixo e a taxa de crescimento populacional encontra-se estabilizada, apresentando valores da ordem de 0,88% ao ano (SEMPA, 2000).

Nesta área a expansão urbana caracteriza-se pela predominância das auto-construções e pela extrema impermeabilização do solo, gerado pela grande quantidade de pequenas habitações (geralmente são construídas mais de uma por lote). Esta situação pode representar perigo de ocupações nas proximidades do reservatório, invadindo a área do parque e causando sua deterioração ambiental, além disso, há o risco de contaminação do solo pelo funcionamento do reservatório.

Cabe ressaltar que a manutenção deste dispositivo é deficiente, não sendo efetuada a retirada dos detritos logo após os eventos de cheias, entretanto o dispositivo atua satisfatoriamente na atenuação dos picos de vazão a jusante.



Foto a: Reservatório Bananal



Foto b: Reservatório Rio das Pedras

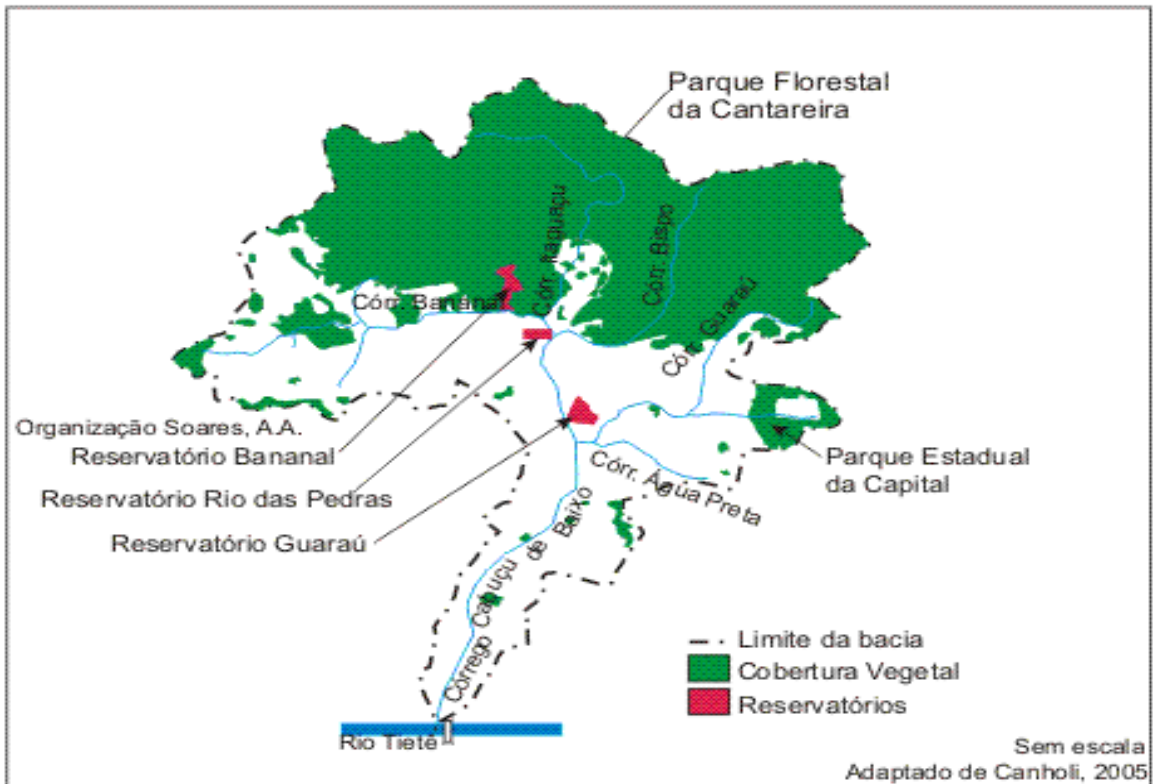


Foto c: Reservatório Guaraú durante as obras - (Canholi, 2005)

Organização e fotos: Soares, A. A. 2007.

Fig. 24. Intervenções realizadas na bacia do córrego Cabuçu de Baixo.

Reservatório Rio das Pedras

Localiza-se na zona norte do município de São Paulo, entre avenida João Paulo I e as ruas José da Natividade Saldanha e Rui de Moraes Apocalipse, no distrito da Brasilândia.

| Tempo de implantação | Nível de Ocupação | Status sócio-econômico | Nível de Eficiência Técnico | Nível de Satisf. da População | Outras Funções Urbanas |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 2-2000 | consolidada | baixo | Eficiente | Satisfatório | - |

Trata-se de um reservatório construído numa área de 10.500m², a lagoa de reservação ocupa uma área de 7.200 m² e tem capacidade de reservação de 24.000m³. Este dispositivo foi construído pela Prefeitura de São Paulo e custou cerca de US\$ 5.332.569. O volume d'água armazenado é devolvido ao córrego por gravidade.

O reservatório foi construído *off-line*, paralelamente ao curso do córrego Rio das Pedras, que encontra-se canalizado na área do dispositivo. A área de reservação é toda revestida por concreto.

O dispositivo encontra-se alocado numa bacia de densamente urbanizada, na qual há um estímulo ao processo de densificação por parte da administração regional. Neste trecho da bacia os corpos d'água encontram-se canalizados.

O reservatório é estruturalmente triangular cercado por grades, apresentando duas faces margeadas por vias de deslocamento rápido e uma terceira ocupada por um condomínio de apartamentos.

O fundo e as paredes da área de reservação são revestidas por concreto, sendo a parte superior desta última coberta por vegetação de gramíneas e arbustos de pequeno porte. No entanto, embora o dispositivo apresente desempenho satisfatório no amortecimento das águas pluviais, apresenta deficiência na manutenção gerando intenso mau cheiro, principalmente em dias ensolarados.

Desta forma, este dispositivo atua satisfatoriamente na contenção dos picos de vazão, no entanto não apresenta outras funções urbanas e pouco contribui para a melhoria da qualidade paisagística, estando esta contribuição relacionada apenas a arborização presente sobre as paredes do reservatório.



Fig.25 – Situação atual do reservatório do Rio das Pedras.

A área que sofreu a intervenção caracteriza-se como uma zona de uso misto, na qual a ocupação predominante é de status sócio-econômico médio, e onde encontram-se alocados empreendimentos que realizam atividades de comércio e serviços.

Conforme o Plano Regional Estratégico da Subprefeitura responsável por esta área, está prevista a realização de estímulos ao adensamento vertical da região, a fim de se evitar aumento das ocupações e conseqüentemente do escoamento superficial. São propostas também, a implantação de equipamentos de uso coletivo e a criação de parques lineares nos córregos da bacia, com o intuito de favorecer a recuperação paisagístico-ambiental.

Reservatório do Jabaquara

Localiza-se na zona sul do município de São Paulo, entre as avenidas Jornalista Roberto Marinho e Washington Luís, no Jabaquara.

| Tempo de implantação | Nível de Ocupação | Status sócio-econômico | Nível de Eficiência Técnico | Nível de Satisf. da População | Outras Funções Urbanas |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 2-2000 | consolidada | Médio | Eficiente | Satisfatório | L |

O reservatório possui capacidade de reservação de 365.000m³. Este dispositivo foi construído pela prefeitura de São Paulo e custou cerca de US\$ 17.201.835. O volume d'água armazenado é devolvido ao córrego por gravidade.



Foto a: Vertedor do reservatório



Foto b: Vista de montante para jusante

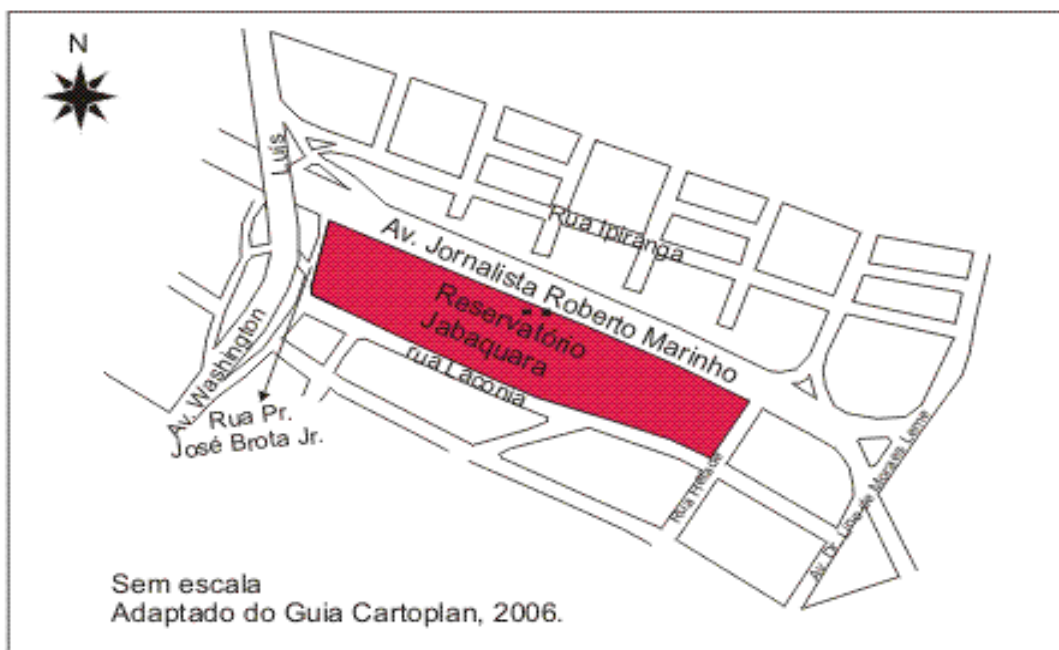


Foto C: Área de lazer implantada



Foto d: Vista da área de entorno

Foto: Soares, A. A. 2007

Fig. 26. Intervenção da bacia do córrego Água Espriada.

Este reservatório de detenção foi construído *in-line* ao córrego Água Espriada, que se encontra canalizado na área do dispositivo. Estruturalmente, o reservatório possui o fundo e as laterais pavimentadas, bem como uma área de lazer implantada num nível superior, dotada de três quadras poliesportivas e duas rampas para skate. Seu esvaziamento é efetuado por gravidade.

A ocupação da região é de status sócio-econômico misto, caracterizando-se pela ocupação das partes mais altas do terreno por uma ocupação de status mais alto, enquanto as baixadas, nas proximidades do reservatório, são ocupadas por habitações de status sócio-econômico médio-baixo e baixo.

Trata-se de um dispositivo inserido numa região onde o processo de urbanização já encontra-se consolidado, apresentando taxas de crescimento populacional da ordem de 0,82 % ao ano (SEMPA, 2000). Os cursos d'água encontram-se canalizados e a área de entorno do dispositivo encontra-se intensamente impermeabilizada e com a verticalização em expansão.

O reservatório apresenta desempenho satisfatório na diminuição dos efeitos de enchente à jusante, entretanto apresenta problemas na freqüência da manutenção, havendo a ocorrência de excesso de detritos na lagoa de reservação devido a demora na efetuação da limpeza após os eventos de cheia. Num patamar superior, na área do dispositivo, foi implantada uma área de lazer, a partir desta altura as paredes do reservatório encontram-se gramadas.

Por fim, deve-se ressaltar que este dispositivo, embora apresente boa integração quanto a sua multiplicidade de uso, tem desempenhado a função de abrigo para moradores de rua que ocupam os vãos do muro de arrimo que compõe uma das paredes do reservatório. Estas pessoas ainda utilizam a área de reservação para o recolhimento de materiais recicláveis barrados pelas telas de retenção que “filtram” o escoamento durante as chuvas, ficando expostas a contaminação por doenças de veiculação hídrica.

Intervenção efetuada no Córrego Pacaembu



Foto a: Rampa de acesso ao reservatório



Foto b: Vista parcial da área

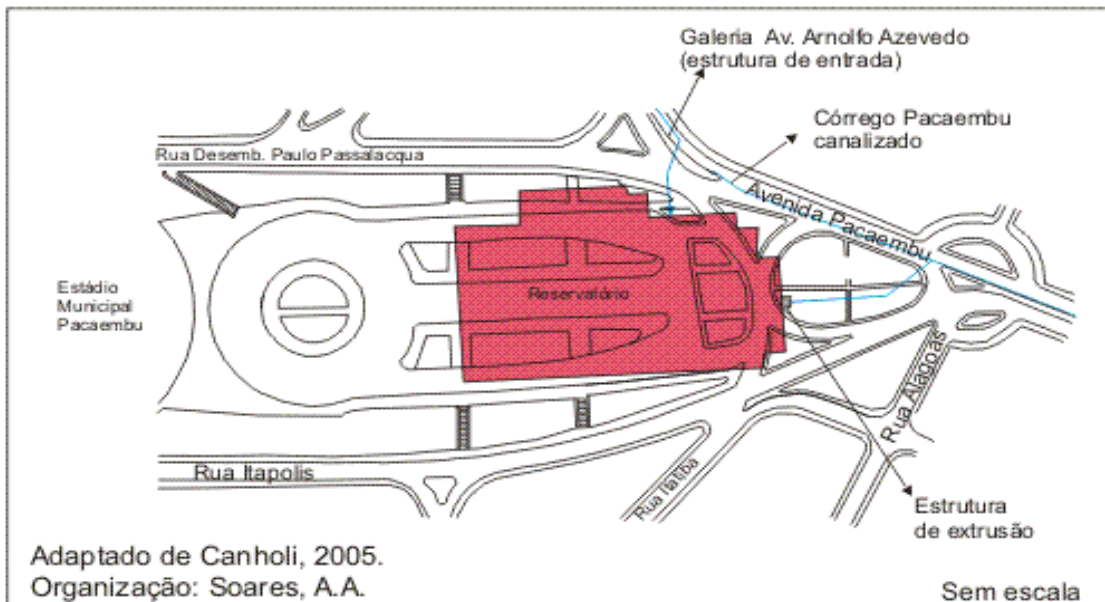


Foto C: Feira realizada sobre o reservatório



Foto C: Estacionamento sobre o reservatório

Fotos: Soares, A.A., 2007.

Fig. 27. Intervenção da bacia do córrego Pacaembu.

Reservatório do Pacaembu

Localiza-se na zona oeste do município de São Paulo, entre a avenida Pacaembu e as ruas Desembargador Passalacqua e Itápolis, no bairro do Pacaembu. Encontra-se situado abaixo da praça Charles Muller que, por ser tombada pelo Condephat e Conpresp como patrimônio histórico, foi demolida e reconstruída nos mesmos moldes da existente anteriormente a obra.

| Tempo de implantação | Nível de Ocupação | Status sócio-econômico | Nível de Eficiência Técnico | Nível de Satisf. da População | Outras Funções Urbanas |
|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| 1-1995 | consolidada | Alto | Eficiente | Satisfatório | UM |

Avaliação Geral

O reservatório tem capacidade de reservação de 75.000m³, sendo o único reservatório coberto de São Paulo. Este dispositivo foi construído pela prefeitura de São Paulo e custou cerca de US\$ 8.000.000. O volume d'água armazenado é devolvido ao córrego por gravidade.

Este dispositivo atua na diminuição dos efeitos de enchente à jusante, pois foi implantado à montante de uma bacia urbanizada com alto grau de impermeabilização, no entanto apresenta problemas de manutenção devido ao lixo carreado cuja limpeza não é feita imediatamente, causando mau-cheiro.

Como se trata de um dispositivo subterrâneo situado abaixo de uma praça, pode-se considerar que apresenta boa integração com a área de entorno, sendo utilizada como estacionamento e abrigando feiras, dentre outras funções que desempenha é fundamentalmente um local de intensa concentração e circulação de pessoas.

A urbanização presente no entorno é adequada. A paisagem evidência que a ocupação desta área é de status sócio econômico alto, apresentando-se bem arborizada e com os cursos d'água existentes canalizados Este reservatório constitui se em exceção dentre os demais dispositivos implantados na cidade de São Paulo com a mesma finalidade.

Deve-se ressaltar que este reservatório, por ser todo construído em concreto armado, não contribui para o aumento das taxas de infiltração, servindo apenas para realizar o amortecimento do pico de vazão quando há ocorrência de chuvas.

A tentativa de minimizar os impactos da urbanização sobre o sistema de drenagem urbano tem levado a engenharia à mudanças na abordagem do problema, buscando a incorporação de tecnologias compensatórias no sistema de drenagem urbano, fato que tem implicando nas últimas duas décadas na adoção das medidas de controle, que visam efetuar a restituição da capacidade de armazenamento e infiltração naturais da área, seja através da implantação de reservatórios de retenção ou da devolução da capacidade de infiltração, utilizando-se de técnicas que privilegiem a manutenção de áreas de infiltração naturais sempre que possível.

As medidas tomadas visando o controle das inundações na sub-bacia do Alto Tietê tem sido efetuadas em conjunto entre o Governo Estadual e as Administrações Municipais, que vem trabalhando na implantação dos dispositivos de retenção. Estes trabalhos têm se fundamentado no princípio básico de que os principais cursos d'água que compõem o sistema de macrodrenagem da bacia não comportam um escoamento que supere as capacidades de vazão atuais ou as previstas em projetos que se encontram em fase de implantação.

Com base nesta premissa, de não incremento do escoamento superficial e de manutenção das taxas de infiltração, o Plano Diretor Estratégico (2002-2012), bem como os Planos Regionais Estratégicos, elaborados para as sub-prefeituras, vem inserindo diretrizes para a gestão que apontam uma mudança de postura na abordagem do processo de urbanização, bem como no trato dos cursos d'água inseridos nesta realidade.

Na bacia do Alto Tietê registra-se a tentativa de mudanças na abordagem das questões referentes aos sistemas de drenagem, através de uma busca a superação das técnicas da abordagem tradicional que por décadas privilegiaram as canalizações, que atuam aumentando a velocidade dos escoamentos e conseqüentemente adiantando os picos de vazão, resultando num efeito cumulativo que em muitos casos foi responsável pela intensificação das inundações. Busca-se agora a incorporação do conceito de controle dos escoamentos.

Nos documentos referentes à questão observa-se ainda o intuito de atingir uma melhoria do desenvolvimento urbano, contemplando pontos como a contenção da expansão urbana, principalmente em localidades próximas a Áreas de Preservação Ambiental (APAs) ou que sejam sujeitas a inundações e deslizamentos, com vistas a promoção da densificação das áreas já dotadas de infra-estrutura e a contenção do processo de expansão pelas periferias. Além disso, busca-se a recuperação da paisagem degradada através do estímulo a implantação de parques lineares em cursos d'água, caminhos verdes, bem como a implantação de área de esporte, recreação e lazer nos reservatório de retenção de águas pluviais. Cabe ressaltar que tais obras encontram-se apenas em fase de planejamento (PDE,2002).

De fato observam-se avanços quanto às preocupações da administração pública municipal no que se refere à melhoria da qualidade ambiental e paisagística da cidade, como pode ser verificado no Plano Diretor Estratégico (2002), que parece estar buscando incorporar elementos das diretrizes da urbanização sustentável. No entanto, cabe ressaltar que numa região como a metrópole paulistana o processo de planejamento ao ser subdividido entre diversas agências, secretarias e departamentos embora tenha a finalidade de facilitar o processo, acaba se deparando com uma imensa desarticulação dos trabalhos, até mesmo dentro das administrações municipais, ocasionando grandes dificuldades no acompanhamento e fiscalização do cumprimento da legislação municipal reguladora da expansão urbana, comprometendo assim sua efetivação. Este fato pode ser averiguado, por exemplo, no processo de implantação, manutenção e avaliação dos resultados de obras, como os reservatórios de retenção.

Entretanto, deve-se ressaltar que a criação de um Plano Diretor Estratégico que contemple pontos que indicam uma mudança de postura incorporando novos conceitos considerados ambientalmente sustentáveis não significa que na prática as medidas adotadas sigam tais premissas, pois geralmente verifica-se uma resistência à esta mudança de paradigma, notando-se uma preferência acentuada dos gestores à adoção de tecnologias de uso corrente, com base no argumento que tais medidas são mais viáveis do ponto de vista prático.

Evidenciando-se tal situação, faz-se necessário que seja discutido até que ponto as medidas de controle são sustentáveis e se os gestores dos sistemas de drenagem

estão realmente dispostos à adoção de medidas que privilegiem o desenvolvimento sustentável da drenagem em conjunto com uma regulação do uso e ocupação do solo, a fim de propiciar de fato um desenvolvimento urbano de baixo impacto e que valorize os cursos d'água presentes no meio urbano.

Neste sentido a implantação dos reservatórios de retenção, ao invés de se constituírem em dispositivos relacionados à implantação de um sistema que privilegie as premissas da urbanização de baixo impacto, como o não aumento das vazões em novas áreas urbanas, têm sido construídos com base no velho pensamento de que a tecnologia pode resolver todos os problemas criados pelo homem e por seu uso e ocupação inadequados dos sítios urbanos.

Dessa forma, os reservatórios tem sido tratados como a simples recriações de áreas de várzeas, sendo construídos na grande maioria das vezes, em áreas periféricas, jogando mais uma vez para estas localidades e para estas populações a deterioração ambiental e paisagística gerada, agora, por estes dispositivos que em quase nada contribuem para a melhoria da qualidade ambiental, paisagística ou para a sustentabilidade dos sistemas de drenagem, uma vez que visam contornar apenas os efeitos das inundações, mas não contribuem no combate às suas causas, haja vista a continuidade registrada no processo de expansão urbana desordenado, das impermeabilizações e da prática das canalizações, que permanecem em curso nestes municípios, fato que pode ser evidenciado pelas Secretárias de Obras Municipais, principalmente do município de São Paulo, onde existe um programa destinado prioritariamente à canalização de córregos - o PROCAV - que segue confinando os cursos d'água que cortam a metrópole paulistana.

Até o ano de 2007 foram gastos cerca de 230 milhões de reais nas obras. No ano 2000 foram estimados em 9 bilhões de dólares o custo total das intervenções necessárias apenas para a cidade de São Paulo, desta forma, demandar-se-á um longo período para sua implantação completa. Devido ao alto custo das intervenções e ao longo período de implantação há a possibilidade, além de uma necessidade extrema, de que se introduza mudança nos projetos, com o intuito de que estes passem a promover ao menos a integração dos dispositivos ao processo de urbanização, bem como sua utilização para outras funções urbanas de forma segura, beneficiando a

população que se vêm obrigadas ao convívio com estas áreas, em muitas situações insalubres.

Assim faz-se necessário ressaltar que a gestão adequada dos recursos hídricos deve ser pensada de maneira que contemple a interação das diversas agendas existentes na bacia hidrográfica, associando recursos hídricos (agenda azul), meio ambiente (agenda verde) e cidade (agenda marrom). Desta forma, é imperativo que seja efetuada a compatibilização entre tais diretrizes na idealização de um planejamento geral. No entanto, para que as técnicas de engenharia sejam implementadas e para se assegurar a operação sustentável dos sistemas de drenagem, novos métodos de planejamento e gerenciamento urbanos fazem-se necessários (Parkinson, 2003).

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode ser verificado que muitas das intervenções apresentam grande semelhança, tanto por suas características estruturais quanto pelo contexto sócio-econômico e paisagístico em que se encontram inseridos.

As diferenças encontradas nos projetos dos dispositivos implantados mostram que as variações em suas características paisagísticas e de usos urbanos esta relacionada ao status sócio-econômico da área urbana onde se localiza a intervenção. Da mesma forma, são verificadas as diferenças na deficiência na manutenção dos dispositivos, sendo as regiões periféricas de status sócio econômico baixo as que mais sofrem os efeitos da ausência de manutenção dos reservatórios, abrindo a possibilidade da intensificação de processos de ocupação nas margens destes dispositivos e da deterioração da qualidade ambiental.

Quanto a sua função, os dispositivos mostram-se satisfatórios no amortecimento dos picos de vazão, sendo dimensionados para as necessidades de cada bacia com base nas considerações acerca das necessidades, da viabilidade técnica e econômica do projeto. No entanto, as dificuldades de projeto referem-se ao inadequado grau de conhecimento dos sítios onde foram construídos, devido à sua grande margem de especificidade “natural” e social, que tem resultado na idealização de projetos

ambientalmente inadequados, podendo-se citar como exemplo o caso do reservatório do Bananal, situado na zona norte de São Paulo, que apenas após sua implantação começou a ser estudado quanto a sua capacidade de contaminação do solo uma vez que estes dispositivos, de maneira geral, vem atuando como filtros dos lixos e sedimentos carregados pelos corpos d'água, sem que para isto fosse tomada nenhuma medida preventiva para evitar a deterioração ambiental nestas áreas.

Dessa forma, este trabalho teve por objetivo principal fazer uma avaliação das intervenções, estando ciente de seu alcance mitigador, portanto, trata-se de uma avaliação, apesar de qualitativa da sua contribuição e não da eficácia. Tem-se ciência também do alto custo das intervenções que demandarão um grande tempo para sua implantação completa. Portanto, cabe ressaltar a necessidade imperiosa de se implantar um novo modelo de urbanização que priorize a utilização de toda a capacidade de ocupação existente nas áreas já loteadas, o planejamento da expansão para as áreas adequadas, com a infra-estrutura urbana necessária previamente instalada, evitando-se assim o avanço do processo de expansão das periferias sem controle na RMSP com vistas a se preservar as áreas verdes naturais de várzeas ainda existentes, reduzir os impactos ambientais e os custos com a implantação de medidas de mitigação para os problemas sócio-ambientais já criados pelo modelo inadequado de urbanização vigente.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADORNO, V. Tietê: Uma promessa de futuro para as águas do Passado. São Paulo: Secretaria de Cultura da Prefeitura Municipal de São Paulo, 1999.
- AGRA, S.G. et alii. Sustentabilidade em drenagem urbana: escolhendo a estrutura de controle adequada para cada problema In CTAU/ABRH - Anais do VI Encontro Nacional sobre Águas Urbanas, Belo Horizonte, ABRH/UFMG/UFAL, 2005.
- AZEVEDO, A. A cidade de São Paulo: Estudos de Geografia Urbana. São Paulo: Companhia Editora Nacional, vol.1, 1958.
- BEZERRA, M.C.L.; FERNANDES, M.A. (coord.) – “Cidades Sustentáveis: subsídio à elaboração da Agenda 21 brasileira” – Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2000.
- BRAGA, R. e CARVALHO, P. F. de (org) – “Perspectivas de gestão ambiental em cidades médias” – Rio Claro, UNESP, LPM - Deplan/IGCE – 2001.
- BRAGA, R. e CARVALHO, P. F. de – “Recursos Hídricos e Planejamento Urbano e Regional” – Rio Claro, LPM/Deplan/IGCE – Unesp, 2003.
- CANHOLI, A. P. – Drenagem e Controle de Enchentes. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.
- CAVALCANTI, L. de S. (org.) – “Geografia da cidade: a produção do espaço urbano de Goiânia” – Goiânia, Editora Alternativa, 2001.
- COMITEAT – “Comitê da Bacia Hidrográfica Do Alto Tietê” – disponível em <http://www.comiteat.sp.gov.br> - acesso em dezembro de 2005.
- CTAU/ABRH – “Anais do VI Encontro Nacional sobre Águas Urbanas”- Belo Horizonte, ABRH/UFMG/UFAL, 2005.
- CUNHA, S.B. da; GUERRA, A.J.T. (2000) – “Degradação Ambiental” In GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B.(org.) “Geomorfologia e Meio Ambiente” 3ª Edição, Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, p.337-375.
- DAEE - Plano Diretor de Macrodrenagem da bacia do Alto Tietê. Disponível in: <http://www.daee.sp.gov.br>. Acessado em junho de 2007.
- DEÁK, C. e SCHIFFER, S. R. (orgs.) – “O processo de urbanização no Brasil” 1ª Edição, Editora da Universidade de São Paulo, 2004.
- IBGE – “Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística” – dados disponíveis em <http://www.ibge.gov.br> - acesso em janeiro de 2006.

JACOBI, P. e KECK, M – “A Bacia Hidrográfica do Alto Tietê” Relatório Preliminar do Projeto Marca D’Água – Núcleo de Políticas Públicas, Campus Universitário Darcy Ribeiro – Brasília DF, 2001

MILOGRANA, J. & CAMPANA, N.A.. Instrumentos para a gestão das inundações urbanas. In CTAU/ABRH - Anais do VI Anais do Encontro Nacional sobre Águas Urbanas, Belo Horizonte, ABRH/UFMG/UFAL, 2005.

NUCCI, J. C.-“Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília”- São Paulo: Humanitas/FFLECH/USP, 2001.

NUCLEO UNIÃO PRÓ TIETÊ – “A Bacia do Alto Tietê” – Fundação SOS Mata Atlântica, 2002 – disponível em <http://www.rededasaguas.org.br>, acesso de dezembro de 2006.

OLIVEIRA, R.C. de (1998) – “Medidas não estruturais na prevenção e controle de Enchentes em áreas urbanas como subsídio para o planejamento de uso e ocupação do solo: Estudo de caso: Bacia do Córrego do Gregório” - São Carlos, Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

PACHECO, A. – “Análise das características técnicas e da Legislação para op uso e proteção das Águas Subterrâneas em Meio Urbano (Município de São Paulo)” - São Paulo, Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, USP, 1984.

PARKINSON, J.; MILOGRANA, J.; CAMPOS, L.C.; CAMPOS, R. –“ Relatório do Workshop em Goiânia – Drenagem Urbana Sustentável no Brasil” – Goiânia, UFG, 2003.

PDE – Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo, 2002-2012. Secretaria de Planejamento urbano do município de São Paulo. Editora Senac. São Paulo

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO- “A questão Ambiental Urbana” – Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, São Paulo, 1993, 766p.

ROSS, L. J. S (2000) – “Geomorfologia Aplicada aos EIA-RIMAS”. In GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (org.) “Geomorfologia e Meio Ambiente”3ª Edição, Editora Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, p.291-336.

SANTOS, M.- A Urbanização Brasileira – 5ª Edição, São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 2005, 176p.

SEADE – “Fundação Sistema de Estadual de Análise de Dados” – Secretária de Economia e Planejamento, São Paulo, 2005 - disponível em <http://www.seade.gov.br> , acesso em julho

SOUZA, C.F e TUCCI, C- Desenvolvimento urbano de baixo impacto: uma aproximação à sustentabilidade da drenagem urbana. In CTAU/ABRH - Anais do VI Anais do Encontro Nacional sobre Águas Urbanas, Belo Horizonte, ABRH/UFMG/UFAL, 2005.

TOMAZ, P. Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obras municipais. São Paulo, Editora Navegar, 2002.

TUCCI, C.E.M. – Água no Meio Urbano In REBOUÇAS, A; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (org.) – Águas Doces no Brasil Capital Ecológico, Uso e Conservação – Escrituras: Editora São Paulo, 2002.

ZUCOLO, R.M. Algo do Tietê hoje: Leito, várzea e afluente. São Paulo: Nova Bandeira Produções Editoriais, 2000.