

CAPÍTULO 25

AVALIAÇÃO DE POLÍTICAS PARA PRESERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE MANANCIAIS DE ABASTECIMENTO PÚBLICO DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

Juliana Ikebe Otomo¹, Sheila Cardoso-Silva², Wesley Daniel Souza dos Santos³, Elâine Arantes Martins Jardim¹ & Marcelo Pompêo⁴

1 - Centro de Química e Meio Ambiente, Instituto de Pesquisas Nucleares. 2 - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Sorocaba, Sorocaba, Brasil. 3 - Instituto de Biologia Marinha e Meio Ambiente, Peruíbe, São Paulo, Brasil. 4 - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
E-mail: julianaiekebe@gmail.com

RESUMO

A degradação da qualidade das águas nas áreas de mananciais na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) tem exigido do poder público a elaboração de políticas eficazes. Este capítulo tem como objetivo identificar as políticas de preservação e recuperação dos mananciais destinados ao abastecimento público da RMSP, analisando seus resultados e avaliando sua efetividade, tomando como estudo de caso as represas Guarapiranga e Paiva Castro (uma das cinco represas formadoras do Sistema Cantareira). Historicamente, apenas na década de 60, o poder público, tomou as primeiras medidas, de ordenamento urbano com o intuito de proteger as áreas de mananciais. Desde então, uma série de políticas públicas foram elaboradas. Apesar dos esforços, as ocupações irregulares em área de mananciais, com o consequente lançamento de efluentes sem tratamento, prosseguiu e os problemas de degradação da qualidade da água ainda persistem. Apesar das políticas urbanas, ambientais e hídricas brasileiras fazerem com que a legislação nacional apresente muitos instrumentos, considerados de modo geral, avançados, falta decisão política e maior rigor na aplicação das políticas públicas para que estas sejam tão eficientes na prática quanto na teoria.

1 INTRODUÇÃO

Reservatórios de água ou represas são corpos hídricos artificiais construídos para satisfazer as necessidades humanas. Por estarem associados ao homem, estes ecossistemas, em geral, apresentam em suas bacias de drenagem atividades antrópicas que colocam em risco a qualidade de suas águas. Esta situação é particularmente verdadeira na região metropolitana de São Paulo (RMSP), o que vem exigindo do poder público a elaboração de políticas públicas eficazes e a implementação de um sistema de gerenciamento de recursos hídricos eficiente.

A RMSP, com 19,1 milhões de habitantes, sendo considerada a maior metrópole da América do Sul, concentra o mais importante pólo financeiro, industrial e comercial do Brasil. Como todas as grandes cidades, possui muitos desafios com relação à qualidade dos serviços de infraestrutura e limitação de espaço físico. Por apresentar diversos problemas, o sistema de gestão de recursos hídricos na região acabou sendo melhor estruturado em comparação ao país como um todo. São Paulo, por exemplo, foi um dos primeiros estados no país a instaurar a gestão dos recursos hídricos por bacias hidrográficas ou Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHs), procedimento que dá uma visão do conjunto de problemas e não uma visão individualizada, facilitando o processo de gestão. Apesar do maior avanço, o estado ainda apresenta muitos problemas a serem superados para que os corpos hídricos sejam recuperados e protegidos.

Mananciais como o da represa Billings e o da represa de Guarapiranga, por exemplo, utilizadas para o abastecimento público, apresentam grande parte de suas áreas ocupadas por atividades antrópicas e assentamentos irregulares. Procedimentos que colocam em risco os usos múltiplos destes reservatórios. De acordo com dados do IBGE de 2000, a população residente na área da represa Billings é de cerca de 453 mil pessoas e na represa de Guarapiranga de 518 mil pessoas. Desse total, são moradores de favelas, 97 mil pessoas na represa de Guarapiranga e 107 mil na represa Billings, número que representa 17,6% do total de população de favelas na cidade de São Paulo (SANTORO et al., 2008).

Este tipo de ocupação desordenada está diretamente associada ao lançamento de efluentes sem tratamento nas bacias hidrográficas e como consequência há o aumento: dos custos para tratamento da água, do número de casos de doenças de veiculação hídrica, do aporte de nutrientes e de contaminantes como metais tóxicos, xenobióticos (compostos químicos estranhos a um organismo ou sistema biológico), compostos orgânicos persistentes e traços de produtos farmacêuticos.

A elevação da carga de nutrientes, principalmente N (Nitrogênio) e P (Fósforo), acarreta no aumento do estado trófico dos corpos d'água e como consequência pode haver a diminuição da diversidade biológica, a mortandade de peixes e a maior floração de algas, em particular cianobactérias potencialmente tóxicas. Além disso, quanto maior a disponibilidade de N e P no meio aquático maior será a taxa de duplicação de vírus aquáticos, como por exemplo, o vírus causador da hepatite (HBV). Da mesma forma, o aumento da eutrofização pode promover o aumento na abundância de vetores do *Vibrio cholerae* (agente causador da cólera), como algumas espécies de copépodos (pequenos crustáceos que compõe a fauna aquática), influenciando, assim, a probabilidade da ocorrência de epidemia de cólera em populações humanas susceptíveis à doença (GALLI; ABE, 2010).

Atualmente, a medida paliativa para controlar os efeitos da floração de algas decorrentes do processo de eutrofização é a aplicação de algicidas como sulfato de cobre e peróxido de hidrogênio. Devido a tal medida, as concentrações de cobre nos sedimentos das represas Rio Grande (complexo Billings) e Guarapiranga estiveram, em alguns pontos, acima dos valores de referência regionais ou dos valores estabelecidos pelo Ministério do Meio Ambiente Canadense (órgão responsável pelos padrões internacionais de rotulagem da Global Ecolabelling Network – GEN), indicando prováveis efeitos tóxicos sobre organismos (MARIANI; POMPÊO, 2008; POMPÊO et al., 2013). Na represa Paiva Castro, pertencente ao Sistema Cantareira, há registros de maiores teores de cobre no sedimento superficial do que no sedimento de fundo, de épocas pretéritas, resultado este consequência da aplicação de sulfato de cobre (CARDOSO-SILVA, 2013).

A situação chama atenção, pois a SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) não dispõe de tecnologia para a remoção de metais no tratamento da água (OLIVEIRA, 2005). Na verdade, uma vez inseridos no meio ambiente, dificilmente os tratamentos físicos e químicos conseguem retirá-los (EL-ENANY; ISSA, 2000). Para Luiz Di Bernardo (USP, EESC, comunicação pessoal - MARIANI, 2006) não há literatura específica sobre a remoção de metais pelas estações de tratamento de água (ETA). Primeiramente, é preciso saber se os metais estão dissolvidos ou complexados à matéria orgânica. Com base nessa informação é possível decidir pelo uso de algum oxidante nas ETAs para produzir precipitados dos respectivos metais. Sem esses cuidados a população poderá estar exposta a tais elementos e aos seus possíveis efeitos tóxicos.

A melhoria das condições socioambientais dos mananciais, e o consequente efeito positivo sobre os corpos d'água, é urgente, uma vez que a Região Metropolitana de São Paulo dispõe de poucas fontes de água com qualidade e quantidade adequadas para o abastecimento público (BICUDO, 2010).

Este capítulo tem como objetivo identificar as políticas de preservação e recuperação dos mananciais destinados ao abastecimento público da Região Metropolitana de São Paulo, analisando seus resultados e avaliando sua efetividade, tomando como estudo de caso as represas Guarapiranga (São Paulo) e Paiva Castro (Mairiporã).

2 ÁREA DE ESTUDO

A Região Metropolitana de São Paulo possui 8 sistemas produtores de água que estão inseridos na UGRHI 6 – Alto do Tietê. Os dois maiores dessa UGRHI são o Sistema Cantareira que produz $33 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ e abastece aproximadamente 9 milhões de pessoas, seguido da represa de Guarapiranga com produção de $14 \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$ e que abastece aproximadamente 4 milhões de habitantes. Para produzir esta quantidade de água, o Sistema Cantareira faz a transposição entre duas bacias hidrográficas, importando água da Bacia Hidrográfica do Piracicaba para a Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. O sistema Cantareira é composto pelas sub-bacias hidrográficas do Jaguari, Jacareí, Atibainha, Cachoeirinha, Juquery e por cinco reservatórios: Jaguari, Jacareí, Atibainha, Cachoeirinha, Paiva Castro, respectivamente, ligados por túneis artificiais subterrâneos, canais e bombas (WHATELY; CUNHA, 2007). Apesar de sua importância como manancial da RMSP, o sistema passa por intenso crescimento populacional ao longo de suas bacias formadoras. A situação é mais preocupante na sub-bacia do rio Juquery, pois apresentou maior expansão urbana no período de 1989-2003 (WHATELY; CUNHA, 2007). A região passou a sofrer com a intensificação da industrialização, principalmente a partir da década de 1980 (LOPES, 2007), atividades que levaram ao aumento do aporte de nutrientes no período de 1989 a 1998 (GIATTI, 2000; SILVA, 2002). Atualmente apesar de ainda estar bem preservado, em comparação aos mananciais Billings e Guarapiranga, e de apresentar boa qualidade da água para abastecimento (CARDOSO-SILVA, 2013), o sistema Cantareira apresenta ameaças como: aumento dos usos urbanos no território e decréscimo nos índices de qualidade da água dos principais rios formadores no período de 1987 a 2004 (WHATELY; CUNHA, 2007).

Na região do Cantareira, aplicações de algicidas, como o sulfato de cobre, ocorrem na saída de água do reservatório Atibainha, pouco antes do encontro com o rio Juqueri, particularmente nos meses mais quentes do ano, no verão (POMPÊO, 2012). Este fato sugere que a água do Sistema Cantareira que chega ao reservatório Paiva Castro apresenta impactos na sua qualidade, provavelmente pelo processo de eutrofização devido a grande entrada de nutrientes originários de águas servidas não tratadas, somado ao excesso de cobre decorrente das aplicações de algicida. A continuidade do mesmo processo de permissividade aplicados nas bacias das represas Billings e Guarapiranga, agora aplicado nas bacias do Sistema Cantareira, provavelmente terá reflexo negativo na qualidade de suas águas, um fato preocupante, já que conferem às represas do Cantareira uma perspectiva ou mesmo já uma realidade na contaminação de seus sedimentos por metais. Deve-se levar em consideração que em represas com sedimentos contaminados por elevadas concentrações de metais decorrentes de ações antrópicas abrem-se outras possibilidades de

contaminação, destacando-se contaminantes orgânicos e emergentes em águas superficiais, sedimentos e muitas vezes seguindo para a água que bebemos (CUNHA et al., 2011; SANTOS et al., 2012; SODRÉ et al., 2010), ou até mesmo pela presença de fármacos (ALMEIDA; WEBER, 2005).

A represa do Guarapiranga foi construída em 1908, pela Companhia Light & Power, com a finalidade de geração de energia elétrica. Somente em 1924 sua funcionalidade passou a ser o abastecimento público da cidade de São Paulo (PÔMPEO et al., 2008). Embora seja o segundo maior produtor de água, a Guarapiranga é um dos mananciais mais ameaçados da RMSP, pois vem sofrendo intenso processo de eutrofização, assoreamento e toxicidade.

A região teve um aumento de 40% na população entre 1991 e 2000, o que representa aproximadamente 800 mil pessoas (BICUDO, 2010). Em 2003 a represa apresentou alteração em mais da metade de sua área devido à intensa atividade antrópica na região. Os principais fatores causadores dessa alteração foram apontados como sendo a grande carga de esgoto sem tratamento despejada em suas águas, aumentando significativamente a carga de nutrientes e coliformes fecais e resultando na eutrofização. Outro fator que contribuiu para o decréscimo na qualidade da água da represa foi o longo período de estiagem que acarretou na diminuição do espelho d'água, por consequência resultando em menor diluição da poluição, aumento no número de algas que elevam o custo de tratamento, dificuldade em controlar gosto e odor, entupimento dos filtros de captação, maior consumo de produtos químicos entre outros (CETESB, 2007). Como comentado, a represa Guarapiranga também recebe tratamentos com algicidas para o controle da floração de algas e cianobactérias potencialmente tóxicas o que tem levado a registros de altos teores de cobre nos sedimentos (POMPÊO et al., 2013; SILVA, 2013; LAGE; 2013).

3 AS POLÍTICAS PÚBLICAS PARA PROTEÇÃO E RECUPERAÇÃO DOS MANANCIAIS

Por muitos anos a questão ambiental não foi levada em consideração no processo de crescimento e desenvolvimento das cidades. No início do século XX o processo de urbanização exigiu maior infraestrutura para seus habitantes e muitas obras foram iniciadas a fim de prover essa necessidade, como a já mencionada construção da represa Guarapiranga, construção de linhas de bonde, abertura de estradas, entre outras obras que caracterizam a formação das cidades. Assim, problemas com relação ao uso e ocupação do solo começaram a surgir. O crescimento da oferta e procura de moradia resultou em valorização de terrenos nas regiões centrais e como consequência muitas pessoas de baixa renda migraram para regiões periféricas, com pouca ou nenhuma infraestrutura. Na década de 1940 começaram a surgir as primeiras favelas em terrenos irregulares, e desde então esse cenário só aumentou, expandindo para as regiões de mananciais (década de 50 e 60) (SANTORO et al., 2008).

Historicamente, o poder público passou a se preocupar efetivamente com o controle da urbanização das áreas ocupadas irregularmente apenas a partir da década de 1960, quando reconheceu que essa ocupação é o principal fator contribuinte para a diminuição da qualidade das águas dos mananciais; assim foram iniciadas diversas políticas, tanto no nível estadual como no federal, com o intuito de reverter esse quadro. A primeira ação foi a elaboração do Plano Metropolitano de Desenvolvimento Integrado – PMDI em 1969, cujo objetivo era reorientar o crescimento urbano para fora dos mananciais, tendo como auxílio as leis estaduais que se complementam. A Lei nº 898/75, que disciplina o uso do solo para a proteção dos mananciais de interesse da Região Metropolitana de São Paulo, define as atividades e limitações que devem ser impostas pela lei e a quais órgãos deverão ser submetidos a projetos e licenças dessas atividades e a Lei nº 1.172/76 que delimita as áreas de proteção referidas na primeira lei, proibindo a ocupação em áreas ambientalmente mais sensíveis e de grande importância para produção de água ou limitando os adensamentos populacionais, variando de 6 a 50 hab ha⁻¹ dependendo da proximidade com o manancial. Essa lei também limita o uso da água priorizando o abastecimento público e enfatiza a necessidade do afastamento de esgoto. Além destas, tem-se também a Legislação para Parcelamento do Solo (Lei Federal nº 6.766/79) que determina entre outras coisas, a infraestrutura básica exigida

para o parcelamento urbanístico adequado. Por esta lei destaca-se a criminalização de loteadores de assentamento irregulares. Em suma, essas leis tiveram o intuito de evitar a ocupação das áreas de mananciais e preservar o ambiente, ora restringindo totalmente novas ocupações ora propondo ocupações pouco adensadas com grandes áreas permeáveis, pois consideravam a ocupação urbana da bacia como principal fator para a baixa qualidade da água (WHATELY et al., 2008). Entretanto, percebeu-se um aumento das ocupações irregulares e precárias contribuindo ainda mais para a degradação da qualidade da água nos mananciais (SANTORO et al., 2008).

A partir da década de 1980 notou-se um aumento das iniciativas políticas que visaram à proteção do meio ambiente com a criação da Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81), a nova Constituição Federal em 1988, a criação da Política Estadual de Recursos Hídricos (Lei nº 7.663/91) e principalmente o evento global Rio 92.

A criação da Política Nacional do Meio Ambiente teve como um dos objetivos associar o desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente e do equilíbrio ecológico, conservando e restaurando os recursos ambientais, criando a figura do poluidor-pagador, obrigando o usuário a recuperar e/ou indenizar os danos causados e a contribuir pela utilização de recursos ambientais com fins econômicos. Foi criado o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), constituído por órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos territórios e dos municípios, para proteção e melhoria da qualidade ambiental. Dentre eles, destacam-se o conselho de governo para assessorar o presidente da República na formulação da política para preservação do meio ambiente, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) como órgão consultivo e deliberativo, com a função de propor políticas para o meio ambiente e deliberar sobre padrões e normas compatíveis com o ambiente ecologicamente equilibrado; a Secretaria de Meio Ambiente da presidência da República para planejar, coordenar, supervisionar e controlar a política nacional e as diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente; o IBAMA com a função de executar as políticas para o meio ambiente. Em suma, a lei da política nacional teve grande influência no desenvolvimento do capítulo de meio ambiente da constituição federal de 1988.

Em atendimento à Constituição de 1988, mais especificamente ao seu artigo 225º, estabeleceu-se, no Estado de São Paulo, a criação de uma Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) que foi concretizada com a Lei nº 7.663/91 com objetivo de assegurar que a água tenha sua utilização controlada, permanecendo dentro de padrões de qualidade satisfatórios, por seus usuários atuais e futuros, em todo território do Estado. Adotaram-se as bacias hidrográficas como unidades territoriais com gerenciamento descentralizado, participativo e integrado pelo governo, prefeitura e sociedade civil focando compatibilizar o desenvolvimento das atividades econômicas com a proteção, recuperação e conservação da bacia. Outro destaque desta lei é o reconhecimento da água como um bem econômico determinando a cobrança pelo seu uso. A PERH é executada pelo Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH), que também tem a função de formular, atualizar e aplicar o Plano Estadual de Recursos Hídricos. Por sua vez, o SIGRH conta com o auxílio dos órgãos colegiados, deliberativos e consultivos que são o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH) e os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH). Cabe a esses a função de elaborar o Plano Estadual de Recursos Hídricos e os planos das bacias. Essa mesma lei criou o Fundo Estadual de Recursos Hídricos (Fehidro), responsável pela aplicação do recurso financeiro obtido pela cobrança da água.

Neste cenário de reconhecimento da situação precária dos mananciais e a criação de políticas para proteger e recuperar o recurso essencial que é a água foi proposto, em 1991, o Programa Guarapiranga, um trabalho conjunto entre o Governo do Estado de São Paulo e a Prefeitura do Município de São Paulo, com recursos do BIRD (Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento). Esse Programa teve como objetivo recuperar a qualidade da água da Bacia do Guarapiranga. Para atingir tal fim foram previstas uma série de obras de recuperação urbana da região, como a urbanização de favelas e a adequação de infraestrutura dos bairros carentes. Além de obras de ampliação da rede de esgoto e manutenção da rede existente, coleta de lixo, recuperação

das margens da represa, pavimentação e adequação do sistema viário (BALTRUSIS; ANCONA, 2006).

Contudo, de acordo com Viveiros (2004), a despeito dos altos custos do Programa, não ocorreu melhora na qualidade da água, uma vez que, apesar dos esforços, não foi contido o adensamento populacional e novas ocupações na Bacia. Ainda que algumas das áreas ocupadas precariamente tenham apresentado melhorias urbanísticas com o afastamento do esgoto, que prejudicava a saúde e a qualidade de vida da população local, a falta de coleta integral e de tratamento fez com que o mesmo esgoto passasse a chegar em maior volume e com maior velocidade nos rios e córregos que deságuam na Guarapiranga, e também na própria represa, piorando a qualidade da água do manancial (WHATELY et al., 2008). Como consequência, entre 1998 e 2003, a quantidade total de produtos usados para tratar 1 milhão de litros de água chegou a aumentar 51% no sistema Guarapiranga (VIVEIROS, 2004).

Com a continuidade dos problemas de degradação da qualidade da água nos mananciais e adensamento populacional foi sancionada a Lei Estadual nº 9.866/97 que adota como objetivo não só a proteção, mas a recuperação da qualidade ambiental dos mananciais para abastecimento público. Esta lei define a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão e cria as Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais (APRMs). A maioria das medidas propugnadas pela Lei nº 9.866/97 tem caráter não estrutural, no sentido de trabalharem com a prevenção dos processos de poluição e não com sua correção (SILVA; PORTO, 2003). Uma crítica a esta lei é o fato de ter atribuído às leis específicas de cada bacia, a definição das áreas de intervenção, postergando ainda mais medidas preventivas e de recuperação.

Por pressões do ministério público, a prefeitura de São Paulo iniciou, em 1998, o Plano Emergencial que determinou as áreas cuja intervenção era urgentíssima e estabeleceu-se um prazo para que a prefeitura realizasse obras que atendesse as populações que vivem nas áreas de mananciais. Este plano teve como principal objetivo sanear mais do que prover com habitação. A prioridade do empréstimo que originou o programa era a melhoria das condições da água nos reservatórios da cidade, o que não ocorreu embora a urbanização com saneamento esteja acontecendo em diversas áreas de mananciais.

O Programa Guarapiranga teve seu fim em 2000 e após 5 anos iniciou-se o Programa Mananciais estendendo sua aplicação aos outros mananciais de interesse da RMSP. Este programa, também conhecido como Programa de Saneamento Ambiental dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, envolve governo do estado, a SABESP e as prefeituras de São Bernardo do Campo e Guarulhos e conta com o financiamento do BIRD. Engloba as sub-bacias de mananciais situadas no interior da RMSP, utilizadas para o abastecimento público, sendo elas: Billings, Guarapiranga, Alto Tietê-Cabeceiras, Juqueri-Cantareira e Alto e Baixo Cotia (PM, 2012). O Programa Mananciais visou a implantação de medidas de proteção e de recuperação dos mananciais, principalmente nas áreas de maior vulnerabilidade urbana e ambiental, melhorias nos padrões de ocupação urbana no que se refere às condições mínimas de infraestrutura viária, drenagem e saneamento, com serviços regulares de limpeza de ruas, coleta de esgotos e de resíduos sólidos e melhoria na qualidade de vida da população residente e promoção da educação ambiental (PM, 2012).

Para atingir os objetivos estabelecidos pelo Programa Mananciais foram criadas ações a serem implementadas em curto, médio e longo prazo, cujas prioridades foram identificadas no Plano de Bacia do Alto Tietê. Fazem parte do Programa metropolitano de mananciais:

- **Programa Guarapiranga Billings:** O programa Guarapiranga e Billings integrou o Programa Mananciais no período de 2008 a 2012, com recursos provenientes da Secretaria de Saneamento e Energia, da Secretaria do Meio Ambiente, da SABESP, da CDHU, do Banco Mundial, das prefeituras de São Paulo, São Bernardo do Campo e Guarulhos e do governo federal, por meio do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), desenvolvido pelo Ministério das Cidades. O projeto previa expansão de infraestrutura pública em loteamentos de baixa renda, urbanização de favelas, construção de unidades habitacionais para famílias a serem reassentadas e regularização fundiária beneficiando aproximadamente 55 mil famílias.

- **Programa Córrego Limpo**: realizado pela Prefeitura de SP e SABESP, visa corrigir deficiências dos sistemas de esgoto sanitário já existentes. Problema este causado principalmente pela urbanização desorganizada. O programa previa a despoluição de 150 córregos com população estimada em 3,8 milhões de habitantes, sendo 23 nas áreas de mananciais da Guarapiranga e Billings, com 185 mil habitantes. No final de 2011 foram concluídos os trabalhos em 103 córregos, onde foram encaminhados para tratamento mais de 1.000 L.s⁻¹, refletindo na melhoria da qualidade das águas dos rios Tietê e Pinheiros. Até o final de 2012 a previsão era que fossem despoluídos mais 49 córregos (SABESP, 2012).

- **Pró-Billings**: é um dos principais programas da SABESP para a área da represa em São Bernardo dos Campos, em parceria com a JICA (*Japan International Cooperation Agency*), tem ações voltadas para o município de São Bernardo do Campo, prevendo a expansão do sistema de esgotamento sanitário. O objetivo a ser atingido, até 2015, é encaminhar 100% do esgoto que atualmente é despejado na bacia da represa e no ribeirão dos Couros para a ETE (Estação de Tratamento de Esgoto) ABC. O Pró-Billings prevê ligações domiciliares de esgoto, assentamento de 105 km de redes coletoras de esgoto, 33 km de coletores-tronco e a implantação de três estações elevatórias de grande porte para exportação dos esgotos. Também serão executados sistemas de esgotamento sanitário em comunidades isoladas. O programa, que existe desde 2008, teve sua primeira etapa iniciada em 2010 contemplando a construção do primeiro coletor-tronco, Ribeirão dos Couros, e o prazo de conclusão é para o primeiro semestre de 2013 (GALVEZ, 2012).

- **Projeto Orla Guarapiranga**: é uma das ações ligadas ao Programa Defesa das Águas, criado em 2008, que prevê a preservação da represa e da vegetação do entorno através da implantação de parques lineares, inibindo ocupações irregulares além de ampliar as áreas de lazer, recreação, esportes e turismo para população. O projeto Orla da Guarapiranga é uma iniciativa conjunta das secretarias municipais das Subprefeituras e do Verde e Meio Ambiente, da Subprefeitura Capela do Socorro, da Secretaria de Saneamento e Energia do Estado e do Banco Mundial. Dos sete parques previstos para o local, quatro estão com a primeira fase pronta ou em implantação (PREFEITURA, 2012). De acordo com dados da Prefeitura de São Paulo (2012), a guarda ambiental possui 540 funcionários para atuar na fiscalização prevista. O projeto se compromete a dar apoio de 5 a 8 mil reais para as famílias que forem removidas de seus assentamentos, no entanto, esta quantidade é insuficiente para adquirirem nova moradia adequada. Desta maneira, essa medida acaba por provocar ocupações irregulares semelhantes em outras regiões. Com este programa foi criada uma divisão especial da GCM (Guarda Civil Metropolitana) e uma Delegacia de Meio Ambiente para policiar a degradação ambiental desses mananciais (COMPANY SUL, 2012).

A lei específica da Guarapiranga foi elaborada entre 2001 e 2002 por um processo participativo seguindo as diretrizes da lei nº 9.866/97, porém respeitando as particularidades dessa bacia. Em 2006 foi aprovada como Lei Estadual nº 12.233/2006 – Área de Proteção e Recuperação de Mananciais da Guarapiranga – APRM-G, que passou a definir a sub-bacia do Guarapiranga como área de proteção, com um Sistema de Planejamento e Gestão vinculado ao SIGRH, articulado aos Sistemas de Meio Ambiente, de Saneamento e de Desenvolvimento Regional, dentro dos termos da Lei Estadual nº. 9.866/97 (ALVIM, 2008). O principal objetivo dessa lei era garantir a utilização da represa para abastecimento público, e para isso foram estabelecidas condições e instrumentos para ações efetivas de recuperação e proteção do manancial (WHATELY; CUNHA, 2006).

A lei específica da Guarapiranga disciplina o uso e ocupação do solo, diferenciando em três tipos de áreas: área restrita a ocupação (áreas de proteção permanente); área de ocupação dirigida (pode ocorrer em locais específicos que não comprometam a produção de água) e área de recuperação ambiental, que após ser recuperada deve ser enquadrada em uma das duas categorias anteriores. Também define ações para adequação de coleta e disposição de resíduos sólidos e sistemas de esgotamento sanitário (WHATELY; CUNHA, 2006).

Para a região do Cantareira foi elaborado projeto de Lei (Lei da Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Alto Juquery- APRM). Apesar da qualidade da água ainda ser considerada boa para abastecimento público (WHATELY; CUNHA, 2007; CARDOSO-SILVA, 2013) na região, constatou-se piora dos índices de qualidade da água e aumento dos usos urbanos do território no período de 1989 a 2003 (WHATELY; CUNHA, 2007), portanto, a necessidade da tomada de políticas públicas tornou-se urgente. O projeto de lei da APRM-Alto-Tietê é bastante completo, no qual são previstos muitos aspectos negligenciados em outras normativas legais, tais como fonte de recursos, agentes implementadores e ligações com a legislação vigente e conta também com uma maior participação popular (CASAZZA, 2012). A APRM Alto Tietê apresenta como foco principal o disciplinamento do uso e ocupação do solo na região, o que é fundamental para que a urbanização não atinja as mesmas proporções dos mananciais Billings e Guarapiranga, e recomenda a promoção de educação ambiental.

Considerando a importância da participação popular na proteção e recuperação dos corpos hídricos, Cassaza (2012) efetuou análise do projeto de Lei APRM Alto Tietê e relacionou a efetividade do mesmo frente a percepção ambiental da população. O autor concluiu que apesar de estar baseada no controle do uso e ocupação do solo a população não compreende a relação das medidas de controle do uso do solo como uma forma de proteção dos recursos hídricos existentes na região. Para que a participação social se torne uma constante na execução do projeto de lei será necessária a divulgação desta possibilidade para a população da área de influência do reservatório Paiva Castro e canal Juquery, o que será fundamental para a efetividade da Lei APRM Alto Tietê.

Na região do Sistema Cantareira, os baixos índices de coleta e principalmente de tratamento de esgoto nos municípios da região precisam ser revertidos. Também a silvicultura, bem como as atividades industriais em áreas de Mata Atlântica da região, devem ser controladas. Neste sentido a fiscalização por parte do poder público precisa ser ampliada. Além disso, políticas públicas devem ser direcionadas para as grandes áreas ocupadas por campos antrópicos que podem comprometer a qualidade e a quantidade de água produzida (ISA, 2012). Embora já ocorram na região diversas medidas de educação ambiental, estas devem ser ampliadas.

O poder público não soube gerir o crescimento urbano, não se preparou para fiscalizar intensamente de forma a evitar novas ocupações e, em último grau, considerando o grande número e área ocupada, não conseguiu intervir, provendo de saneamento e condições de boa habitação, na mesma velocidade que se formava o quadro de degradação (SANTORO et al., 2008).

O que se observa na verdade é a tolerância e condescendência em relação à produção ilegal do espaço urbano pelos governos municipais aos quais cabe a maior parte da competência constitucional de controlar a ocupação do solo (MARICATO, 2003). Aparentemente constata-se que é admitido o direito à ocupação, mas não o direito à qualidade de vida.

4 QUALIDADE DAS ÁGUAS E SEDIMENTO

A CETESB mantém programa de monitoramento da qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo que teve início em 1974 com a instalação de 47 pontos de coleta de amostras. Em 2000 esse número foi elevado para 136 pontos devido ao aumento da densidade demográfica e desenvolvimento econômico, o que gerou a necessidade de um monitoramento mais abrangente. Para medir a qualidade das águas, a CETESB desenvolveu o Índice de Qualidade das Águas (IQA) que incorpora 9 parâmetros: temperatura, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliforme fecal, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez. Esses parâmetros são considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas (CETESB, 2000).

A partir do IQA pode-se determinar a qualidade das águas brutas, indicada por uma escala de 0 a 100, conforme a gradação a seguir:

- Qualidade Ótima $79 < IQA < 100$
- Qualidade Boa $51 < IQA < 79$
- Qualidade Regular $36 < IQA < 51$

- Qualidade Ruim $19 < IQA < 36$
- Qualidade Péssima $IQA < 19$

Em 2002 a CETESB estabeleceu novos índices para monitorar as bacias das UGRHIs, dentre eles o IAP (Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público) e o IET (Índice de Estado Trófico). O IAP é resultado da ponderação entre o IQA e o ISTO (Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas) que é composto pelo grupo de substâncias que afetam a qualidade organoléptica da água (fenóis, ferro, manganês, alumínio, cobre e zinco) e das substâncias tóxicas (teste de mutagenicidade, potencial de formação de trihalometanos, cádmio, chumbo, cromo total, mercúrio e níquel). Assim, a qualidade da água destinada ao abastecimento público é avaliada pelo IAP seguindo a mesma gradação do IQA (CETESB, 2003).

O IET descreve a condição de qualidade de um corpo d'água quanto à quantidade de nutrientes. Os teores de nutrientes num corpo hídrico podem estar associados às atividades antrópicas, sendo neste caso provenientes da utilização de fertilizantes na agricultura e dos descartes de esgotos domésticos e industriais sem o devido tratamento (CETESB, 2003). Em relação aos teores de nutrientes, os ambientes variam entre o estado de menor e maior trofia, oligotróficos e eutróficos, respectivamente.

O processo da eutrofização ocorre pelo enriquecimento das águas por nutrientes e pela contribuição de fatores físicos como a transparência, temperatura e regime hidráulico do corpo d'água, resultando no crescimento de seres fotossintetizantes, como as comunidades fitoplanctônicas e as plantas flutuantes. Em níveis baixos, a eutrofização pode ser benéfica, pois aumenta a produtividade dos corpos hídricos. Em níveis excessivos, pode causar interferências estéticas e recreacionais; variações acentuadas do oxigênio dissolvido, provocando a mortandade de peixes; sedimentação da matéria orgânica em decomposição no fundo dos corpos d'água; crescimento extensivo de macrófitas aquáticas (por exemplo, aguapés) que interferem nos diferentes usos da água favorecendo o desenvolvimento de larvas de insetos e parasitas; desenvolvimento de cianobactérias potencialmente tóxicas à saúde humana e animal e que podem causar problemas de tratamento nas ETAs (CETESB, 2003), isto porque os tratamentos convencionais não removem as moléculas de toxina liberadas pelas cianobactérias. Desta forma são necessários investimentos em tratamentos mais eficientes e de maior custo econômico.

A avaliação da trofia (grau de enriquecimento) do ambiente pode ser feita por meio da aplicação de diversos índices. Até 2004 a CETESB utilizava o IET de Carlson modificado por Toledo (1983) e que empregava as seguintes classificações para os lagos e reservatórios:

- oligotrófico - corpos d'água limpos, de baixa produtividade, não interfere nos usos da água;
- mesotrófico - corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos;
- eutróficos - corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, em que ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água e interferências nos seus múltiplos usos e
- hipereutróficos - corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, podendo inclusive estar associados a episódios de mortandade de peixes e causar consequências indesejáveis sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

A partir de 2005, a CETESB passou a utilizar o IET estabelecido por Lamparelli (2004). Além das classes definidas anteriormente o índice proposto por Lamparelli (2004) adota também mais dois estados de trofia: 1) ultraoligotrófico, cujo teor de nutrientes no ambiente é menor do que o encontrado para o estado oligotrófico e 2) supereutrófico, reflexo do maior impacto antrópico com os mais elevados teores de nutrientes.

A CETESB avalia o estado trófico de um determinado corpo hídrico a partir do levantamento das concentrações de fósforo e clorofila "a", classificando-o em diferentes níveis, de acordo com o seguinte conceito:

Com os dados compilados dos relatórios da CETESB sobre a qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo, são apresentados os valores médios anuais para IQA referentes ao período de 2000 a 2011 (Figura 2). Observa-se que na represa Guarapiranga, no ponto de captação da SABESP (GUAR00900), o IQA atingiu classificação ótima apenas em 2006, ou seja, uma única vez no período de 11 anos. Entre 2007 e 2011 este ponto se manteve com IQA bom sem muita variação mostrando uma pequena melhora em relação a avaliação de 2000. Para o manancial Paiva Castro, comparando o IQA de 2011 com o IQA de 2000, percebe-se uma pequena diminuição na qualidade da água deste manancial, apesar de ter apresentado IQA ótimo ou muito próximo desta classe na maior parte do tempo. Esse resultado sugere que ações do governo não foram suficientes para manter a água com a mesma qualidade.

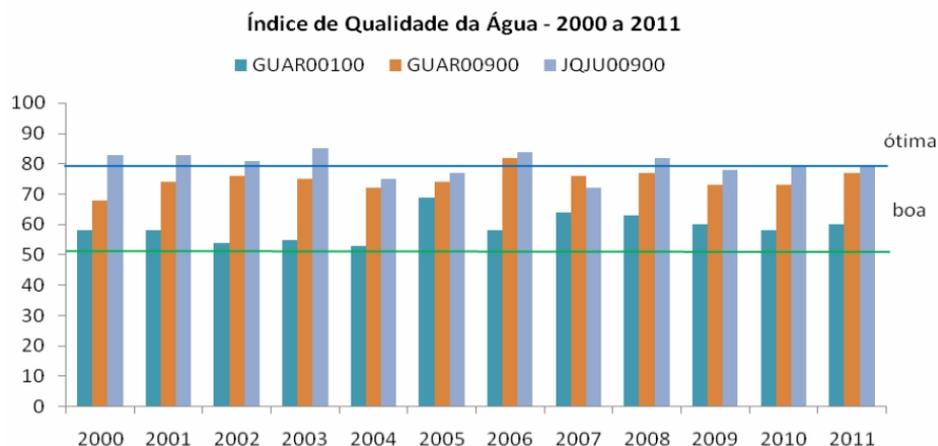


Figura 2: Valores médios de IQA correspondentes ao período de 2000 a 2011 (Segundo relatórios anuais da CETESB).

Para avaliar o IAP (Figura 3) também foram compilados os resultados publicados no mesmo relatório da CETESB, porém com início em 2002. A Guarapiranga apresentou IAP ótimo em boa parte do período analisado, embora tenha sofrido uma oscilação preocupante chegando ao conceito regular em 2007, porém vem se recuperando. A queda do IAP no ano de 2007 reflete a severa estiagem ocorrida, sendo considerada umas das piores em 70 anos (CETESB, 2008). Na Guarapiranga o nível do reservatório chegou a 40% na época mais seca deste ano, 2007, a partir de então houve uma recuperação modesta, chegando a 58% de sua capacidade no final do mês de outubro. No reservatório Paiva Castro o IAP permaneceu na classificação ótima na maior parte do período avaliado, com variações que chegaram próximas à faixa classificação boa em alguns períodos, fato este que merece atenção já que pode ser o indício de piora na qualidade da água.

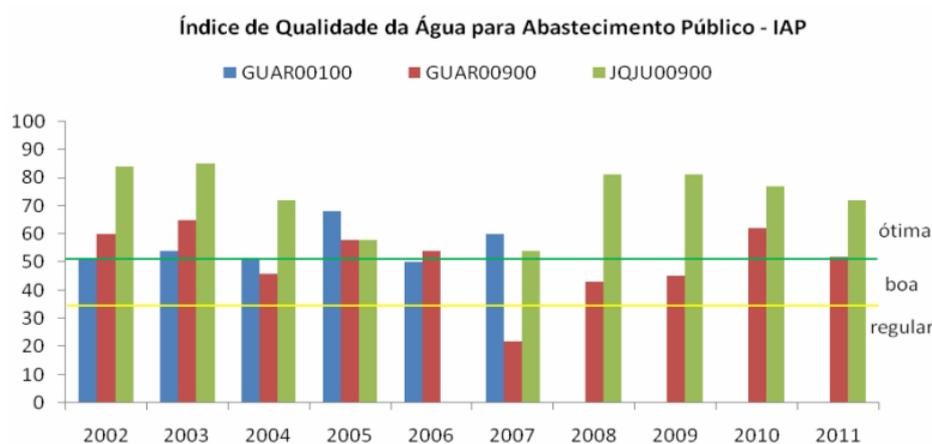


Figura 3: Valores médios de IAP correspondentes ao período de 2002 a 2011 (Segundo relatórios anuais da CETESB).

Para o Índice de Estado Trófico (IET) (Figura 4), durante todo o período analisado, a Guarapiranga permaneceu em estado eutrófico com poucos sinais de melhora neste índice. A represa Paiva Castro em boa parte do tempo permaneceu no estado mesotrófico, porém com fortes tendências a atingir o estado eutrófico. Essas observações indicam que deve ser direcionada uma maior atenção a ambos mananciais. Vale ressaltar que possivelmente estes valores não reflitam o real potencial produtivo do sistema, já que as constantes aplicações de sulfato de cobre e peróxido de hidrogênio controlam o crescimento das algas e resultam em menores valores de clorofila “a” (CARDOSO-SILVA, 2008).

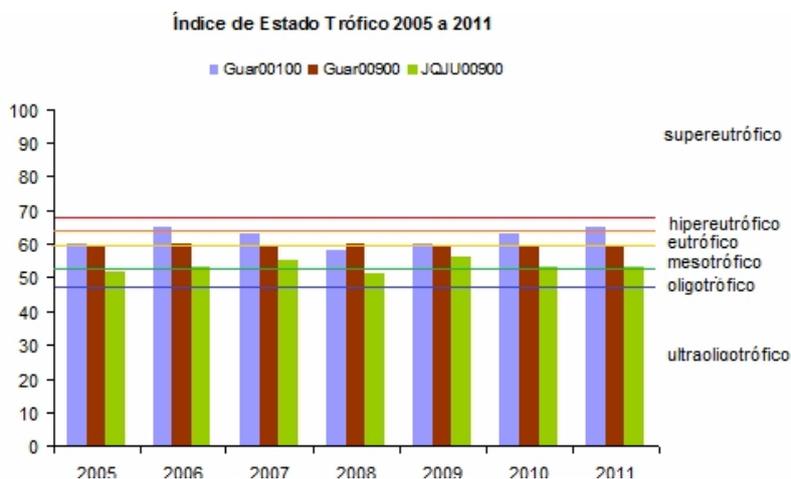


Figura 4: Avaliação do IET correspondentes ao período de 2005 a 2011 (Segundo relatórios anuais da CETESB).

Além disso, é importante ressaltar que além da variação temporal pode haver variações nestes índices ao longo do próprio corpo hídrico. Macedo (2011), por exemplo, analisando o IET ao longo da represa Paiva Castro definiu três compartimentos distintos de acordo com a trofia: 1) área da barragem classificada como oligotrófica; 2) área de captação considerada mesotrófica e 3) restante da represa também classificada como mesotrófica. Cardoso-Silva (2008), também observou diferentes níveis tróficos ao longo da represa Guarapiranga, variando entre os estados eutrófico e mesotrófico. Portanto, ao se avaliar o estado geral de um corpo hídrico, é preciso considerar questões sobre heterogeneidade espacial.

Outro fator importante que deve ser considerado para avaliar a qualidade das águas de um manancial é a presença de contaminantes no sedimento. Estes podem ser liberados na coluna d'água de acordo com condições ambientais específicas, como por exemplo, baixos teores de matéria orgânica nos sedimentos, associados a reduzidos teores de sulfetos, e predomínio de frações granulométricas maiores que 63 μm (importantes fases complexadoras de metais). Também mudanças no pH e nos valores de E_H podem contribuir com a liberação destes potenciais contaminantes na coluna d'água.

A CETESB monitora apenas um ponto no reservatório Guarapiranga e não o faz na represa Paiva Castro. Exceto por dados gerados por restritos trabalhos de grupos de pesquisa (SILVA, 2013; CARDOSO-SILVA, 2013) e pela SABESP que não os publica, a qualidade dos sedimentos na represa Paiva Castro não é avaliada.

Em trabalho efetuado em perfis de sedimento no reservatório Paiva Castro, com datação com ^{210}Pb , Cardoso-Silva (2013) observou, para o período compreendido entre os anos de 2000 a 2010, aumento nas concentrações de cobre, atribuindo o aumento deste elemento no sedimento mais superficial à aplicação de sulfato de cobre, empregado no controle da floração de algas, que já ocorre na saída de água do tunel de conexão com a represa Atibainha, antes do rio Juqueri. Na região da Guarapiranga, com base nos critérios estabelecidos pelo Conselho Ministerial do Meio Ambiente do Canadá (CCME, 1999), CETESB (2012) encontrou valores que indicaram possível efeito tóxico à biota (TEL- Threshold Effect Level) para os metais arsênio, chumbo, cromo e

mercúrio. Para o cobre os valores indicaram provável efeito tóxico à biota. O valor de PEL (Probable Effect Level) para o cobre é de 197 mg.Kg^{-1} e no reservatório Guarapiranga o valor encontrado foi de 1885 mg.Kg^{-1} (CETESB, 2012). Apesar dos altos valores de cobre, os dados levantados por Pompêo et al. (2013) não sugerem biodisponibilidade de metais no reservatório Guarapiranga.

Na área de captação do reservatório Guarapiranga (CETESB, 2012), durante o período de 2006 a 2010, 89% das amostragens para análise de metais em água apresentaram valores não conformes com a resolução CONAMA nº 357/2005, para cobre. Para o mesmo período e elemento químico, no reservatório Paiva Castro os valores não conformes foram de 7%. Dados não conformes à recomendação foram encontrados também para cianobactérias na represa Guarapiranga, em ambos os pontos monitorados, sendo que os valores desconformes foram de 77% na região montante do reservatório (GUA 00100) e de 75% na área de captação (GUA 00900).

5 SANEAMENTO BÁSICO - ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O esgotamento sanitário é o serviço de saneamento básico com a menor cobertura no Brasil (IBGE, 2000) sendo um dos principais responsáveis pela degradação nos corpos hídricos no país. Para se ter ideia do problema, de acordo com dados do censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2008, mesmo na região sudeste com o maior número de coleta de esgoto, menos da metade dos municípios (48,4%) o trataram (IBGE, 2010).

Ao levantar propostas para minimizar os problemas de esgotamento sanitário e abastecimento de água na RMSP, Pompêo; Moschini-Carlos (2012), observaram que são descartados na região, na forma de esgoto não tratado, quase 71% da água que chega às residências. Considerando que 18,7 milhões de habitantes são contemplados com água tratada e que a população equivalente à quantidade de esgoto tratado seja de 8,44 milhões de habitantes, em população equivalente, o esgoto lançado sem tratamento representa 10 milhões de habitantes, ou aproximadamente 53% dos habitantes da RMSP. Para atender a atual demanda, os autores sugerem que o sistema de tratamento de esgoto da RMSP, trabalhando com a vazão máxima de projeto, deveria ao menos ser duplicado.

Na presente pesquisa, para avaliar o efeito das ações que foram desenvolvidas objetivando a proteção, preservação e recuperação dos mananciais da RMSP, focadas principalmente em obras de urbanização das ocupações irregulares no que se refere à infraestrutura de saneamento básico, é importante apresentar a situação de coleta e tratamento de esgoto na URGHI 6 no período de 2007 a 2011 (Figura 5).

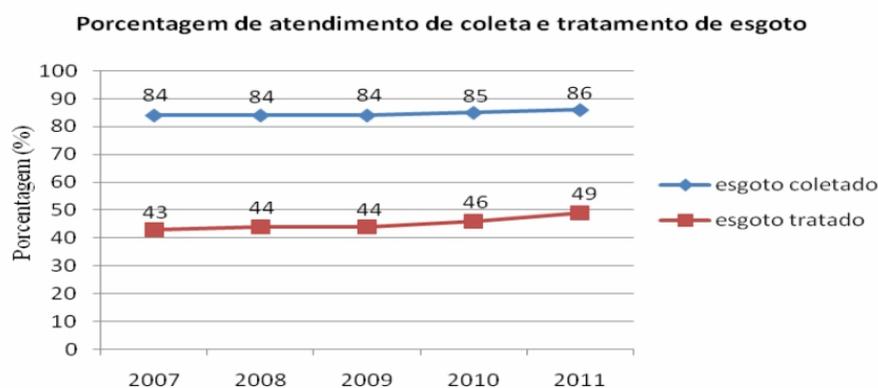


Figura 5: Situação de coleta e tratamento de esgoto na UGRHI 6 a partir de dados compilados dos relatórios anuais da CETESB correspondentes ao período de 2007 a 2011.

Em 2006 a porcentagem da arrecadação do FEHIDRO aplicada em saneamento ambiental foi de apenas 5%. Isso reflete no gráfico apresentado (Figura 5), no qual pode ser observado que houve um pequeno aumento no atendimento da coleta de esgoto e um pouco maior, porém ainda baixo, no tratamento do esgoto coletado, mas não tratado.

O baixo investimento, particularmente no tratamento do esgoto, se mantém o que é constatado em relatórios da CETESB, que aponta o descarte de esgoto sem tratamento como o principal fator de degradação da qualidade dos mananciais no estado de São Paulo (CETESB, 2006).

6 OUTRAS POLÍTICAS PÚBLICAS PARA A MANUTENÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS DE MANANCIAIS

Além do controle dos assentamentos urbanos e de medidas de saneamento, outras políticas públicas para a reversão do quadro de degradação da represa Guarapiranga e dos corpos hídricos devem ser tomadas. Para amenizar os efeitos da eutrofização, a proibição do uso de detergentes a base de polifosfatos, ou a redução do teor de fósforos destes, é uma alternativa que foi aplicada com sucesso em outros países. No Japão, por exemplo, apenas o fato de banir o uso de detergentes polifosfatados diminuiu consideravelmente a trofia do lago Biwa (JØRGENSEN, 2011). Outra medida consiste em aumentar a eficiência da remoção de fósforo no tratamento de esgotos domésticos a 99% ou mais, como ocorreu no Canadá (JØRGENSEN, 2011).

A manutenção das áreas alagadas na entrada dos tributários para possibilitar absorção de P e N também é uma medida de baixo custo e com bons resultados. Este tipo de medida vem sendo utilizada em parte do Sistema Guarapiranga, na região de Parelheiros, onde ocorre a reversão das águas da Billings à Guarapiranga (TUNDISI, comunicação pessoal).

O combate à eutrofização deve ter o suporte de cidadãos e usuários combinado com medidas legislativas efetivas e programas de gerenciamento. A participação ativa dos cidadãos no combate à eutrofização é impossível sem sua compreensão do problema. Isso requer a educação ambiental dos cidadãos que é um processo contínuo e de longa duração. Neste sentido, portanto, a educação aparece como uma política pública essencial nos programas de preservação e recuperação dos mananciais.

Outras medidas para o controle de eutrofização são incluídas por Jørgensen (2011):

- Controle e fiscalização da pesca amadora ou esportiva; já que nesta prática é comum o uso de compostos ricos em nutrientes que podem aumentar ainda mais a trofia do corpo hídrico;
- Educação sanitária da população e capacitação de gerentes e técnicos de meio ambiente e professores de ensino médio. A participação dos atores sociais em causas ambientais é fundamental para a recuperação e proteção dos ecossistemas aquáticos. Através de profissionais bem treinados e de uma comunidade consciente torna-se possível exigir do poder público as medidas necessárias para o alcance da sustentabilidade.
- Identificação e tratamento de fontes não pontuais para que possa haver um melhor controle da entrada de nutrientes.

A construção de parques lineares é uma alternativa que vêm sendo utilizada também nas bacias dos mananciais Guarapiranga e Cantareira. Estes parques aumentam as áreas verdes da cidade, melhoram a permeabilidade dos solos ajudando a evitar enchentes e diminuem a poluição dos corpos hídricos. Entretanto, segundo Friedrich (2007), faltam critérios biofísicos, sociais e econômicos no planejamento, projeto e gestão dos parques lineares em áreas de fundo de vale urbanos, afetando o desempenho e a sustentabilidade da proposta.

Parques como o Cantinho do Céu representam outra opção para a melhoria da qualidade de vida dos moradores da região da área de mananciais e do próprio manancial. A construção deste parque, de 7 km de extensão, às margens da represa Billings, fez parte do Programa Mananciais (MELENDEZ, 2010). A estratégia do arquiteto elaborador do projeto foi a de voltar as moradias para o reservatório e revelar a natureza presente à frente da comunidade (MELENDEZ, 2010). Esta é uma estratégia de aproximar o homem à natureza. Em situações precárias de moradia e dentro das cidades, o homem se afasta do ambiente natural e não se vê como parte integrante deste. Através de medidas como esta, os cidadãos se religam à natureza e podem então entender a importância do ecossistema ali presente, processo este fundamental à proteção e recuperação dos mananciais.

Além das medidas mencionadas acima, para a proteção e recuperação dos mananciais, seria importante também que houvesse algumas revisões no atual sistema de gestão de recursos hídricos. No caso em particular do enquadramento, um dos cinco instrumentos de gestão elencados na lei nº 9433/97, há uma série de aspectos falhos que comprometem a eficácia desta ferramenta.

O enquadramento é um instrumento da gestão que expressa o nível de classe da água a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo. A resolução CONAMA nº 357/05 classifica os corpos de água em treze classes e dá as diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluente. De acordo com a resolução CONAMA nº 357/05, as águas doces superficiais são classificadas em 5 classes de acordo com seus usos preponderantes.

A resolução CONAMA nº 357/05 estabelece metas progressivas intermediárias e obrigatórias para que os corpos hídricos alcancem os critérios determinados para cada uma das classes nas quais forem enquadrados. Tal medida visou a efetivação do enquadramento, por permitir maior flexibilidade aos poluidores para adequarem-se progressivamente às metas exigidas, porém a falta de prazos não estimula o uso desta ferramenta. Assim as massas d'água acabam correndo o risco de permanecerem degradadas. Além disso, a resolução CONAMA nº 357/05, determina que os corpos d'água que não passarem por processo de enquadramento estarão automaticamente enquadrados como classe 2, embora este não seja o caso dos mananciais analisados neste estudo, este fato é um complicador na gestão de outros corpos hídricos no país que passam por processos de eutrofização e poluição. Este artigo da resolução CONAMA nº 357/05, que teve como objetivo estabelecer uma regra de transição até que o enquadramento fosse estabelecido, contribuiu para que os enquadramentos não fossem feitos. Neste caso, 'a não obrigatoriedade do enquadramento' induz à:

- falta de motivação para o enquadramento;
- falta de proteção aos usos que necessitam de água de melhor qualidade;
- inexistência de objetivos de qualidade adequados aos usos das águas e conseqüente falta de padrões de referência para o monitoramento das bacias;
- prevalência dos usos das águas de maior interesse econômico sobre usos de caráter social e ecológico (COSTA, 2005).

Como exposto por Granziera (2001), o enquadramento pode ser útil na proteção dos Recursos Hídricos, principalmente em termos de saúde pública, mas o descaso da regra em vigor pode anular o mesmo, assim como qualquer outro instrumento concebido com a finalidade de garantir a preservação dos recursos hídricos para as atuais e futuras gerações. Cabe a nós profissionais e membros da comunidade participarmos ativamente no processo de gestão através da participação na elaboração dos planos de bacia hidrográfica para que possamos garantir um meio ambiente sustentável.

7 EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS E NACIONAIS NO SANEAMENTO E ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA SANEAMENTO DE MANANCIAIS

Experiências internacionais demonstram que é possível implantar ações para melhorar a eficiência do sistema de coleta e tratamento de esgoto em grandes cidades, resultando na recuperação do corpo d'água degradado (ISA, 2008). Dois bons exemplos de sucesso em saneamento são apresentados a seguir:

• **Rio Pó, Milão** – Em apenas três anos, Milão passou a tratar 100% do esgoto que era descartado no rio Pó até o ano de 2002. Devido à urbanização antiga e consolidada, acreditava-se ser impossível uma intervenção, entretanto, após Milão ser condenada a multa diária por poluir o Rio Pó, surge uma pressão por adotar um sistema eficiente em pouco tempo. Assim, optaram por adotar um sistema misto de coleta de esgotos, em que o tratamento é feito por sistemas de lodos ativados complementados por sistemas de remoção de nutrientes (fósforo e nitrogênio) e de desinfecção, ao contrário do sistema separador absoluto de esgoto e águas pluviais, adotado pelo

Brasil. Além disso, o efluente do sistema de tratamento pôde ser reutilizado para irrigação (ISA, 2008).

• **Rio Han, Coréia** – Na Coréia do Sul pode ser mencionado o sucesso em iniciativas de despoluição de rios, como o rio Han. Este rio cruza Seul de ponta a ponta, atravessando uma área totalmente urbanizada, com ruas movimentadas, pontes e prédios, cenário que se assemelha ao do rio Tietê em São Paulo. Até o começo dos anos 80, quando foi iniciado o programa de despoluição do rio Han, o mesmo servia de receptor de esgoto industrial. A atuação do governo, realizando uma fiscalização rigorosa quanto ao descarte de efluentes pelas indústrias, construção de estações de tratamento e até a substituição de grandes avenidas por parques a beira do rio, além de mutirões de limpeza realizados pelo exército, resultou em um rio mais ‘limpo’ desde 2003. Para manter o resultado obtido é realizado o tratamento e monitoramento das águas dos 40 córregos que correm para o rio e foi proibida a instalação de fábricas no entorno do rio, evitando novas descargas de poluentes (CYAN, 2012).

O engenheiro civil Luiz Fernando Orsini Yazaki, ex-coordenador técnico-científico da Cooperação Internacional Brasil-Itália em Saneamento Ambiental, com base em experiências internacionais, como as citadas acima, faz interessantes observações e recomendações para aumentar a eficácia da implantação do saneamento nos mananciais como: focar as ações nas metas de qualidade da água definidas para cada manancial em particular; realizar um acompanhamento mais eficaz dos resultados das ações de despoluição; implantar *wetlands* nas várzeas e bordas da bacia; implantar pequenas estações de tratamento de esgotos descentralizadas, para atender sub-bacias onde a reversão para outras bacias se mostre ineficiente ou economicamente inviável; requalificar os rios contribuintes com objetivo de aumentar a capacidade de autodepuração; reconstituir a vegetação ciliar ao longo dos rios contribuintes por implantação de parques lineares; avaliar a viabilidade de implantar sistemas mistos de coleta de esgotos e águas pluviais nas sub-bacias onde o sistema tradicional separador tem se mostrado ineficaz; e por fim, elaborar um plano integrado que considere as tecnologias inovadoras aqui mencionadas (ISA, 2008).

No Brasil também há exemplos de sucesso no controle da eutrofização de corpos hídricos. O Lago Paranoá, um reservatório criado em 1959, em Brasília, é um exemplo. Este lago foi submetido a um longo período de eutrofização pelo lançamento de esgotos. Apenas a partir da década de noventa é que foram instaladas Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) que possibilitaram a remoção, com grande eficiência, da carga de fósforo e nitrogênio dos esgotos que eram lançados no reservatório. Angeli et al. (2008) efetuaram estudo detalhado no lago Paranoá avaliando o efeito de três diferentes intervenções no processo de eutrofização neste lago (medido pela transparência da água, pelos teores de P-total e clorofila-a): 1) o início de operação das duas estações de tratamento de água (01/1993); 2) o pleno funcionamento destas estações (01/1996) e 3) um grande ‘flushing’ (abertura abrupta das comportas do reservatório) em (11/1999). Os autores observaram que: 1) a primeira intervenção não teve efeito sobre os valores médios das variáveis analisadas; 2) as concentrações de fósforo total clorofila-a e diminuíram significativamente após a segunda intervenção; 3) a transparência da água aumentou após a abertura repentina das comportas do reservatório. Angeli et al. (2008) concluíram que apesar da redução do aporte de fósforo ao lago, a abundância restante de fitoplâncton na água tinha mantido um mecanismo de feedback com o fósforo que só foi interrompido pela abertura abrupta das comportas que eliminou o fitoplâncton da superfície. Após esta última intervenção, a produção primária do Reservatório Paranoá foi reduzida. Embora, a maioria dos casos de recuperação de corpos hídricos eutrofizados seja de países temperados o exemplo do lago Paranoá mostra que esta pode ser também uma realidade no Brasil.

8 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Como visto os principais problemas de qualidade de água nas áreas de mananciais estão associados direta ou indiretamente à ocupação do entorno. Apesar das políticas públicas elaboradas até o momento, a qualidade das águas dos mananciais avaliados nesta pesquisa ainda apresentam

sinais de degradação. A problemática não está associada apenas ao encarecimento no tratamento da água, mas também à presença de contaminantes que não são removidos com o tratamento convencional empregado nas estações de tratamento. Este é o caso de diversos compostos interferentes endócrinos, cujos efeitos tóxicos são incertos e que estão presentes tanto em efluentes domésticos quanto industriais.

Os programas existentes ainda não garantem o fornecimento de água em padrões de qualidade e quantidade sustentáveis à atual e às futuras gerações, como preconiza a Política Nacional de Recursos Hídricos. Embora a urbanização de favelas esteja ocorrendo, a melhora significativa da qualidade das águas de reservatórios, como o Guarapiranga, não foi evidenciada. Ocupações desordenadas continuam ocorrendo, assim como o lançamento de esgoto nos rios e córregos formadores de importantes mananciais, como Guarapiranga e Cantareira.

Neste sentido, devem ser desenvolvidas outras políticas públicas que complementem as atuais, para que a situação de contínua degradação da qualidade de nossas águas, em particular da RMSP, seja revertida. Santoro et al. (2008) sugerem que outras ações sejam propostas e executadas, tais como: ampliar áreas protegidas, aumentar e diversificar formas de tratamento de esgoto, impedir o avanço da mancha urbana sobre áreas ainda protegidas e produtoras de água. Além destas medidas, investimentos em fiscalização também precisam ser efetuados. No manancial Cantareira, por exemplo, 73% das Áreas de Preservação Permanente no entorno de rios e corpos d'água estão ocupadas por usos desconformes com a legislação que as protege, consequência da fiscalização precária.

Apesar das políticas urbanas, ambientais e hídricas brasileiras apresentarem muitos instrumentos considerados avançados de modo geral, falta decisão política e mais rigor em aplicá-las para que estas sejam tão eficientes na prática quanto na teoria.

A urbanização maciça sempre dificulta a resolução de problemas de qualidade da água. Os erros das gestões passadas não podem ser repetidos e medidas de gestão eficientes devem ser tomadas para que a degradação do Sistema Cantareira não alcance as proporções do manancial Guarapiranga, comprometendo o principal produtor de água para a RMSP.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, G.A.; WEBER, R. R. Fármacos na represa Billings. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 6, n. 2, p. 7-13, 2005.
- ALVIM, A. T. B.; BRUNA, G. C.; KATO, V. R. C. Políticas ambientais e urbanas em áreas de mananciais: interfaces e conflitos. **Cadernos Metrópole**, v. 19, p. 143-164, 2008.
- ANGELINI, R.; BINI, L. M.; STARLING, F. L. R. M. Efeitos de diferentes intervenções no processo de eutrofização do Lago Paranoá (Brasília – DF). **Oecol. Bras.**, v. 12, n. 3, p. 564-571, 2008.
- BALTRUSIS, N.; ANCONA, A. L. Recuperação ambiental e saúde pública: o programa Guarapiranga. **Saúde Soc.**, v. 15, p. 9-21, 2006.
- BICUDO, C.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. B. (Orgs.). *Águas do Brasil: análises estratégicas*. São Paulo: Academia Brasileira de Ciências/Instituto de Botânica, São Paulo, 2010. 224 p.
- BRASIL. Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. **Diário Oficial da União**, 20 dez. 1979.
- BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, 02 set. 1981.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília (DF). **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 09 jan. 1997.
- BRASIL. Resolução CONAMA nº 357. Classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 17 mar. 2005.

- CARDOSO-SILVA, S. **Heterogeneidade espacial e a qualidade das águas superficiais do reservatório Guarapiranga (São Paulo- SP- Brasil)**. 2008. 100 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- CARDOSO-SILVA, S. **Metais-traço nos sedimentos da represa Paiva Castro (Mairiporã -São Paulo): histórico por meio da geocronologia do 210 Pb, biodisponibilidade e uma proposta para a gestão dos recursos hídricos**. 2013. 173 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- CASAZZA, E. F. **Contribuições da análise de percepção ambiental à formulação e implementação de instrumentos de gestão ambiental pública: projeto de lei da área de proteção e recuperação dos mananciais do Alto Juquery**. 2012. 173 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- CCME. CANADIAN COUNCIL OF MINISTERS OF THE ENVIRONMENT. **Protocol for the derivation of Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life**. Winnipeg: CCME, 1999. 35 p. (CCME EPC-98E).
- CETESB. **Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 2000-2011. (Série de Relatórios Técnicos: 2000-2011).
- COMPANY SUL. Disponível em: <<http://www.companysul.com.br/edicoes/edicao-23/opinia.html>>. Acesso em: 17 jun. 2012.
- CYAN. Disponível em: <<http://www.movimentocyan.com.br/home/revista-cyan/temas/ambiente/2012/01/19/tiete-dos-sul-coreanos-e-limpo-e-vivo>>. Acesso em: 17 jun. 2012.
- COSTA, M.P. **A regulação dos recursos hídricos e a gestão da qualidade da água: o caso da bacia do Rio São Francisco**. 2005. 176 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- CUNHA, B. B.; BOTERO, W. G.; OLIVEIRA, L. C.; MOSCHINI-CARLOS, V.; POMPÊO, M. L. M.; FRACETO, L. F.; ROSA, A. H. Kinetics and adsorption isotherms of bisphenol A, estrone, 17-estradiol and 17-ethinylestradiol in tropical sediment samples. **Water Air Soil Pollut.**, v. 223, p. 329-336, 2011.
- EL-ENANY, A. E.; ISSA, A. A. Cyanobacteria as a biosorbent of heavy metals in sewage water. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, v. 8, p. 95–101. 2000.
- FRIEDRICH, D. **O parque linear como instrumento de planejamento e gestão das áreas de fundo de vale urbanas**. 2007. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2007.
- GALLI, C. C.; ABE, D. S. Disponibilidade, poluição e eutrofização das águas. São Paulo: ISA-Instituto Sócio Ambiental, 2012. Disponível em: <<http://www.isa.org.br>>. Acesso em: 01 maio 2012.
- GIATTI, L. L. **Reservatório Paiva Castro - Mairiporã- SP: avaliação da qualidade da água sobre alguns parâmetros físicos, químicos e biológicos (1987-1998)**. 2000. 87 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, 2000.
- GALVEZ, C. Pró-Billings ainda está na primeira etapa. **Diário do Grande ABC**, 27 mar. 2012. Disponível em: <<http://www.dgabc.com.br/News/5949050/pro-billings-aindaesta-na-primeira-tapa.aspx>>. Acesso em: 17 jun. 2012.
- GRANZIERA, M. L. M. **Direito das águas: disciplina jurídica de águas doces**. São Paulo: Atlas. 2001. 245 p.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/27032002pnsb.shtm>>. Acesso em: 01 jan. 2014.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa nacional de saneamento básico 2008**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. 219 p.
- ISA. INSTITUTO SÓCIO AMBIENTAL. **Alternativas tecnológicas para o saneamento nos mananciais**. São Paulo: ISA, 2008.
- ISA. INSTITUTO SÓCIO AMBIENTAL. Disponível em: <<http://www.isa.org.br>>. Acesso em: 01 maio 2012.

- JORGENSEN, S. E. **Lagos e reservatórios-qualidade da água: o impacto da eutrofização.** São Carlos: UNEP-IETC/ILEC/IIE, 2011. v. 3, 34 p.
- LAGE, F. **Aplicação da tríade de qualidade do sedimento em análise espacial no reservatório do Guarapiranga (SP, Brasil).** 2013. 91 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- LAMPARELLI, M. C. **Graus de trofia em corpos d'água de estado de São Paulo: avaliação os métodos de monitoramento.** 2004. 238 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- LOPES, C. Sub-região Juquery-Cantareira em busca do desenvolvimento sócio-econômico. **Mídia ambiente**, v. 9, p. 6-7, 2007.
- MACEDO, C. C. L. **Heterogeneidade espacial e temporal das águas superficiais e das macrófitas aquáticas do reservatório Paiva Castro (Mairiporã-SP-Brasil).** 2011. 124 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista - UNESP, Sorocaba, 2011.
- MARIANI, C. F. **Reservatório Rio Grande: caracterização limnológica da água e biodisponibilidade de metais-traço no sedimento.** 2006. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.
- MARIANI, C. F.; POMPÊO, M. Potentially bioavailable metals in sediment from a tropical polymictic environment—Rio Grande Reservoir, Brazil. **J. Soils Sediments**, v. 8, p. 284–288, 2008.
- MARICATO, E. Metrópole, legisla o e desigualdade. **Estudos Avançados**, v. 17, p. 151-167, 2003.
- MELLENDEZ, A. **Parque Cantinho do Céu, São Paulo.** São Paulo, 2010. Disponível em: <<http://www.arcoweb.com.br/arquitetura/boldarini-arquitetura-urbanismo-parque-publico-19-01-2011.html>>. Acesso em: 01 maio 2012.
- OLIVEIRA, M. C. C. **Estudo da exposi o ambiental a metais e radionuclídeos em crianças do entorno da represa Guarapiranga.** 2005. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- PREFEITURA DE SÃO PAULO. Disponível em: <http://www.prefeitura.sp.gov.br/portal/a_cidade/sala_de_imprensa/releases/index.php?p=31265>. Acesso em: 17 jun. 2012.
- PM. Programa de saneamento ambiental dos mananciais do Alto Tietê. Programa mananciais: manual operacional. São Paulo, 2012. v.1.
- POMPÊO, M. L. M. **Contamina o por metais pesados no sedimento de reservatórios do Sistema Cantareira (São Paulo): perspectiva ou realidade?** São Paulo: FAPESP, 2012. 17 p. (Projeto FAPESP, Processo: 2012/11890-4).
- POMPÊO, M. L. M.; PADIAL, P. R.; MARIANI, C. F.; CARDOSO-SILVA, S.; MOSCHINI-CARLOS V.; SILVA, D. C. V. R.; PAIVA, T. C. B.; BRANDIMARTE, A. L. Biodisponibilidade de metais no sedimento de um reservatório tropical urbano (reservatório Guarapiranga – São Paulo (SP), Brasil): há toxicidade potencial e heterogeneidade espacial? **Geochimica Brasiliensis**, v. 27, n. 2, p. 104-119, 2013.
- POMPÊO, M. L. M.; MOSCHINI-CARLOS, V. O abastecimento de água e o esgotamento sanitário: propostas para minimizar os problemas no Brasil. In: ROSA, A. H.; FRACETO, L. F.; MOSCHINI-CARLOS, V. (Eds.). **Meio ambiente e sustentabilidade.** Porto Alegre: Bookman, 2012.
- SABESP. COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <http://www.corregolimpo.com.br/corregolimpo/por_que_despoluir/sobre_projeto.asp>. Acesso em: 17 jun. 2012.
- SANTORO, P. F.; FERRARA, L. N.; WHATELY, M. **Mananciais diagnóstico e políticas habitacionais.** São Paulo: ISA/PNUMA/PAVS, 2008. 132 p.
- SANTOS, S.; OLIVEIRA, L. C.; SANTOS, A.; ROCHA, J. C.; ROSA, H. A. Polui o aquática. In: ROSA, A. H.; FRACETO, L. F.; MOSCHINI CARLOS, V. (Eds.). **Meio ambiente e sustentabilidade.** Porto Alegre: Bookman, 2012. P. 11-40.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 898, de 18 de dezembro de 1975. Disciplina o uso de solo para a proteção dos mananciais, cursos e reservatórios de água e demais recursos hídricos de interesse da Região Metropolitana da Grande São Paulo e dá providências correlatas. **Assessoria Técnico - Legislativa**, 18 dez. 1975.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 1.172, de 17 de novembro de 1976. Delimita as áreas de proteção relativas aos mananciais, cursos e reservatórios de água, a que se refere o artigo 2º da Lei nº 898, de 18 de dezembro de 1975, estabelece normas de restrição de uso do solo em tais áreas e dá providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo. Seção 1:86**, 17 nov. 1976.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991. Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Secretário do Governo. **Assessoria Técnico - Legislativa**, 30 dez. 1991.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 9.866, de 28 de novembro de 1997. Dispõe sobre diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do estado de São Paulo e da outras providências. **Diário Oficial do Estado de São Paulo. Seção 1:107**, 29 nov. 1997.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 12.233, de 16 de janeiro de 2006. Define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Guarapiranga, e dá outras providências correlatas. **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, 17 jan. 2006.

SILVA, E. A. S. **Eutrofização no Reservatório Paiva Castro do sistema Cantareira na Região Metropolitana de São Paulo (1987-1997)**. 2002. 135 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

SILVA, R. T.; PORTO, M. F. Gestão urbana e gestão das águas: caminhos da integração. **Estudos Avançados**, v. 17, p. 129-145, 2003.

SILVA, D. C. V. R. **Avaliação temporal da toxicidade da água e sedimento dos reservatórios Guarapiranga, Billings e Paiva Castro, na Região Metropolitana de São Paulo**. 2013. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SODRÉ, F. F.; LOCATELLI, M. A. F.; JARDIM, W. F. Occurrence of emerging contaminants in brazilian drinking waters: a sewage-to-tap issue. **Water, Air, & Soil Pollut.**, v. 206, p. 57–67, 2010.

VIVEIROS, M. Esgoto dobra custo de tratamento da água. **Folha de S. Paulo. Cotidiano**, 25 jul. 2004. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u97316.shtml>>. Acesso em: 25 jul. 2004.

WHATELY, M.; CUNHA, P. M. **Guarapiranga 2005**: como e por que São Paulo está perdendo este manancial: resultados do diagnóstico socioambiental participativo da bacia hidrográfica da Guarapiranga. São Paulo: Instituto Sócio Ambiental. 2006. 51 p.

WHATELY, M.; CUNHA, P. M. **Cantareira 2006**: um olhar sobre o maior manancial de água da Região Metropolitana de São Paulo: resultados do diagnóstico socioambiental participativo do Sistema Cantareira. São Paulo: Instituto Sócio Ambiental. 2007. 68 p.

WHATELY, M.; SANTORO, P. F.; TAGNIN, R. A. **Contribuições para a elaboração de leis específicas de mananciais**: o exemplo da Billings. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2008.