Anais

Fórum TIETÊ VIVO DE DIFUSÃO CIENTÍFICA PARA INOVAÇÕES DE PESQUISA E EXTENSÃO

CIÊNCIA, AÇÃO SOCIAL & SUSTENTABILIDADE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ

Ricardo T. Neder (org)

Adalberto José Monteiro Junior, Alexandre Wagner Silva Hilsdorf, Alfredo Akira Ohnuma Jr. Juliana Pontes M. de Andrade, Ana Paula Fracalanza, Andréia Faraoni Freitas Setti, Angélica Aparecida Tanus Benatti Alvim, Antonio Manoel dos Santos Oliveira, Arilson Favareto, Augusto José Pereira Filho, Beu, Sandra Eliza, Bárbara P. Mazzilli, C. A. de B. Pereira, Cacilda Thais Janson Mercante, Candido Malta Campos Filho, Carolina Bracco Delgado de Aguilar, Catarina de Bortoli Munhae, Celina Rodrigues Pinto, Cláudia Maria Bógus, Cruz, Evandro Cesar da, Daniel Angel Luzzi, Dilmara, Déborah I. T. Fávaro, E. Nakano, Edson de Barros, Eduardo Mario Mendiondo, Eleine Bostelmann, F. P. Ohlweiler, Fernando Campagnoli, Flavia Bottino, Flávia Venturini, Francisco Comaru, Gilda Collet Bruna, Gilmar Massone, Gisela de Aragão Umbuzeiro, Giselle Tanaka, Guilherme Machado Paixão, Haroldo Torres, Hugo Abi Karam, Humberto Alves, Isadora Lemos Tsukumo, Ivana Wuo Pereira, Izabel Ruiz, José Carlos de Camargo, José Júlio Pereira Fernandes, José Luiz Caruso Ronca, José Luis Bizelli, Juan Carlos Cristaldo, Juliana B. Viviani-Lima, Juliana Gomes Carnicelli, K. Okazaki, L. F. Tallarico, Lucia Sousa Silva, Luciana Carvalho Bezerra de Menezes, Luciana Nicolau Ferrara, Luciana Travassos, Luiz Roberto Nunes, Luiz Rogério Mantelli, Lúcia Aparecida Rossini de Oliveira Cintra, M. F. Suzuki, Marcelo Antunes Nolasco, Margareth Matiko Uemura, Margarida Marchetto, Maria Aparecida de Oliveira, Maria Lucia Refinetti Martins, Maria Santina de Castro Morini, Maria de Lourdes Nunes, Marly Babinski, Marília Basetto Lorenzetti, Michel Mott, Moacir Wuo, Márcia Regina de Oliveira, Márcio Roberto Magalhães de Andrade, N. Hamada, Oswaldo Massambani, Paulino de Almeida Neto, Pedro Henrique Verdan Neves, R. D. Sposito, Regina Lúcia Batista da Costa de Oliveira, Reinaldo Haas, Renata Guimarães Moreira, Renato José Argentino, Ricardo Camilo Galavoti, Ricardo Hallak, Ricardo Hirata, Ricardo Moretti, S. I. Borrely, S. R. Santana, Sandra Emi Sato, Sandra R. Damatto, Sidney Seckler Ferreira Filho, Silvia Regina Cabral, Suzana Sendacz, T. Kawano, V. S. Grazeffe, Valdete Kanagusko Itikawa, Vanessa Cristina Nascimento, Veridiana T. S. Martins, Vitor Fernandes Oliveira de Miranda, Waverli Maia Matarazzo Neuberger, William de Queiroz.

realização:

SBPC

Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência

apoio:

USP Inovação — UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Agência USP de Inovação

AGÊNCIA DA BACIA DO ALTO TIETÊ — ALTO TIETÊ

Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê

FEHIDRO

ALTO TIETÊ

Fórum TIETÊ VIVO DE DIFUSÃO CIENTÍFICA PARA INOVAÇÕES DE PESQUISA E EXTENSÃO
CIÊNCIA, AÇÃO SOCIAL & SUSTENTABILIDADE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ

Anais do

Fórum Tietê Vivo

de Difusão Científica para Inovações de Pesquisa e Extensão

Ricardo Toledo Neder (Org.)

Anais do

Fórum Tietê Vivo

de Difusão Científica para Inovações de Pesquisa e Extensão

Ciência, Ação Social & Sustentabilidade
da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê

1ª edição – 2012 – São Paulo



Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência









Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Tietê vivo / Ricardo Toledo Neder (org.) . –
1. ed. – São Paulo : Casa Editorial Maluhy & Co, 2012.

Bibliografia
ISBN 978-85-61516-14-7

1. Bacias hidrográficas - São Paulo (Estado)
2. Desenvolvimento sustentável 3. Meio ambiente
4. Política ambiental 5. Políticas públicas 6. Proteção ambiental
7. Tietê, Rio I. Neder, Ricardo Toledo.

12-14630 CDD: 304.2098161

Índices para catálogo sistemático:
1. São Paulo : Estado : Ciência, ação social e sustentabilidade da bacia hidrográfica do Alto Tiête : Ecologia humana 304.2098161



Maluhy&Co.

Casa Editorial Maluhy & Co.
Tel.: +55 11 3733-8956
www.maluhy.com.br

Apresentação

Para uma nova Cultura da Tecnociência das Águas

Ricardo T. Neder
Professor Dr. da Universidade de Brasília – Centro de Desenvolvimento Sustentável
CDS - UnB e Coordenador-Científico do Fórum Tiete Vivo SBPC
Comitê da Bacia do Alto Tietê

Os trabalhos ora apresentados neste volume foram selecionados como resultado do Fórum Tietê Vivo de Difusão Científica para Inovações de Pesquisa e Extensão - Ciência, Ação Social & Sustentabilidade da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê entre 2007 e 2009.

O Fórum teve como antecedente a parceria da SBPC com a Prefeitura de São Paulo e o Consórcio do Alto Tamanduateí-Billings, em 1991, que realizou um Concurso das Águas[1]. Sua comissão organizadora selecionou três projetos com alternativas de aproveitamento múltiplo dos recursos hídricos da Bacia do Alto Tietê com ênfase no equacionamento dos diversos usos com a proteção e conservação da água.

O concurso de 1991 – que foi mobilizado pelo notável esforço do prof. Aziz Ab'Saber na época Presidente da SBPC - marcou a agenda dos debates sobre alternativas sustentáveis baseadas numa nova concepção para a política das águas, em contraposição à política da produção de hidroeletricidade e de grandes obras de engenharia sanitária, e concluíram que elas desfiguram as bacias hidrográficas e as condições socioambientais adequadas para sua ocupação, resultando numa hiper-urbanização.

Trata-se de um evento importante como elo para dar legitimidade científica a uma abordagem fundamentada na política efetivamente integrada no tratamento das dinâmicas socioambientais e econômicas da bacia, e as dimensões geofísicas (hidrologia e hidrogeomorfologia) e obras de engenharia – moldadas pelo conhecimento do ecúmeno metropolitano gerado pelas experiências e dados resultantes das pesquisas nas Ciências Sociais e Humanas.

Sem esta fusão não haverá uma nova cultura da pesquisa tecnocientífica da política das águas. O volume que se disponibiliza ao público é marcado pelo esforço cognitivo para diagnósticos e soluções sociotécnicas e tecnológicas de quase três dezenas de autore/as da universidade e institutos de pesquisa. São resultados que consolidam um painel atual sobre a articulação e harmonização das áreas de conhecimento, num autêntico pluralismo metodológico.

As pesquisas aqui apresentadas revelam traços comuns, ao propor novas formas de intervenção a fim de estabelecer uma dinâmica adequada de gestão de comitês de bacia hidrográfica, capazes de equacionar e colocar em prática as respostas a duas questões básicas:

- Como a pesquisa científica pode auxiliar a gestão democrática e participativa através dos comitês de bacia territoriais em sintonia com o uso de instrumentos de comando e controle e de ampliação dos diversos instrumentos de incentivo e de taxação para gestão urbana?
- De que forma a pesquisa e o ensino na Universidade ajudam na compreensão adequada dos problemas socioambientais e dos principais caminhos para viabilizar a adequada intervenção em áreas de mananciais na região do Alto Tietê, de modo a influir positivamente na gestão política direcionada para frear o processo de expansão da Metrópole São Paulo sobre as microbacias e mananciais?

Neste sentido os artigos aqui apresentados buscam não só diagnosticar, mas também apresentar soluções para deter a expansão da mancha metropolitana em sua destruição dos mananciais. Desde os anos 1990 estudos e projetos vem buscando ampliar a perspectiva multiprofissional necessária para dar conta desse tratamento integrado na gestão das águas e, sobretudo, em São Paulo esta abordagem tornou-se reconhecida pela comunidade científica nos últimos 15 anos diante das gritantes condições de vida da população nas periferias e bairros populares, em geral.

Ainda que persista a crença de que mais recursos financeiros e tecnologias são suficientes para despoluir bacias hidrográficas urbanas, na realidade o estado da arte dos conhecimentos aqui apresentados, revela outro quadro de soluções menos espetaculares, e de difícil concretização.

Entre as soluções está o desafio de agregar as ações municipais às ações da política das águas visando resolução conjunta ou articulada das recorrentes crises de saúde coletiva, das condições subumanas dos assentamentos habitacionais e infra-estruturas de saneamento e qualidade urbana socioambiental.

Há, sobretudo, vasto caminho para superar ou reduzir drasticamente os índices sanitários deploráveis com grandes contingentes da população trabalhadora vivendo próxima dos mananciais urbanos e nos perímetros de rios e micro bacias - por muito tempo terra de ninguém (para onde fluíram três milhões de pessoas na Grande São Paulo).

Nesse sentido, é objetivo alcançado do Fórum foi de reunir os melhores e mais inovadores projetos em diferentes áreas disciplinares e difundi-los para que possam ajudar às soluções integradas no campo das ações sociotécnicas culturais e urbano-regionais associadas às intervenções tecnológicas dos setores de infra-estrutura e obras do Estado.

Ao realizar uma chamada pública de projetos nesse campo, a SBPC contribui, mais uma vez a exemplo do que foi feito em

[1] *II Concurso das Águas – Concurso público nacional de idéias para melhor aproveitamento das águas da região metropolitana de São Paulo. São Paulo: Prefeitura de São Paulo, Consórcio Municipal Alto Tamandauteí-Billings, e Sociedade para o Progresso da Ciência – SBPC 1992.*

1991, para a agenda CTS (ciência, tecnologia, sociedade) das universidades públicas que atuam na área metropolitana de São Paulo (e demais capitais brasileiras).

Ao publicar este volume o projeto assegura ampla divulgação dos trabalhos inscritos, e possibilita seu acesso por setores chaves na sociedade civil e governos municipais e estadual da Grande São Paulo para apoiá-los numa operação que poderia ser definida como incubação com tecnologia social para soluções preventivas.

Essa forma permitirá aos pesquisadores adotar novas estratégias de institucionalização a fim de implantar tais conhecimentos junto aos governos municipais e empresas públicas. Processos de reaplicação de pesquisas e ensino tecnocientíficas operam nesse ambiente de incertezas, o qual não deve ser encarado como insuperável e tampouco um obstáculo conjuntural.

Essas dificuldades revelam um traço estrutural na medida em que (nosso caso na Grande São Paulo) um evento de difusão se pretende também um evento destinado a aumentar a capacidade de previsão, formulação de rotas futuras e novas estratégias de institucionalização para pesquisadores, instituições públicas e privadas na atuação com movimentos sociais e redes sociotécnicas.

Brasília, 10 de dezembro 2012.

Sumário

APPs

Programa Bairro Ecológico: estratégia de recuperação de mananciais no município de São Bernardo do Campo
Andréia Faraoni Freitas Setti, Cláudia Maria Bógus 3

Planejamento e Gestão Integrada nas Áreas de Proteção dos Mananciais da Bacia do Alto Tietê: Novos Desafios à Sustentabilidade Urbana e Ambiental
Angélica Aparecida Tanus Benatti Alvim (coordenação); Juliana Gomes Carnicelli; Carolina Bracco Delgado de Aguilar; Valdete Kanagusko Itikawa; Marília Basetto Lorenzetti 9

Projeto Cabuçu – Harmonização das Cidades com as Florestas Urbanas do Alto Tietê
Antonio Manoel dos Santos Oliveira; Márcio Roberto Magalhães de Andrade; Edson de Barros; William de Queiroz; Sandra Emi Sato 23

Bairros e Loteamentos do Município de Mairiporã: Organização e Classificação Socioespacial do Território
Celina Rodrigues Pinto; Gilda Collet Bruna; Angélica A. Tanus Benatti Alvim 29

Plano de Ocupação para Áreas com sobreposição de Interesse Ambiental e Social no Município de Santo André – SP
Francisco Comaru; Giselle Tanaka; Juan Carlos Cristaldo; Margareth Matiko Uemura; Ricardo Moretti; Arilson Favareto ... 37

Expansão das áreas periurbanas na Região Metropolitana de São Paulo: causas sociais e consequências ambientais
Humberto Alves; Haroldo Torres; Maria Aparecida de Oliveira 51

O Programa para a Governança Municipal em Francisco Morato
José Luís Bizelli 63

A ocupação ao sul do Parque Estadual da Cantareira: um estudo empírico
Lucia Sousa e Silva 75

Projeto Oásis – Conservação da Natureza para proteger a vida
Maria de Lourdes Nunes 83

Microbacias

Uma poluição difusa não controlável pelo sistema coletor de esgoto
Candido Malta Campos Filho 91

Avaliação da Qualidade de Sedimentos em Relação aos Contaminantes Inorgânicos
Déborah I.T. Fávaro, Eleine Bostelmann, Sandra R. Damatto, Fernando Campagnoli, Bárbara P. Mazzilli 97

A Água e o Lugar: a Vida e o Meu Refúgio
Dilmara 109

Avaliação da qualidade ambiental e proposta de aplicação do modelo DPSIR como subsídio para o Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas: Estudo de caso na Bacia do rio Cotia
Beu, Sandra Eliza; Cruz, Evandro Cesar da 115

Estudo da Genotoxicidade de Amostras da Bacia do Ribeirão dos Cristais
Gisela de Aragão Umbuzeiro 123

Macrodrenagem e expansão urbana na Bacia do Alto Tietê
Luciana Travassos 133

Zoneamento Ecológico das Sub-Bacias da Represa Billings e do Tamanduateí – Ecological Zoning of Billings Reservoir and Tamanduateí sub-basins
Luiz Rogério Mantelli, Waverli Maia Matarazzo Neuberger 139

A microbacia como unidade de projeto em intervenções de recuperação e qualificação urbano-ambiental na área de mananciais da Região Metropolitana de São Paulo
Maria Lucia Refinetti Martins; Luciana Nicolau Ferrara; Isadora Lemos Tsukumo 149

Biodiversidade do Alto Tietê – BIODAT
Regina Lúcia Batista da Costa de Oliveira; Moacir Wuo; Luiz Roberto Nunes; Vitor Fernandes Oliveira de Miranda; Maria Santina de Castro Morini; Catarina de Bortoli Munhae; Lúcia Aparecida Rossini de Oliveira Cintra; Renato José Argentino; Márcia Regina de Oliveira 159

Manejo Sustentável do Sistema Bacia Hidrográfica/Rio/Várzea Visando à Conservação de Recursos Hídricos em Áreas Urbanas
Ricardo Camilo Galavoti; Alfredo Akira Ohnuma Jr. Juliana Pontes M. de Andrade; Paulino de Almeida Neto; Flavia Bottino; Eduardo Mario Mendiondo 165

Córrego Carajás – Despoluição em Áreas Urbanas Interligando Redes e Ações
Gilmar Massone; Guilherme Machado Paixão; José Carlos de Camargo; José Júlio Pereira Fernandes 175

Multiescalas

O Meio Ambiente & Você
Daniel Angel Luzzi 191

Integração e participação na gestão das águas pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê
Ana Paula Fracalanza 203

A Contribuição do Comitê do Alto Tietê à Gestão da Bacia Metropolitana (1994-2002)
Angélica Tanus Benatti Alvim; José Luiz Caruso Ronca 211

Qualis Econômico

Sistema de Previsão Hidrometeorológica para a Bacia do Alto Tietê
Augusto José Pereira Filho; Oswaldo Massambani; Hugo Abi Karam; Ricardo Hallak; Reinaldo Haas 225

Avaliação ecotoxicológica da água de rios das sub-bacias da represa Billings e do Tamanduateí
Flávia Venturini; Waverli Maia Matarazzo Neuberger 239

Tratamento descentralizado de esgoto doméstico: uma opção econômica e sustentável
Marcelo Antunes Nolasco 247

Remoção de gosto e odor de água para abastecimento público – represa Billings
Margarida Marchetto; Sidney Seckler Ferreira Filho 255

Projeto amigos da serra: geração de renda com responsabilidade ambiental
Michel Mott; Silvia Regina Cabral 261

Aplicação de ensaios biológicos na avaliação da qualidade da água do rio Tietê, no entorno da ETE Suzano
S. I. Borrely, N. Hamada, K. Okazaki, M. F. Suzuki, T. Kawano, L. F. Tallarico, V. S. Grazeffe, C. A. de B. Pereira, F. P. Ohlweiler, Ivana Wuo Pereira; R. D. Sposito, S. R. Santana, E. Nakano 269

Aspectos do enchimento das represas Paraitinga e Biritiba – sistema produtor Alto Tietê, São Paulo.
Suzana Sendacz; Vanessa Cristina Nascimento; Pedro Henrique Verdan Neves 281

Concentrações e cargas de nutrientes no sistema produtor Alto Tietê, São Paulo
Suzana Sendacz; Cacilda Thais Janson Mercante; Adalberto José Monteiro Junior; Luciana Carvalho Bezerra de Menezes ... 287

Aplicação de isótopos radiogênicos (Pb e Sr) e estáveis (H e O) como traçadores da recarga e da contaminação de aquíferos metropolitanos: um exemplo da Bacia do Alto Tietê
Veridiana T. S. Martins; Marly Babinski; Ricardo Hirata; Izabel Ruiz; Juliana B. Viviani-Lima 295

Estudos dos impactos sobre a ictiofauna da bacia do Alto Tietê e cabeceiras e as alternativas de mitigação para sua conservação sustentada
Alexandre Wagner Silva Hilsdorf e Renata Guimarães Moreira 299

APPs

Programa Bairro Ecológico: estratégia de recuperação de mananciais no município de São Bernardo do Campo

Andréia Faraoni Freitas Setti[1], *Cláudia Maria Bógus*[2]

[1] Faculdade de Saúde Pública – Universidade de São Paulo – Bolsista de Mestrado da FAPESP.
Av. Dr. Arnaldo, 715 – Cerqueira César. São Paulo/SP, CEP 01246-904. *andreiasetti@usp.br*.
Graduação em Direito pela Faculdade de Direito de São Bernardo, em 1997. Especialização em Direito Ambiental pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Experiência na área de Direito, com ênfase em Direito Público. Atua nos temas: Promoção da Saúde, Avaliação, Participação e Agenda 21.

[2] Profa. Departamento de Práticas de Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública – Universidade de São Paulo.
Av. Dr. Arnaldo, 715 – Cerqueira César. São Paulo/SP, CEP 01246-904. *claudiab@usp.br*.
Doutora em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, em 1997. Atualmente é Professora Doutora da Faculdade de Saúde Pública da USP. Atua na área de Saúde Coletiva, com ênfase em Promoção da Saúde, Políticas Públicas, Educação em Saúde, Participação, Avaliação, Cidades Saudáveis.
Área: Saúde Coletiva – 4.06.02.00-1 Saúde Pública

O estudo tem o objetivo de avaliar o Programa Bairro Ecológico implantado em 49 dos 120 assentamentos irregulares nas áreas de proteção aos mananciais, em São Bernardo do Campo. A ausência de alternativa de moradia para a população de baixa renda, nas grandes cidades brasileiras, teve como consequência a ocupação irregular e predatória de lugares ambientalmente frágeis, "protegidos" por lei, desprezados pelo mercado imobiliário. A crescente ocupação em área de mananciais compromete a capacidade hídrica da Represa Billings, cuja prioridade é o abastecimento público, e submete pessoas a precárias condições de vida. Concebido como alternativa de adequação de melhores condições de habitação e preservação dos recursos hídricos, o programa fomentado pela Prefeitura Municipal e Ministério Público pretende estabelecer intervenção socioambiental e urbanística para e com a comunidade, garantindo a participação popular na concepção e produção de uma política pública de proteção aos mananciais. O uso combinado de técnicas permitirá verificar o alcance e cobertura do programa, verificar como se estabelecem os processos decisórios e como se dá a participação da comunidade envolvida.

The study has as objective the evaluation of the 'Ecologyc District Programme' established in 49 of the 120 irregular occupation in protected reservoir area in São Bernardo do Campo. The absence of housing choices for the low income population in the big cities of Brazil had as a consequence an irregular and predatory occupation of the environmentally fragile places, which is "protected" by law but despised by the real state market. The increasing occupation in reservoir area jeopardises the water supply capacity of the Billings Lake, which priority is the public water supply, has submitted people to precarious conditions of life. The program made by the city council and the Public Prosecutor Office intend to estabilish social, enviromental and urbanist intervention to and with the community, guaranteeing the community participation in the conception and production of a public water system protection policy. The combined use of techniques will alow checking the reach and coverage of the program and verifying how the decisive process is established and how the community participates.

Palavras-chaves: *avaliação; programa; manancial; Billings; participação; meio ambiente. (evaluation; programme; reservoir area; Billings; participation; environment.)*

1 Introdução:

Na região metropolitana de São Paulo, a intensa expansão urbana iniciada, sobretudo, a partir da década de 1970, aliada à especulação imobiliária e à miséria de uma significativa parcela da população, fez com que o processo de ocupação do solo se desse, predominantemente, de forma desordenada e ilegal, especialmente em áreas protegidas (onde a vigência de legislação de proteção e a ausência de fiscalização definem a desvalorização).

Em São Paulo as cidades se formaram segundo a ocupação centro-periferia, refletindo um modo próprio de apropriação social, econômico e ambiental do espaço urbano. No centro ficam a infraestrutura e os equipamentos urbanos, as atividades públicas e privadas, e as habitações da população de maior renda. Já na periferia, sem equipamentos urbanos e infraestrutura, com precária provisão de serviços, a ocupação é de população de baixa renda. Neste sentido, Nicolau Sevcenko (2006), professor de História da Cultura da Universidade de São Paulo, em matéria exibida no jornal *Folha de S. Paulo*, afirma que "São Paulo empurrou a população para as periferias, criando espécie de área de privilégio central mantida sob o controle da autoridade pública e para a qual a periferia é invisível".

O mesmo modo de ocupação do território deu-se em São Bernardo do Campo, município do Estado de São Paulo, na mesorregião[1] Metropolitana de São Paulo, que na década de 1960 recebe o parque automobilístico brasileiro e indústria moveleira, com a produção de móveis pelos

[1] É formada pela união de 45 municípios agrupados em sete microrregiões.

primeiros imigrantes europeus, fatores determinantes da expansão urbana no município.

Localizado no alto da Serra do Mar, do planalto Atlântico, grande parte do território de São Bernardo do Campo permeia o entorno da Represa Billings, que determina 52% do seu território: Área de Proteção aos Mananciais[2].

São Bernardo do Campo está na contingência de tornar-se a ligação terrestre das favelas que avançam de Santos, pela Serra do Mar, com as que se expandem dentro da própria área dos mananciais.

Estima-se que 195.000 pessoas habitem em área de proteção aos mananciais em São Bernardo do Campo (IBGE 2000), distribuídas em 120 assentamentos, com índice de crescimento em média de 7% ao ano (WHATELY, 2002).

A expansão dos loteamentos, com preenchimento dos espaços vazios, além de causar prejuízos ao meio ambiente, prejudica a saúde da população local pela deficiência de saneamento básico, poluição difusa, destinação inadequada de resíduos sólidos, interferências provocadas por atividades comerciais, etc. O desmatamento, a excessiva impermeabilização e mau uso do solo interferem no potencial hídrico e provocam inundações frequentes nos centros urbanos pela falta de sistemas naturais de drenagem que fazem a água escorrer superficialmente.

A crise do meio ambiente urbano está tendo impacto na saúde, maior e mais imediato do que o esperado, de problemas ambientais considerados prioritários, como as mudanças climáticas globais, chuva ácida, destruição de florestas tropicais e desaparecimento de diversas espécies animais e vegetais (ROSSI-ESPAGNET et al., 1991).

A ilegalidade em relação à propriedade da terra tem sido um dos principais agentes da segregação ambiental e, em consequência, da exclusão social, no campo ou na cidade. "A falta de alternativas habitacionais, seja via mercado privado, seja via políticas públicas sociais, é evidentemente o motor que cria o pano de fundo dessa dinâmica de ocupação ilegal e predatória da terra urbana" (MARICATO, 2001, p. 225).

O direito à cidade para todos passa tanto pelo acesso à urbanização como pelo acesso à condição habitacional legal. Embora a ocupação ilegal da terra urbana seja genérica e crescentemente tolerada, seu reconhecimento legal é raro.

O direito à moradia adequada é reconhecido pela comunidade internacional desde a Declaração Universal dos Direitos Humanos, 1948, em seu artigo 25, I: "Todo homem tem direito a um padrão de vida capaz de assegurar a si e a sua família saúde e bem-estar, inclusive alimentação, vestuário, habitação, cuidados médicos e os serviços sociais indispensáveis, e direito à segurança em caso de desemprego, doença, invalidez, viuvez, velhice ou outros casos de perda de meios de subsistência em circunstâncias fora de seu controle".

O direito à moradia foi incluído na ordem constitucional, em 2000, com a edição da Emenda à Constituição n. 26, art. 1º. O art. 6º da Constituição Federal passa a vigorar com a seguinte redação: "Art. 6º: São direitos sociais a educação, a saúde, o trabalho, a moradia, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição".

Considerando que as ocupações irregulares são reflexos dos ciclos econômicos e da ineficiência do Estado, a questão ora colocada é a ação do poder público voltada, efetivamente, ao cumprimento da obrigação social.

Neste sentido, destaca o professor Guilherme José Purvin Figueiredo, a respeito do direito social à moradia:

Os debates acerca da ocupação irregular de áreas de proteção de mananciais abrigam uma aparente antinomia entre o direito social à moradia e o direito difuso a um meio ambiente ecologicamente equilibrado (art. 225, CF). A antinomia, porém, como dito, é apenas aparente, já que, há toda evidência, o direito social à moradia – direito humano de segunda geração – deve ser concebido à luz do fundamento maior da dignidade da pessoa humana (art. 1º, inc. III), o que não ocorre nos casos de ocupação de áreas de mananciais (FIGUEIREDO, 2003, p. 559).

Em que pese o posicionamento do DD professor, não podemos deixar de considerar que a preservação das áreas de mananciais é fundamental para manter a produção de água da Represa Billings que abastece os municípios de São Bernardo do Campo, Diadema e parte de Santo André.

O Programa Bairro Ecológico surgiu da necessidade de adequação de melhores condições de habitação e preservação dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica da Billings, no município de São Bernardo do Campo. Sua proposição parte da revisão da nova lei de proteção aos mananciais (9866/97), que contempla um modelo baseado na descentralização, integração, participação dos governos locais e segmentos da sociedade, combinado com as diretrizes do Estatuto da Cidade.

A intervenção conta com a participação do Ministério Público que, na investidura de sua função de zelar pelo meio ambiente ecologicamente equilibrado, propõe solução negociada aos atores e responsáveis pela reparação do dano a partir do TAC – Termo de Ajustamento de Conduta.

Do ponto de vista jurídico, os termos de ajustamento de conduta prestam-se a documentar as providências negociadas com as comunidades e o Poder Público. Algumas dessas providências poderão, futuramente, quando da regularização fundiária e registrária dos assentamentos, constar de cláusulas urbanísticas convencionais ou das leis que instituírem ZEIS – Zonas Especiais de Interesse Social.

O programa visa a disponibilizar informação ao morador da área de proteção aos mananciais sobre a irregularidade da ocupação e a importância do reservatório para abastecimento público; estimular o Poder Público e os moradores a buscarem formas de recuperação ambiental e urbanística com redução dos impactos ambientais sobre a quantidade e qualidade das águas do reservatório e mobilizar os moradores para a busca da sustentabilidade do conjunto de assentamentos situados no Município[3].

[2] Dado extraído da apresentação "Estratégia de Gestão urbana e socioambiental", do município de São Bernardo do Campo, março de 2004.

[3] Rosângela Staurenghi – Promotora de Justiça de São Bernardo do Campo. Repercussão dos Termos de Ajustamento de Conduta na atuação do Ministério Público – a participação da comunidade e do Poder Público.

Este estudo pretende avaliar a referida intervenção municipal no que tange à participação, sob a perspectiva da Promoção da Saúde e princípios das agendas: Cidades Saudáveis e Agenda 21, considerando que a análise de políticas públicas a partir dos programas implantados pode ser um instrumento fundamental para se alcançar melhores resultados e proporcionar melhor utilização e controle dos recursos neles aplicados, além de fornecer aos formuladores de políticas sociais e aos gestores de programas dados importantes para o desenho de políticas mais consistentes e para a gestão pública mais eficaz (COSTA e CASTANHAR, 2002).

O problema que este trabalho quer desvendar é em que medida a participação da comunidade na implantação do Programa Bairro Ecológico determina a continuidade dos efeitos gerados e promove seu empoderamento?

A hipótese deste trabalho é que a participação gera comprometimento da comunidade com o programa e é essencial para garantir a sustentabilidade das ações realizadas.

2 Objetivos:

O estudo tem como objetivo avaliar o Programa Bairro Ecológico, no que se refere à participação da comunidade envolvida e à sustentabilidade das ações realizadas.

2.1 Objetivos específicos

1. Descrever e avaliar o Programa Bairro Ecológico sob a perspectiva da Promoção da Saúde e princípios das agendas: Cidades Saudáveis e Agenda 21, verificando a pertinência jurídica, social e ambiental das intervenções;
2. Descrever e avaliar o processo de participação da comunidade na implantação do programa;
3. Verificar o alcance e cobertura de algumas ações do programa.

3 Proposta de desenvolvimento do trabalho:

O estudo repousa em pressupostos da pesquisa social qualitativa, segundo a qual é possível obter novos conhecimentos no campo da realidade social por meio da metodologia científica (GIL, 2002).

Segundo BOGDAN E BIKLEN (1982), citados por LÜDKE e ANDRÉ (1986), a pesquisa qualitativa supõe o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada, via de regra através do trabalho intensivo de campo.

Considerando que a análise do programa em questão não se restringirá a simplesmente verificar se as metas são ou não alcançadas; será necessária uma abordagem ampliada, por meio de técnicas de pesquisa que coletem dados da dimensão qualitativa.

Os "pesquisadores qualitativistas" ocupam-se com os processos, estudam como os fenômenos ocorrem naturalmente e como são as relações estabelecidas entre esses fenômenos. A pesquisa qualitativa é centralizada no específico, no peculiar, buscando a compreensão do fenômeno estudado, geralmente ligado a atitudes, crenças, motivações, sentimentos e pensamentos da população estudada (NOGUEIRA-MARTINS e BÓGUS, 2004).

No estudo qualitativo há sempre uma tentativa de capturar a "perspectiva dos participantes", isto é, a maneira como os informantes encaram as questões que estão sendo focalizadas (LUDKE e ANDRÉ, 1986, p. 12).

A proposta é estudar os processos participativos na implantação do programa Bairro Ecológico e o empoderamento dos moradores em área de mananciais, buscando as significações dos fatos no contexto concreto em que ocorrem e estabelecendo a identidade entre sujeito e objeto.

Dentre os vários caminhos para a apreensão do objeto em estudo, optou-se pelo estudo de caso.

O estudo de caso, conforme caracterizado por GIL (2002) é o estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de forma que possibilite amplo e detalhado conhecimento do mesmo.

Como técnicas de coleta de dados para o desenvolvimento do estudo de caso, pretende-se utilizar:

1. Pesquisa bibliográfica – desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Permite ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente (GIL, 2002).
2. Pesquisa documental – vale-se de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa. As fontes são diversificadas e dispersas. Há documentos "de primeira mão", conservados em arquivos de órgãos públicos e instituições privadas; documentos como cartas pessoais, diários, fotografias, gravações, memorandos, regulamentos, ofícios, boletins etc. e documentos de segunda mão, que de alguma forma já foram analisados: relatórios, tabelas, estatísticas etc. (GIL, 2002, p. 46).

   Pretende-se descrever o programa nos aspectos: estratégias, atividades, formas de comunicação, análise do processo decisório, resultados almejados, atores sociais envolvidos etc.
3. Questionários – questões apresentadas por escrito às pessoas com o objetivo de levantar opiniões, crenças, sentimentos, interesses, expectativas, situações vivenciadas etc. (GIL, 1999). Realizados com moradores que vivenciaram situações representativas da vida social local (PATTON, 1987). (Anexo I).
4. Entrevistas individuais, com roteiro previamente estruturado, formulado com perguntas abertas, elaborado segundo metodologia qualitativa de pesquisa. A entrevista permite a captação imediata e corrente da informação desejada (NOGUEIRA-MARTINS e BÓGUS, 2004); permite o acesso a dados de difícil obtenção por meio da observação direta, tais como sentimentos, pensamentos e intenções. As entrevistas serão realizadas com representantes do poder público: coordenadores do projeto, representante do Ministério Público. (Anexo II).
5. Grupo focal – utilizado para identificar conceitos, crenças, percepções, expectativas, motivações e necessidades de um grupo específico, bem como para avaliar políticas, programas ou ações desenvolvidas ou em andamento (NOGUEIRA-MARTINS e BÓGUS, 2004). Esta técnica é realizada em grupo composto por seis a quinze pessoas, com tempo médio de duração de noventa minutos, conduzido por um moderador que propõe as questões aos par-

ticipantes, mantém o foco da discussão em intervenções discretas e realiza resumos. O grupo é composto por indivíduos que podem fornecer informações úteis à pesquisa, no entanto, deve-se tentar alcançar certa homogeneidade entre eles quanto à idade, nível socioeconômico etc., para se sentirem à vontade. (WESTPHAL e col., 1996). Devem-se evitar amigos muito próximos, vizinhos e parentes no mesmo grupo, pois pode causar conversas paralelas ou inibição ao discutir determinados temas. Como forma de registro, habitualmente é utilizado o recurso da gravação e também pode contar com as anotações de um observador (NOGUEIRA-MARTINS e BÓGUS, 2004).

Grupo focal com lideranças, moradores e representantes de ONG que participaram do processo.

Para verificar as percepções que os moradores e as lideranças comunitárias têm acerca do Programa Bairro Ecológico e conhecer a relação entre a participação da comunidade envolvida e a sustentabilidade de algumas ações realizadas.

WESTPHAL e col. (1996) fazem referência à utilização de grupo focal na área da saúde no Brasil, especialmente em programas educativos. É um procedimento apropriado quando o objetivo do investigador é verificar de que modo as pessoas avaliam uma experiência, idéia ou evento, como definem um problema e como seus sentimentos e significados encontram-se associados a determinados fenômenos (Anexo III).

Para tanto, foram selecionados dois bairros: Pinheirinho ou Jardim dos Pinheiros, como passou a se chamar, e Jardim Canaã. A seleção dos casos respeitou critério de período de implantação do programa (2000 a 2005 e 2002 a 2007 respectivamente) e comunidades que tenham assinado o Termo de Ajustamento de Conduta proposto pelo Ministério Público.

Os dados levantados serão categorizados, descritos e analisados conforme o referencial teórico da pesquisa, considerando-se o conteúdo implícito do material coletado, dimensões contraditórias e aspectos silenciados como propõem LUDKE e ANDRÉ (1986).

QUESTIONÁRIO APLICADO AOS MORADORES E LIDERANÇAS

Data: / / Controle: _____

I. Perfil do entrevistado(a)

Q01 Nome: _____ Telefone: _____
Q02 – Sexo ( ) F ( ) M
Q03 – Idade: _____ anos.
Q04 – Bairro: _____.
Q05 – Há quanto tempo mora neste bairro? _____ anos.
Q06 – Escolaridade
(E. **Fundamental – 1ª a 8ª série**; E. **Médio 1º ao 3º colegial**)
( ) Ensino Fundamental incompleto
( ) Ensino Técnico incompleto
( ) Ensino Fundamental completo
( ) Ensino Técnico completo
( ) Ensino Médio incompleto
( ) Ensino Superior incompleto
( ) Ensino Médio completo
( ) Ensino Superior completo

II. Programa Bairro Ecológico

Q07 – Você conhece o Programa Bairro Ecológico?
( ) Sim ( ) Não

Q08 – Como ficou sabendo?
( ) por vizinhos
( ) Associação de bairro
( ) convite/carta da Prefeitura
( ) faixa / cartaz / informe
( ) Clube de mães
( ) Rádio comunitária
( ) Outro – Qual? _____

Q09 – Você participou de alguma reunião/encontro ou atividade do Programa Bairro Ecológico?
( ) Sim ( ) Não

Q10 – Sua participação foi:
( ) espontânea ( ) obrigatória

Q11 – Por que participou?
( ) tive interesse no tema
( ) não participar poderia trazer prejuízos futuros

As perguntas que seguem (Q10 a Q14) somente devem ser respondidas por aqueles que assinalaram a alternativa "SIM" na Q09.

Q12 – Avalie com nota de 0 a 5 os seguintes aspectos do Programa Bairro Ecológico:

	Nota 0 1 2 3 4 5
Divulgação dos encontros/reuniões/ atividades	
Importância dos temas tratados	
Ações implementadas no bairro	
Participação da comunidade	
Atuação de Ong ou outra instituição	
Relação com técnicos da Prefeitura	
Relação com o Ministério Público (Promotora de Justiça)	

Q13 – As ações realizadas durante o Programa Bairro Ecológico foram (assinalar com um X):

para o meio ambiente

pouco significativas					muito importantes
0	1	2	3	4	5

para a saúde

pouco significativas					muito importantes
0	1	2	3	4	5

para a qualidade de vida

pouco significativas					muito importantes
0	1	2	3	4	5

Q14 – A sua participação no Programa resultou em algo de bom para você? Assinalar com um X.

não resultou em nada					resultou em muitas coisas boas
0	1	2	3	4	5

ROTEIRO DE ENTREVISTA REPRESENTANTES DO PODER PÚBLICO

Histórico do programa

1. Quando teve início o programa Bairro Ecológico?
2. Quais razões motivaram o surgimento do programa?
3. Quais são os objetivos do programa Bairro Ecológico? (O programa garante os direitos constitucionais de moradia e meio ambiente ecologicamente equilibrado?)
4. Quais instituições estão envolvidas no programa? (**Secretarias? quais?** Ongs, MP etc.)
5. Como é a interação entre as instituições **e secretarias**?

Resultados e impactos

6. Quais são os resultados efetivos do programa? (Há indicadores de saúde e melhoria da qualidade de vida? Auxilia na contenção do crescimento populacional em área de mananciais?)
7. Quais são as estratégias de sensibilização e mobilização comunitária adotadas?
8. Qual o impacto do programa no desenvolvimento econômico do município?

Sustentabilidade

9. Quais são as fontes de financiamento do programa?
10. O programa é sustentável? Se sim, de que maneira? Se não, como poderia sê-lo?
11. A comunidade participa do programa? Quando? Como? (E no caso específico do Jd. dos Pinheiros e Jd. Detroit/Carminha.)
12. Qual o impacto da participação comunitária nos resultados do programa? (Têm sido desenvolvidas formas de cooperação? Têm se formado redes de apoio social? A comunidade está envolvida na sustentabilidade das ações realizadas?)
13. Que tipo de apoio você ou a instituição que representa dá à comunidade que participou do Programa Bairro Ecológico?
14. Qual é a sua avaliação do programa? Há algum bairro que você considera modelo? Qual? Por quê?
15. O que você sugeriria para o aprimoramento deste programa?

ROTEIRO DE GRUPO FOCAL COM MORADORES E LIDERANÇAS

1. O que significa morar em área de mananciais? (características do território, pertencimento, qualidade de vida, propriedade)
2. O que é o Programa Bairro Ecológico para vocês? (quem coordena o programa, quem participa, fases/etapas)
3. Como vocês ficaram sabendo do Programa Bairro Ecológico?
4. Por que vocês resolveram participar do Programa?
5. Como foi a inserção de vocês no Programa Bairro Ecológico? (qual foi a primeira atividade/reunião que participaram, quem convidou, como foram recebidos)
6. Vocês fizeram sugestões e/ou ajudaram a decidir as ações no seu bairro?
7. Vocês acham que suas opiniões foram consideradas? (A comunidade tem poder de decisão nas deliberações?)
8. Quais atividades foram realizadas no seu bairro? E destas, quais permanecem até os dias de hoje? De que maneira? (pela comunidade, parcerias: Prefeitura, Ongs etc.)
9. Na opinião de vocês, alguma coisa mudou (para vocês e para a comunidade) com a implantação do Programa Bairro Ecológico? (Houve fortalecimento?)
10. Se vocês pudessem reconstruir a história deste programa, o que fariam diferente?

4 Valor investido ou financiado e contrapartidas

Aplicação da Entrevista em Pré-Teste

Considerações – (1 Pré-Teste a ser realizado em local a ser definido pela Secretaria de Habitação e Meio Ambiente de São Bernardo do Campo (SHAMA) mais entrevistas: 1 secretário, 1 diretora, 1 promotora de Justiça, 2 representantes de Ongs/ 45 minutos (cada entrevista))

Custos do Pré-Teste		
RH	• Aplicação da Entrevista – **4h30;**	R$ 450,00
	• **Transcrição das Fitas** (R$ 150,00 a hora gravada)	R$ 675,00
Material	• **50 Folhas de Papel a R$ 0,05 cada+ 5 Fitas cassete de 90 minutos a R$ 4,00 cada+ 4 Pilhas Alcalinas a R$ 2,00 cada.**	R$ 30,50
Transporte	• **80 km x 2,6 (gasolina)**	R$ 208,00
Total		R$1.363,50
Grupo Focal		
RH	• **Realização de 02 grupos focais**	R$ 300,00
	• 02 Coffee-break	R$ 100,00
	• **Transcrição das Fitas** (R$ 150,00 a hora gravada) – 4h	R$ 600,00
Material	• **04 Fitas cassete de 60 minutos a R$ 3,00 cada**	R$ 12,00
transporte	• **60 km x 2,6 (gasolina)**	R$ 156,00
Total Grupo Focal		R$1.168,00

Aplicação de questionário		
RH	• **Aplicação de 100 questionários**	R$ 750,00
Material	• **60 cópias a R$ 0,10**	R$ 6,00
Transporte	• **120 km x 2,6 (gasolina)**	R$ 312,00
Total aplicação de questionários		R$ 1.068,00
Dedicação da Pesquisadora ao projeto		
Pesquisadora (contrapartida pesquisadora)	• **12 meses x R$ 1.164,00 (ref. Valor mensal da bolsa de mestrado da Fapesp) o (Período de doze meses de junho de 2007 a junho de 2008)**	R$ 13.968,00
Total		R$ 3.599,50
TOTAL GERAL		R$ 17.567,50

5 Fonte de financiamento

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – bolsa MS-1.

6 Financiamento interno

Participação no X Congresso Paulista de Saúde Pública. Valor financiado pela Universidade – R$ 400,00.

7 Alcance dos resultados e Potencial de difusão da metodologia e da experiência para comitês de bacia hidrográfica em São Paulo e no Brasil

A descrição do Programa Bairro Ecológico parte do pressuposto geral de que é necessário analisar os programas de governo para alcançar melhores resultados e eficácia de políticas públicas. Considerando que o programa em voga foi criado em 1998 e que atualmente abrange 51 bairros sem que tenha sido detalhadamente descrito, avaliado e monitorado, sua efetividade é colocada em dúvida por muitos ambientalistas que questionam, entre outras, as iniciativas para impedir o adensamento, alegando que, contraditoriamente, o estimulam na medida em que incorrem em melhorias na infraestrutura urbana. Os resultados das avaliações de programas públicos apontam a avaliação sistemática como ferramenta gerencial poderosa, fornecendo aos formuladores de políticas públicas e aos gestores de programas condições para aprimorar técnicas e procedimentos, além de ser fundamental para alcançar melhores resultados, inclusive na utilização e controle dos recursos neles aplicados.

8 Principais dificuldades na realização do projeto

As principais dificuldades na realização do projeto são as relacionadas ao trabalho de campo, coleta de dados, sistematização e análise dos dados.

Planejamento e Gestão Integrada nas Áreas de Proteção dos Mananciais da Bacia do Alto Tietê: Novos Desafios à Sustentabilidade Urbana e Ambiental

Angélica Aparecida Tanus Benatti Alvim (coordenação)[1]*; Juliana Gomes Carnicelli*[2]*; Carolina Bracco Delgado de Aguilar*[3]*; Valdete Kanagusko Itikawa*[4]*; Marília Basetto Lorenzetti*[5]

[1] Arquiteta, mestre e doutora pelo programa de pós-graduação da FAU/USP. Professora de Planejamento e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie e do Curso de Pós-Graduação da mesma instituição.
Instituição: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU) da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Endereço: Rua da Consolação nº930, Prédio 9, CEP 13002-907, São Paulo.

[2] Mestre em Arquitetura e Urbanismo – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Presbiteriana Mackenzie; Arquiteta da Prefeitura Municipal de Itapecerica da Serra

[3,4] Arquiteta e Mestranda em Arquitetura e Urbanismo – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Presbiteriana Mackenzie

[5] Graduanda da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Presbiteriana Mackenzie

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA OU SUBÁREA (TABELA FAPESP): 6.04.99.00-1 ARQUITETURA E URBANISMO; PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL

No atual quadro institucional de formulação e implementação de políticas públicas exigidas por meio de legislações federal e estadual, respectivamente, é fundamental aprofundar o debate acerca dos limites e desafios que se impõem ao conjunto de municípios que se situam em áreas de proteção dos mananciais na Bacia do Alto Tietê. Nesse contexto, esta pesquisa procura discutir as políticas urbanas e ambientais que se encontram em curso nas áreas de proteção dos mananciais da Região Metropolitana de São Paulo, a partir dos estudos de casos dos municípios de São Bernardo do Campo, particularmente do Bairro Alvarenga, localizado junto à sub-bacia Billings, e do município de Itapecerica da Serra, com ênfase no Jardim Branca Flor, na sub-bacia Guarapiranga. Verifica-se, através destes casos, em que medida os instrumentos de planejamento e gestão urbana e ambiental, elaborados entre 1997 e 2006, buscam articular-se entre si e incorporam efetivamente a sociedade civil, como parte de um processo de gestão integrada das bacias hidrográficas.

In the current framework of formulation and implementation of public policies demanded through federal and state legislation, respectively, it is essential to deepen the debate on the limits and challenges involving the municipalities which are located in water source protection area in the High Tietê Basin. In this context, this research requires the discussion of urban and environmental policies that are current in water source protection areas in the Metropolitan Region of São Paulo, from the studies of cases of the São Bernardo do Campo Municipality, particularly of the District Alvarenga, located in the sub – basin Billings and, of the Itapecerica da Serra Municipality, with emphasis the Jardim Branca Flor, in the Guarapiranga sub-basin. It is verified, through these cases, that while the urban and environmental instruments of planning and management (elaborated between 1997 and 2006) seek an articulation among them, they incorporate effectively the civil society, as part of a process of the integrated management of river basins.

Palavras-chaves: *Política ambiental; Política urbana; Comitês de Bacias Hidrográficas; Desenvolvimento Sustentável, Área de proteção dos mananciais; Sub-bacia Guarapiranga; Sub-bacia Billings; Bacia do Alto Tietê. (Environmental policy; Urban policy; Sustainable Development; Water source protection area; the Sub-basin Guarapiranga; Sub-basin Billings; High Tietê Basin.)*

1 OBJETIVOS

O final dos anos de 1980 marca um período que sinaliza no Brasil importantes transformações nos campos das legislações urbanas e ambientais. Os princípios estabelecidos pela Constituição Federal de 1988 associados à redemocratização da sociedade buscam equacionar os deflagrados problemas ambientais das áreas urbanas e rurais, a degradação dos recursos hídricos, os entraves ao desenvolvimento urbano, entre outros.

Embora a legislação brasileira seja considerada, em geral, bastante avançada no que diz respeito às políticas urbanas, ambientais e hídricas, o principal desafio diz respeito a como implementar um caminho que busque a permanente integração entre elas, de tal modo que seja possível equacionar os principais conflitos com que se defrontam, principalmente em áreas intensamente urbanizadas. Tais conflitos ora pesam sobre um lado, ora pesam sobre outro, mas na maioria das vezes são extremamente vinculados entre si, requisitando uma visão sistêmica de planejamento e gestão.

No contexto atual do quadro institucional de formulação e implementação de políticas públicas ambientais e urbanas dirigidas à condução, modificação e transformação dos processos socioespaciais em áreas de proteção dos mananciais, a pesquisa que orienta este artigo tem como objetivo geral discutir como o conjunto de municípios da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) vem procurando atender às orientações da política urbana federal (Lei Federal n. 10.257/2001) elaborando e ou revisando seus planos diretores e ao mesmo tempo incorporando as diretrizes da então política ambiental em

curso no Estado de São Paulo (Leis Estaduais 7.633/1991 e 9.866/1997).

Fruto de uma pesquisa em andamento[1] envolvendo um subconjunto de pesquisas parciais de iniciações científicas e mestrado, este artigo procura destacar os principais conflitos decorrentes do confronto dessas legislações e dos processos interinstitucionais vigentes, por meio dos casos das sub-bacias hidrográficas Guarapiranga e Billings.

Sem pretender esgotar o tema, mas apenas apresentar algumas reflexões deste contexto, procura-se neste artigo destacar os principais avanços e conflitos decorrentes do confronto dessas legislações e dos processos interinstitucionais vigentes, no âmbito de dois recortes específicos: Jardim Branca Flor, em Itapecerica da Serra, na sub-bacia Guarapiranga, e o Bairro do Alvarenga, em São Bernardo do Campo, na sub-bacia Billings. Verifica-se, por meio destes casos, se os instrumentos de planejamento e gestão urbana e ambiental, elaborados entre 1997 e 2006, buscam articular-se entre si e incorporar efetivamente a sociedade civil, como parte de um processo de uma gestão integrada e sistêmica das bacias hidrográficas.

Embora tais casos sejam bastante distintos entre si, e não necessariamente foram formulados à luz das legislações atuais, ambos trazem em suas respectivas concepções aspectos que vão ao encontro das novas orientações urbanas e ambientais, incorporando principalmente as demandas de um processo participativo, num contexto de modificação das formas de atuação nos espaços a serem recuperados ambientalmente.

2 PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

A metodologia adotada na pesquisa incorpora a análise teórica em confronto com a documental – com base no conjunto de legislações, planos e programas para a área de estudo –, associada às entrevistas com atores envolvidos no processo de planejamento e gestão em três níveis: no âmbito da sub-bacia (subcomitês); dos municípios (prefeituras) e dos bairros (representantes da sociedade civil organizada). Busca-se, de um lado, privilegiar, por meio da análise documental, um olhar sobre o conjunto de proposições que tem por objetivo o equacionamento dos conflitos existentes entre a ocupação urbana e as áreas de preservação e de recuperação dos mananciais, como elemento essencial ao desenvolvimento sustentável da metrópole. Por outro, procura-se complementar a pesquisa com o olhar mais atento dos atores, entendendo os conflitos inerentes à concepção e formulação das políticas, bem como identificando seus limites e desafios diante da real situação dessas áreas.

Um dos resultados obtidos pela presente pesquisa foi a construção de uma matriz analítica[2] que agregou as informações qualitativas dos diversos documentos analisados de modo a apresentar uma análise comparativa entre as diretrizes previstas pelo sistema de gestão das áreas de mananciais às diretrizes urbanísticas e suas respectivas ações na esfera local. A análise dos instrumentos, dos seus possíveis cruzamentos e desdobramentos, foi realizada a partir dos principais temas definidos como essenciais a esse processo: Participação da Sociedade Civil, Arranjos Institucionais, Infraestrutura Ambiental, Habitação, Sistema Viário e Transporte, Uso e Ocupação do Solo e Desenvolvimento Econômico e Urbano.

Nesse contexto, a pesquisa procura analisar os dois casos selecionados em suas especificidades sem ainda compará-los, devendo isso ser objeto de sua continuidade.

O desenvolvimento do projeto é apresentado a seguir, em cinco seções que envolvem desde a discussão dos conflitos legais vigentes até a análise de cada caso, segundo os temas selecionados.

2.1 Políticas ambientais e urbanas em bacias hidrográficas: alguns conflitos inter-institucionais

No Brasil, a Constituição Federal de 1988 reforçou os caminhos distintos das políticas ambientais/hídricas e urbanas/regionais, obedecendo a lógicas diferentes e muitas vezes conflitantes, pois enquanto o primeiro grupo está sujeito, predominantemente, aos critérios ambientais, o segundo orienta-se pelos critérios político-administrativos (ALVIM, 2007).

Por um lado, as políticas urbanas e regionais são de responsabilidade de entes da federação – Município e Estado, respectivamente. Conforme a Constituição Federal de 1988, cabe ao município a responsabilidade da política urbana, principalmente com relação ao desenvolvimento e à organização territorial, a ser definida por meio do Plano Diretor (que regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição), e ao Estado, a organização regional e as políticas de caráter intermunicipal (conforme o artigo 25 da Constituição Federal). Por outro

[1] Este trabalho é fruto de reflexões originadas em pesquisas individuais orientadas pela autora e vincula-se à linha de pesquisa "Urbanização e Meio Ambiente", que vem sendo desenvolvida no âmbito da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e do curso de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Mackenzie. Entre 2005 e 2007, as seguintes pesquisas foram desenvolvidas: Juliana Gomes Carnicelli. Itapecerica da Serra: o desafio da integração da política urbana municipal à gestão da sub-bacia Guarapiranga (1997-2006). 2007. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Presbiteriana Mackenzie; Carolina Bracco Delgado de Aguilar. Ocupação irregular na área de proteção dos mananciais no Município de São Bernardo do Campo: caso do Bairro dos Alvarenga. 2007. Iniciação Científica. (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica Mackenzie. Marília Lorenzetti. A perspectiva de desenvolvimento sustentável promovida pela regulamentação da lei específica de proteção dos mananciais na sub-bacia Guarapiranga, na Região Metropolitana de São Paulo. 2007. Iniciação Científica. (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica Mackenzie.

Procurando aprofundar as reflexões aqui iniciadas por meio da escolha de outros casos e inserção de novos pesquisadores um projeto de pesquisa foi enviado ao CNPq com o título "Das Políticas Ambientais e Urbanas Às Intervenções: Os Casos das Sub-Bacias Guarapiranga e Billings no Alto Tietê, Região Metropolitana de São Paulo", recebendo parecer positivo em dezembro de 2007.

[2] Esse modelo de matriz foi inicialmente elaborado em conjunto com a aluna Carolina B. D. Aguilar no âmbito de sua Iniciação Científica, adaptado posteriormente para as demais pesquisas.

lado, as políticas ambientais e as hídricas são políticas concorrentes, ou seja, são competências comuns dos três níveis de governo; desse modo devem, quando a área em questão corresponder a dois ou mais municípios do mesmo Estado, se sujeitar ao Estado e, no caso de corresponder a municípios que estão em estados diferentes, sujeitar-se à União.

Sendo assim, qualquer atuação que considere outros limites territoriais para além dos limites político-administrativos, como, por exemplo, a gestão das bacias hidrográficas, depende de negociação entre esses níveis de governo ou mesmo entre setores que atuam no âmbito desses governos, uma vez que "no federalismo a cooperação entre o poder nacional e os poderes estadual e local resulta sempre de um processo de negociação, já que estatutariamente os entes são independentes" (MARTINS, 2006, p. 25).

A Política Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo – Lei nº 7633/1991- e a nova Lei Estadual de Proteção dos Mananciais – Lei nº 9866/1997- legislações que incidem sobre os recursos hídricos do Estado de São Paulo e sobre as áreas que protegem os mananciais estaduais de abastecimento de água, incorporam a bacia hidrográfica como unidade de intervenção. Entretanto, os territórios em que atuam são também orientados por outras legislações e políticas setoriais, definidas nos distintos níveis de governo em que o Brasil se organiza. Desde a instituição da nova lei de proteção dos mananciais, em 1997, a responsabilidade de planejamento e gestão das bacias hidrográficas que abrigam os mananciais de abastecimento urbano passou a ser dos comitês – fórum coordenador da bacia ou das sub-bacias (os subcomitês, como no caso da Bacia do Alto Tietê). Essas instâncias agregam, além do Estado, os representantes municipais e a sociedade civil em um processo tripartite e compartilhado.

Diante desse quadro legal, a recuperação das áreas de mananciais na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) representa um importante desafio para as políticas públicas em curso. Para muitos especialistas, a ocupação urbana em áreas de proteção dos mananciais na RMSP é irreversível, pois os efeitos antrópicos causados ao meio ambiente vêm colocando em risco aquele hábitat e consequentemente a água, recurso valioso à sustentabilidade da sociedade.

No campo da política urbana, a descentralização político-administrativa propiciada pela Constituição de 1988 ampliou a competência dos municípios, dando-lhes maior autonomia política, fiscal e financeira. A Lei Federal 10.257 /2001 – o Estatuto da Cidade – firma-se como o principal marco do novo quadro institucional da Política Urbana brasileira, reconhecendo a importância da cidade na articulação dos processos de desenvolvimento econômico e social e valorizando o processo de planejamento urbano na esfera da ação pública (ALVIM et al., 2006). Nesse contexto, o Plano Diretor elaborado com a participação dos diferentes setores da sociedade passa a ser obrigatório para os municípios que possuem mais de 20 mil habitantes, para aqueles localizados em regiões metropolitanas e em aglomerados urbanos. Embora o Estatuto da Cidade represente um inegável avanço na luta em prol do desenvolvimento municipal, reconhecendo a função social da cidade e da propriedade, conflitos que extrapolem os limites político-administrativos não são devidamente tratados por esta legislação. Se, por um lado, o Estatuto da Cidade enfatiza que é competência municipal o controle do desenvolvimento urbano, por outro lado, quando o objetivo é a resolução de problemas comuns, conforme a Constituição Federal, a instância de decisão é o Estado (ALVIM, 2007).

A institucionalização do sistema de gestão por bacias hidrográficas tem na RMSP o desafio de articular suas ações aos padrões de uso e ocupação do solo urbano e vice-versa. Por um lado, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê e os subcomitês de bacia – Cotia-Guarapiranga; Billings-Tamanduateí; Tietê-Cabeceiras; Juqueri-Cantareira e Pinheiros-Pirapora – são responsáveis por implementar o conjunto de instrumentos de planejamento e gestão aprovados no âmbito da nova Lei de Proteção e Recuperação dos Mananciais, visando a minimizar os conflitos relacionados à água. Por outro lado, o conjunto dos municípios vem formulando novos planos diretores buscando orientar um desenvolvimento urbano "sustentável".

2.2 A situação das legislações ambientais nas sub-bacias de estudo

A recuperação das áreas de mananciais é de suma importância para a garantia da disponibilidade de um recurso essencial à vida: a água. A degradação ambiental decorrente da ocupação desordenada dessas áreas compromete o abastecimento de água potável de milhares de pessoas.

Na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) o problema aparece de forma bastante perversa: a crescente ocupação predatória das populações de baixa renda em direção às áreas periféricas contribui cada vez mais para agravar a degradação ambiental, em especial das áreas frágeis, "legalmente preservadas". Nesse contexto, os conflitos relacionados à expansão desordenada e sem planejamento dos municípios, associados à ausência de uma instância de coordenação das políticas metropolitanas[3], colocam em risco os rios e os mananciais de abastecimento urbano, comprometendo, portanto, não só o processo de "desenvolvimento" socioeconômico como a sustentabilidade da sociedade.

Embora as áreas de mananciais da RMSP sejam protegidas por lei desde meados da década de 1970 (Leis Estaduais n. 898/75, n. 1.172/76 e Decreto Estadual n. 9.714/77), severas restrições relacionadas ao uso e à ocupação do solo e índices urbanísticos homogêneos que não consideram as especificidades locais contribuíram intensamente para a desvalorização e ocupação desordenada desses territórios.

[3] De acordo com a Constituição Federal de 1988, a organização e gestão regional passaram a ser responsabilidade dos Estados, cabendo-lhes a instituição de regiões metropolitanas, aglomerados urbanos e microrregiões. Tais conceitos foram aprofundados no âmbito da Constituição do Estado de São Paulo de 1989 e regulamentados pela Lei Estadual Complementar n. 760, de 01/08/1994, que definiu as diretrizes para a organização regional estadual e estabeleceu os campos funcionais de interesse comum. Entretanto, em função de diversos fatores, principalmente políticos, na Região Metropolitana de São Paulo o sistema de gestão metropolitano, até o presente momento, não se encontra adequado ao novo formato constitucional previsto e, portanto, efetivamente não existe.

Principalmente nas regiões sul e sudeste da metrópole, nas sub-bacias que envolvem os reservatórios das represas Guarapiranga e Billings, respectivamente, os conflitos são bastante visíveis. A ocupação descontrolada com a predominância de loteamentos de baixo padrão construtivo, associada à ausência de infra-estrutura urbana, tem provocado a degradação dos cursos d'água que abastecem a represa, comprometendo diretamente o abastecimento de água de grande parte da RMSP.

Desde o início da década de 1990, esforços vêm sendo empreendidos no sentido de implementar um processo de planejamento e gestão que busque soluções articuladas entre as diversas esferas de governo na minimização dos conflitos presentes nessas áreas, incorporando a participação dos atores envolvidos (ALVIM, 2003).

Na Bacia do Alto Tietê, a instituição do Comitê do Alto Tietê, em meados da década de 1990, e de suas instâncias descentralizadas, os cincos subcomitês de bacia – Cotia-Guarapiranga; Billings-Tamanduateí; Tietê-Cabeceiras; Juqueri-Cantareira e Pinheiros-Pirapora -, vem possibilitando aproximar a atuação dos principais organismos setoriais do Estado à dos municípios que estão em área de proteção dos mananciais na busca de uma solução conjunta para os seus principais conflitos. Principalmente a partir de 1997, com a aprovação da "nova Lei de Proteção e Recuperação dos Mananciais" (Lei Estadual nº 9.866/1997), novos instrumentos de planejamento e gestão estão sendo construídos para equacionar os problemas relativos não somente à degradação dos mananciais, mas também à melhoria da qualidade de vida de seus habitantes (Ibid.).

A nova Lei de Proteção e Recuperação dos Mananciais, além de estabelecer as diretrizes e as normas para as áreas de proteção dos mananciais de todo o Estado, indica a necessidade de instituir leis específicas para cada área levando em consideração suas especificidades (ANCONA, 2002). A responsabilidade de instituir orientações de uso e ocupação do solo nas Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais – APRMs – passou a ser dos subcomitês das sub-bacias hidrográficas, que devem atuar de forma negociada com os municípios. Conforme diretrizes da Lei Estadual nº. 9.866/97, as leis específicas devem criar as APRMs da respectiva bacia hidrográfica contando com um Sistema de Planejamento e Gestão vinculado ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SIGRH, e garantindo a articulação com os Sistemas de Meio Ambiente, de Saneamento e de Desenvolvimento Regional. O órgão colegiado do Sistema de Planejamento e Gestão de cada sub-bacia, de caráter consultivo e deliberativo, é o Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – CBH-AT, representado pelos respectivos subcomitês, o órgão técnico, a Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, que atuará através de seu Escritório Regional no âmbito de cada APRM.

Para viabilizar e orientar a aplicação dos instrumentos em cada sub-bacia, as APRMs devem ser subdivididas em áreas de intervenções segundo suas principais características, as quais buscam recuperar, proteger e preservar as áreas dos mananciais. As áreas de intervenção são caracterizadas segundo parâmetros estabelecidos pela Lei 9.866/97, porém detalhadas a partir de um conhecimento específico da realidade da sub-bacia no âmbito de um Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental (PDPA), instrumento de planejamento que precede a legislação.

No caso específico da sub-bacia da Guarapiranga, a aprovação recente e pioneira da legislação específica dos mananciais – a Lei nº. 12.233/2006 – constitui um importante avanço quanto à instituição de uma nova postura frente à questão. Na sub-bacia da represa Billings, o projeto de lei específico encontra-se em fase final de discussão e aprovação nos fóruns regional e estadual de gestão das águas, para em seguida ser enviado à Assembléia Legislativa Estadual, fato que indica que em breve novas orientações ambientais serão formalizadas.

Embora em estágios distintos, em ambos os casos a elaboração das leis específicas tem procurado observar as leis municipais, principalmente as leis de uso e ocupação do solo, e definir um conjunto de índices considerados adequados para cada subárea, cujo objetivo principal é a melhoria da disponibilidade da água. Entretanto, como parte desse processo, divergências estão sendo levantadas entre esses instrumentos, bem como conflitos intra-urbanos deflagrados, os quais não necessariamente vão ao encontro da então política ambiental estabelecida.

2.3 A lei de proteção dos mananciais da sub-bacia do Guarapiranga: principais aspectos

A lei específica para a APRM da sub-bacia Guarapiranga[4] (APRM – G) começou a ser elaborada ainda em 1998 como uma das principais prioridades do subcomitê Cotia-Guarapiranga, principalmente em função de importantes trabalhos que já vinham sendo ali desenvolvidos desde 1994, entre eles, o Programa de Saneamento Ambiental do Guarapiranga. O projeto de lei foi encaminhado à Assembléia no final de 2001, sendo aprovado como a lei estadual nº 12.233 em janeiro de 2006.

Um dos pontos principais de avanço dessa lei é a gestão participativa e descentralizada da APRM-G e a proposta de integração de políticas regionais, setoriais e municipais. Entre seus objetivos, destacam-se os seguintes: implementar a gestão participativa e descentralizada de órgãos governamentais e da sociedade civil, incentivando a implantação de atividades compatíveis com a proteção e recuperação do manancial que buscam a conscientização do problema, além da promoção de Educação Ambiental junto à população residente; integrar programas e políticas regionais e setoriais (habitação, transporte, saneamento ambiental, infra-estrutura, manejo de recursos naturais e geração de renda, necessários à

[4] A sub-bacia Guarapiranga, com mais de 630 km^2 de área e uma população de 755 mil habitantes, engloba os municípios de Cotia, Embu, Embu-Guaçu, Juquitiba, Itapecerica da Serra, São Lourenço da Serra e São Paulo. A represa Guarapiranga e a represa Billings formam o Sistema Guarapiranga-Billings, um dos oitos sistemas de mananciais que compõem o Sistema Integrado de Abastecimento de Água da RMSP. Do conjunto é o segundo maior, respondendo por cerca de 23% da disponibilidade média total de água da Bacia do Alto Tietê, ficando atrás apenas do Sistema Cantareira, que é responsável por cerca de 50%.

preservação do meio ambiente); assegurar e ampliar a produção de água para o abastecimento da população, promovendo ações de preservação, recuperação e conservação dos mananciais, através da implementação dos instrumentos básicos (PDPA, Lei Específica); atingir a Meta de Qualidade da Água do Reservatório Guarapiranga, estabelecida pela lei; orientar e controlar o uso e ocupação do solo de acordo com cargas poluidoras definidas para a Bacia e com as condições de regime e produção hídrica do manancial, estabelecendo para tanto diretrizes e parâmetros de interesse da região para a elaboração das leis municipais de uso, ocupação e parcelamento do solo, visando à proteção do manancial; buscar a compatibilização do desenvolvimento socioeconômico com a proteção e a recuperação do manancial, estabelecendo um desenvolvimento socioeconômico sustentável e ambiental, incentivando a implantação de atividades compatíveis com a proteção e recuperação do manancial; implementar a disciplina de uso e ocupação do solo e reorientar a expansão urbana para fora das áreas de produção hídrica e de preservação dos recursos naturais.

Nos instrumentos definidos para o planejamento e gestão da sub-bacia, verifica-se a intenção de articulação com os instrumentos da política urbana. No artigo 5º da lei estão definidos instrumentos ligados aos organismos de gestão da APRM – PDPA; as Áreas de Intervenção e suas normas, diretrizes e parâmetros de planejamento e gestão da Bacia; as normas para a implantação de infra-estrutura de saneamento ambiental; o Sistema de Monitoramento da Qualidade Ambiental; o Sistema Gerencial de Informações – SGI; o Modelo de Correlação entre o Uso do Solo e a Qualidade da Água – MQUAL[5]; o suporte financeiro à gestão da APRM-G; os instrumentos de responsabilidade do município – Plano Diretor e instrumentos de política urbana, principalmente as leis municipais de parcelamento, uso e ocupação do solo – como outros de responsabilidade partilhada: licenciamento, regularização, compensação e fiscalização (LORENZETTI, 2007; ALVIM, 2007).

2.3.1 *A articulação entre instrumentos urbanos e ambientais na sub-bacia Guarapiranga: o caso do Jardim Branca Flor em Itapecerica da Serra*

O Município de Itapecerica da Serra possui praticamente 100% de seu território na sub-bacia hidrográfica Guarapiranga. Ao mesmo tempo em que a legislação ambiental lhe impõe limitações ao desenvolvimento urbano, a sua proximidade com o município de São Paulo e sua localização junto a um dos principais eixos viários do país – a rodovia Régis Bittencourt – induzem a um forte crescimento populacional, principalmente de população de baixa renda, sob perversas condições de ocupação urbana e consequente degradação ambiental.

Desde o início dos anos 2000, o poder público municipal vem buscando implementar sua política urbana incorporando tanto as novas diretrizes da política urbana federal quanto as ambientais, que já naquela ocasião encontravam-se em plena discussão no âmbito da sub-bacia Guarapiranga. Sendo assim, o Plano Diretor Estratégico de Itapecerica da Serra (PDE), instituído através da Lei nº 1.238/2001 e revisado pela Lei nº 1.771/ 2006, foi elaborado à luz dos instrumentos definidos pelo Estatuto da Cidade e também definiu um conjunto de diretrizes que vão ao encontro das novas perspectivas de desenvolvimento colocadas pela então agenda ambiental, principalmente pela nova lei de proteção dos mananciais de 1997 (CARNICELLI, 2007).

No escopo da escala local, previsto no Plano Diretor Estratégico municipal, foram realizados entre 2001 e 2006 três planos diretores de bairro (PDB), com ampla participação da população: o PDB Jardim Branca Flor, o PDB Parque Paraíso e o PDB Jardim Jacira.

O Jardim Branca Flor, loteamento regular localizado no limite noroeste do município, destaca-se como o primeiro bairro a ter um plano diretor local elaborado no mesmo ano da elaboração do PDE, em 2001. Importante ressaltar que, além do plano diretor de bairro, o Jardim Branca Flor foi alvo também da elaboração da Agenda 21. Em ambos os instrumentos, a população elencou como prioridade a retirada da favela da Rua Cerro Largo e a recuperação ambiental do local. Essa favela, considerada um importante conflito local, abrigava cerca de 1.680 pessoas, ou 473 famílias, que ocupavam a área pública do loteamento de cerca de 50.990 m^2 situada na várzea do rio Embu Mirim, um dos principais contribuintes do reservatório Guarapiranga.

Aproveitando a oportunidade de que, no final dos anos de 1990, Itapecerica da Serra havia sido contemplada por um recurso advindo do Programa Habitar Brasil – BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento), gerido pelo Governo Federal[5] -, a municipalidade elaborou o projeto de remanejamento da favela reassentando a população em outra área, no mesmo bairro, e implantando uma área de preservação ambiental na várzea do rio Embu Mirim (Ibid.).

O processo de remanejamento das famílias e a execução do novo loteamento popular duraram de 2002 a 2007. Atualmente 478 famílias residem no novo loteamento – o "Conjunto Primavera" -, considerado pela prefeitura extensão do Jardim Branca Flor. O local ocupado anteriormente pela favela hoje é um parque ecológico e a várzea do rio foi recuperada. O projeto denominado "Projeto de Recuperação Ambiental e Remanejamento de Ocupações Irregulares da rua Cerro Largo – Jd. Branca Flor – HBB" foi considerado inovador e tem sido referência junto ao Ministério das Cidades (Ibid.).

A análise desse projeto, caracterizado pela pesquisa como ação local, levou em consideração as relações estabelecidas com as políticas urbana e ambiental tendo em vista verificar se tais diretrizes podem ser partes de um processo de planejamento sistêmico e integrado, sem perder de vista as especificidades locais, bem como identificar seus principais conflitos.

As ações decorrentes deste projeto foram analisadas à luz dos instrumentos propostos para as diversas escalas – para a sub-bacia Guarapiranga (lei específica), para o município

[5] MQUAL é a representação matemática dos processos de geração, depuração e afluência de cargas poluidoras, correlacionando a qualidade da água dos corpos d'água afluentes ao reservatório com o uso, a ocupação e o manejo do solo na bacia hidrográfica.

(PDE) e para o bairro (Plano Diretor de Bairro) -, segundo a metodologia definida pela pesquisa, que priorizou a análise documental associada às entrevistas, segundo os principais temas que incidem sobre a questão, conforme colocado na parte metodológica do trabalho.

A seguir apresenta-se uma síntese dos principais aspectos:

Arranjos institucionais e participação da sociedade civil: observa-se que todos os instrumentos analisados buscam estimular arranjos institucionais entre o Estado e Município, parcerias com outros atores, bem como a participação da sociedade civil. Principalmente na lei específica, fica clara a intenção de integrar programas e políticas regionais e setoriais referentes a habitação, transporte, saneamento ambiental, infra-estrutura, manejo de recursos naturais e geração de renda, necessários à preservação do meio ambiente, no âmbito das diferentes escalas institucionais. No PDE de Itapecerica da Serra, um artigo inteiro é dedicado à articulação do Plano Diretor Estratégico com Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Sub-bacia Hidrográfica do Guarapiranga (art. 48). Nesse caso, define-se a necessidade de instituição de um "Sistema de Planejamento e Gestão" no âmbito do município que deverá atuar junto ao subcomitê Cotia-Guarapiranga, estabelecendo um relacionamento sistemático de cooperação e participação no Sistema de Planejamento e Gestão da Sub-bacia do Guarapiranga, resultando em tarefas interdependentes de responsabilidade do Estado e do Município. Na escala do bairro, a municipalidade tem estimulado a organização e a mobilização permanente da população. O Plano Diretor de Bairro foi elaborado por meio de Assembléias Públicas, com participação continuada da comissão de bairro eleita pelos próprios moradores, procurando captar os principais anseios da população, bem como proporcionando a criação de programas setoriais em diversos níveis. No caso específico do Projeto de Recuperação Ambiental e Remanejamento de Ocupações Irregulares da rua Cerro Largo – Jd. Branca Flor, a ação inicial foi deflagrada a partir de reivindicações da população no processo de elaboração do Plano de Bairro, em comum acordo com a população afetada, como já colocado. O remanejamento da população, orientado pela municipalidade, foi realizado em quatro etapas conforme a execução do projeto, e teve acompanhamento contínuo da comissão de moradores. Como parte das ações previstas no projeto, a prefeitura ofereceu cursos e oficinas de capacitação profissional e educação ambiental, com intuito de gerar emprego e renda, bem como contribuir na educação e preservação ambiental. Entretanto, durante o projeto e respectivas obras, a participação da população moradora no loteamento original acabou sendo nula. A comissão de moradores do novo conjunto reivindica e trabalha somente para o novo conjunto. A pesquisa evidenciou uma importante segregação socioespacial: os moradores do bairro regular *versus* ex-moradores da favela não enxergam o bairro como um todo.

Meio Ambiente e Recursos Hídricos: todos os instrumentos têm em comum a preocupação com o meio ambiente de um modo geral e particularmente com os recursos hídricos. A lei específica prevê Áreas de Restrição à Ocupação (AROs) Áreas de Ocupação Dirigida (AODs) e Áreas de Recuperação Ambiental (ARAs) com diretrizes e ações de caráter mais restritivo do que indutivo. Já no âmbito do Plano Diretor Municipal, a Política Ambiental objetiva buscar, além do aperfeiçoamento e da articulação da ação municipal com a política regional de defesa dos mananciais, a implementação de uma política imobiliária de uso do solo ajustada aos objetivos ambientalistas diferenciados e próprios para as áreas urbanizadas e não urbanizadas.

Especialmente em relação à água da represa, a implementação de um conjunto de instrumentos que buscam atingir a Meta de Qualidade da Água do Reservatório Guarapiranga, através do Modelo de Correlação Uso do Solo e a Qualidade da Água – MQUAL, é prioritária na lei estadual. Ela estabelece que o programa de monitoramento da qualidade da água se fará através do Sistema de Monitoramento da Qualidade Ambiental e deverá avaliar a carga poluidora gerada em cada Município da bacia hidrográfica. O PDE de Itapecerica da Serra leva em consideração as diretrizes estabelecidas pela lei específica no sentido de atingir a Meta de Qualidade da Água *sob pena de perda dos mananciais*, e para tanto define (art. 144) que, dentre as atribuições do Escritório Municipal de Planejamento e Gestão Urbana (organismo previsto), uma das prioridades são as informações e simulações sobre a distribuição da população, das atividades e dos usos do solo, de forma a alimentar o monitoramento da qualidade da água realizado no âmbito do sistema estadual. Entretanto, tal escritório ainda não foi implantado.

Ainda com relação a esses temas, a definição das AROs – áreas prioritariamente destinadas à produção de água e definidas para a aplicação dos instrumentos econômicos e de compensação previstos – é indicada, de acordo com a lei específica, também para o exercício do direito de preempção pelos Municípios, sendo que os usos permitidos em geral são aqueles que não exigem edificações. Importante observar que essas áreas não foram demarcadas no mapa da lei específica, talvez em função de sua natureza e escala – são áreas que possuem ocorrências de matas, nascentes, cursos d'água, alta declividade ou outras fragilidades ambientais, que devem ser preservadas. Porém a sua não demarcação deixa em aberto possibilidades de ocupação indevida. No PDE de Itapecerica, a instituição da Zona Especial de Preservação Ambiental – ZEPA nas áreas com tais características, com a finalidade de implementar medidas protetoras dos recursos naturais e do meio ambiente, vão ao encontro das diretrizes estabelecidas para as AROs, embora em várias delas estejam sendo propostas atividades que possuem edificações. A principal medida de compensação prevista pela lei específica é a permissão da vinculação de áreas verdes ao mesmo empreendimento, obra ou atividade, nos processos de licenciamento e regularização, desde que situadas dentro dos limites da sub-bacia e desde que sejam observados os parâmetros urbanísticos e ambientais estabelecidos na lei específica. Para tanto, o PDE estabelece a Macrozona de Preservação como prioritária na escolha de áreas utilizadas para a compensação ambiental, área que coincide com a Subárea de Ocupação Dirigida de Baixa Densidade. Relacionado diretamente aos Recursos Hídricos, o principal objetivo da lei específica, do plano diretor e do plano diretor de bairro, no que se refere à qualidade da água, é a

redução das cargas poluidoras afluentes ao reservatório, além da implementação de instrumentos que assegurem e ampliem a produção de água para o abastecimento da população (permeabilidade do solo).

O plano diretor do bairro Branca Flor propôs a recuperação ambiental da área de proteção permanente ao longo dos 30 metros da várzea do Rio Embu Mirim após a retirada da favela e seu relocamento. Define como Zona Especial de Proteção Ambiental (ZEPA) toda a várzea do Rio Embu Mirim na extensão do bairro, tendo como objetivo principal a recuperação ambiental e a reversão do quadro de poluição do rio que compromete a qualidade hídrica da água que abastece a Represa Guarapiranga, onde o replantio da mata ciliar foi considerado importante ação. Nesse contexto insere-se a proposta de retirada dos barracos da Favela da Rua Cerro Largo, transformando a área no Parque Ecológico do Jardim Branca Flor. O parque recebeu tratamento paisagístico, com plantio de árvores, execução de calçadas verdes e diversos equipamentos públicos (locados na faixa marginal à APP), como uma creche e um Centro de Vivência (espaço para manifestações culturais, de lazer e educação ambiental), bem como equipamentos esportivos, campo de futebol, quadra poliesportiva, pista de skate e *playground*. No novo loteamento (projeto Parque Primavera do HBB), ruas arborizadas, praças com *playgrounds* e calçadas ecológicas executadas em mutirão com a população foram objetos das ações locais. Duas áreas verdes de mata nativa destinadas à preservação permanente foram integradas a este loteamento.

Saneamento Ambiental: As questões relativas ao meio ambiente, aos recursos hídricos e ao saneamento estão diretamente ligadas entre si. Todos os instrumentos preveem a ampliação ao atendimento, a melhora e a eficácia no sistema de saneamento urbano – principalmente coleta e disposição final dos resíduos sólidos e coleta e tratamento dos esgotos domiciliares.

Embora toda a cidade e consequentemente o bairro do Jardim Branca Flor possuam coleta de lixo, não existe coleta seletiva de lixo. A disposição final dos resíduos sólidos tanto de Itapecerica da Serra quanto de São Lourenço da Serra é realizada em um aterro sanitário localizado em área de mananciais dentro dos próprios municípios, que vêm enfrentando problemas de adequação quanto às normas da CETESB.

O PDE destaca a necessidade de se adotar o sistema regional de preservação e aproveitamento dos recursos hídricos da sub-bacia Guarapiranga e propõe uma melhoria nos sistemas urbanos de drenagem de águas pluviais e convênios com concessionária estadual para tratamento dos esgotos. Embora o projeto do HBB tenha contemplado a recuperação da várzea do rio naquele trecho, com a retirada da favela e a implantação do Parque Ecológico, ainda não houve significativa diminuição das cargas poluidoras incidentes sobre as águas do rio, devido à ausência de um sistema de tratamento dos resíduos poluidores. O projeto do HBB previa a construção de um Tronco Coletor a ser construído pela SABESP até dezembro de 2006, que bombearia todo o esgoto do município, inclusive desta localidade para a estação de tratamento de Barueri, fora da área de mananciais. Entretanto, a construção não ocorreu nem tampouco foi executada uma estação de tratamento local. O novo prazo da SABESP para a execução do Tronco Coletor é dezembro de 2007. Portanto, o esgoto de todo o bairro continua sendo jogado *in natura* no rio Embu Mirim, até o momento.

Educação Ambiental: A lei específica e o plano diretor ressaltam a importância quanto às iniciativas de educação ambiental buscando o envolvimento da sociedade civil. O plano diretor prevê, ainda, o desenvolvimento de estudos e programas para o uso dos recursos hídricos visando métodos de preservação e controle. O plano diretor de bairro, a partir de uma solicitação dos moradores, propôs a criação de um espaço destinado à educação ambiental. O projeto do HBB contemplou esta solicitação construindo o Centro de Vivência no Parque Ecológico. A prefeitura, por meio dos técnicos da Secretaria de Meio Ambiente, conforme previra o projeto, ministrou cursos e oficinas de educação ambiental para a população atendida, durante toda a sua execução, porém resta saber se haverá continuidade nessas programações.

Habitação: Uma das diretrizes da lei específica, com relação à habitação, é promover o controle, a melhoria e principalmente a remoção de ocupações irregulares das áreas de preservação permanente (APPs), por meio de ações conjuntas entre o setor público, empreendedores privados e população local, propiciando a implantação de empreendimentos habitacionais de interesse social providos de equipamentos comunitários e infra-estrutura completa. O plano diretor propõe a criação de uma política habitacional como meio de desenvolvimento social e condiciona a regularização fundiária ao atendimento das carências de saneamento ambiental e recuperação de áreas degradadas. O plano diretor do Jardim Branca Flor define na área contígua ao loteamento uma ZEIS – Zona Especial de Interesse Social – destinada ao reassentamento das famílias que seriam removidas da favela. Entre 2002 e 2005, o projeto do HBB construiu em quatro etapas um total de 478 Unidades Habitacionais de 36,00 m^2 (considerados embriões) em lotes individuais, com possibilidade de ampliação de até 94,00 m^2. Em alguns locais específicos é possível um uso misto de residência e pequenos comércios para a subsistência das famílias. O novo loteamento possui infra-estrutura urbana completa (abastecimento de água, energia elétrica, coleta de esgoto, coleta de lixo e ruas pavimentadas), além de áreas de lazer, áreas verdes de preservação ambiental e um equipamento público denominado Espaço Cultural com uma biblioteca comunitária e salas para aulas de dança, música, cinema popular (CARNICELLI, op. cit.).

Sistema Viário e Transporte: A lei específica e o PDE preveem para toda a área urbanizada uma melhoria no sistema viário existente, principalmente nas vias que recebem transporte coletivo. O plano diretor de bairro, através da solicitação dos moradores, prevê a implantação de linhas de ônibus para interligação com outros bairros do município e linhas intermunicipais. O projeto do HBB não teve influência na implantação das linhas solicitadas pelos moradores, mas atualmente passam, somente nas vias principais do bairro, linhas de transporte coletivo intermunicipais e municipais, e ônibus escolar gratuito aos alunos da rede pública do município. Como colocado, as ruas do loteamento novo são

pavimentadas e possuem sistema de guias, sarjetas, drenagem e escoamento de águas pluviais.

Uso e Ocupação do Solo: De acordo com estudo recente realizado por empresa contratada pela SMA (COBRAPE, 2006), com o propósito de compatibilizar os parâmetros urbanísticos municipais aos da lei específica, embora as áreas de intervenção do PDPA Guarapiranga (2000) tenham tido como base os parâmetros propostos pelos zoneamentos dos planos diretores dos municípios[6] da sub-bacia, disponibilizados na ocasião, diversas divergências foram levantadas[7], entre elas: a incompatibilidade das bases cartográficas adotadas no zoneamento dos Planos Diretores dos municípios com as delimitações adotadas no PDPA e a variação do uso e ocupação do solo ocorrida no período entre a delimitação das áreas de intervenção da Lei Específica (2000/2001) e a sua aprovação na Assembléia Legislativa (2006).

No caso do PDE de Itapecerica da Serra, cinco macrozonas de diferenciados padrões de uso e ocupação do solo em conjunto com o zoneamento foram as bases para a formulação da lei específica: (1) Macrozona Urbana; (2) Macrozona Rururbana 1; (3) Macrozona Rururbana 2; (4) Macrozona do Eixo Empresarial Metropolitano; (5) Macrozona de Preservação. As principais incompatibilidades apontadas pelo estudo são decorrentes dos parâmetros mais restritivos definidos no âmbito dos instrumentos ambientais *versus* os parâmetros mais permissivos definidos no âmbito do PDE, principalmente quanto ao tamanho de lotes, coeficiente de aproveitamento e taxa de impermeabilização[8]. O PDE (2006) indica ainda que os casos de regularizações serão possíveis, inclusive em empreendimentos ainda não construídos (caso dos Empreendimentos Urbanos Sustentáveis), desde que sejam observados os princípios de compensação e de acordo com as regras a serem definidas na então lei complementar (ALVIM, 2007). Por enquanto, o instrumento mais discutido tanto na esfera sub-regional quanto na esfera municipal é o da compensação ambiental[9], mediante a compra de glebas na Macrozona de Preservação, fato que não necessariamente beneficia a população de baixa renda.

No âmbito do plano diretor de bairro, as diretrizes adotadas são as mesmas do plano diretor. O projeto HBB implantado em uma ZEIS buscou a relocação das famílias seguindo as normas especiais quanto à ocupação de interesse social, direcionadas tanto pela lei específica quanto pelo plano diretor. Os lotes possuem em média 90 m^2 e podem chegar, conforme as regras de ampliação da unidade básica, até o coeficiente de aproveitamento 1,0 e taxa de impermeabilização de 0.8. Ou seja, pode ser considerada uma área com ocupação bastante densa, indo "aparentemente" contra os princípios estabelecidos na lei específica.

2.4 O projeto de lei específica da sub-bacia da billings: principais aspectos

A análise do documento corresponde à minuta do projeto de lei que procura regulamentar a Lei de Proteção aos Mananciais, de 1997, elaborada no âmbito do subcomitê Billings-Tamanduateí, através de um Grupo de Trabalho (GT). A minuta da lei foi encaminhada para o Comitê do Alto Tietê em abril de 2007 para a leitura e conferência do texto da lei. Dando continuidade ao processo de aprovação da lei, a minuta está sendo analisada pela Câmara Técnica de Planejamento e Gestão do CBH-AT, portanto, sujeita a considerações desta instância. Em seguida, a minuta deverá ser analisada pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, Conselho Estadual do Meio Ambiente e pelo Governador do Estado de São Paulo, para, então, ser enviada à Assembléia Legislativa de São Paulo. A fim de acompanhar o processo de aprovação e minimizar a descaracterização do texto original da lei, foi criada a Comissão de Acompanhamento da Lei na Assembléia.

Conforme entrevistas realizadas no subcomitê, a minuta da Lei Específica Billings partiu dos estudos existentes, principalmente da lei estadual (9.866/1997), da Lei Específica da Guarapiranga (principal referência) e dos planos diretores municipais, visando a implementar ações de preservação e

---

[6] Conforme o estudo da COBRAPE (2006), a lei específica baseou-se nos planos diretores de Embu, Embu-Guaçu (naquela ocasião em discussão pela Câmara Municipal), Itapecerica da Serra e nos Planos Regionais Estratégicos das Sub-Prefeituras de Capela do Socorro, M'Boi Mirim e Parelheiros do município de São Paulo (muito embora em 2000 esses últimos não tinham sido finalizados).

[7] De acordo com o documento, os parâmetros menos restritivos estão definidos para as subáreas SUC – Subárea de Urbanização Consolidada e SUCt – Subárea de Urbanização Controlada, ao passo que a maior restrição refere-se à ocupação das Subáreas de Baixa Densidade – SBD, prioritariamente ocupadas por atividades do setor primário, chácaras e sítios.

[8] De acordo com o estudo, principalmente na Macrozona Urbana, algumas zonas permitiam lotes de 125 m^2, inferior ao mínimo de 250 m^2 exigido pela lei estadual. Nas áreas de maior restrição à ocupação definidas pela lei estadual – SOD e SBD – além da área do lote mínimo, os coeficientes de aproveitamento e de impermeabilização máximos são menos restritivos no zoneamento proposto pelo PDE. Já nas Macrozonas externas à área urbana, "Rururbanas 1 e 2", o índice de impermeabilização máxima é distinto do exigido, sendo em muitos casos menor. Na Macrozona de Preservação, foi definido apenas o lote mínimo compatível à lei específica (20.000 m^2). Em duas macrozonas – Urbana e Eixo Empresarial Metropolitano – o PDE (2001) não definiu os parâmetros, sendo difícil a análise (COBRAPE, 2006). Segundo técnicos da prefeitura, o zoneamento proposto na ocasião procurou introduzir parâmetros urbanísticos com vistas à melhoria ambiental, sem, entretanto, desconsiderar a então realidade de ocupação urbana do território. Em seu processo de revisão, em 2006, poucas alterações foram feitas, destacando-se principalmente a alteração do lote mínimo para 250 m^2 na área urbana, embora haja possibilidades de regularização, a ser definida pela Lei Complementar de Regulação Urbanística, até então não instituída.

[9] Esse processo estabelece medidas de compensação de natureza urbanística, sanitária ou ambiental que permitem a alteração de índices e parâmetros urbanísticos estabelecidos pela lei estadual, sendo seguido pelas leis municipais para fins de licenciamento e regularização de empreendimentos nas áreas de proteção dos mananciais.

[10] A sub-bacia Billings estende-se por mais de 500 km^2, nos municípios de Ribeirão Pires, Diadema, Rio Grande da Serra, São Bernardo do Campo, Santo André e São Paulo, com aproximadamente 700 mil habitantes. A represa surgiu em 1925 para gerar energia elétrica e movimentar as principais indústrias de São Paulo.

recuperação da bacia. A Lei Específica da Billings deverá criar a Área de Proteção e Recuperação de Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings[10] (APRM-B), declarando-a como manancial de interesse regional destinado ao abastecimento das populações atuais e futuras.

O projeto de lei divide a Bacia Hidrográfica Billings por compartimentos ambientais[11] e áreas de intervenção, "áreas-programa", sobre as quais são definidas as diretrizes e normas ambientais e urbanísticas para garantir os objetivos de produção de água com qualidade e quantidade para o abastecimento público, de preservação e recuperação ambiental, cujas características são orientadas segundo as diretrizes da lei estadual 9.866/1997, muito similar à Lei Específica da Guarapiranga. Tal qual a Guarapiranga, as APRMs são classificadas em: Área de Restrição à Ocupação (ARO), Área de Ocupação Dirigida (AOD), Área de Recuperação Ambiental (ARA) e Área de Estruturação Ambiental do Rodoanel (AER), sendo esta última considerada uma inovação em relação à da APRM-Guarapiranga.

Parte-se do pressuposto que a proposta da lei específica da sub-bacia Billings procura considerar a heterogeneidade das áreas que a compõem, de acordo com as suas características, estabelecendo mecanismos para controle e reversão da degradação ambiental decorrente da ocupação antrópica (AGUILAR, 2007).

2.4.1 *A articulação entre os instrumentos ambientais e urbanos na sub-bacia da Billings: o caso de São Bernardo do Campo*

O município de São Bernardo do Campo, localizado na Sub-Região Sudeste da Região Metropolitana de São Paulo, na microrregião do ABC, possui 52% do território classificado como Área de Proteção dos Mananciais na sub-bacia Billings, ocupando 18% da área da represa Billings.

Em 2006, paralelamente à elaboração da nova Lei Específica da Billings, teve início a elaboração do novo Plano Diretor de São Bernardo do Campo (PDSBC) finalizado no início de 2007[12]. O processo foi participativo, com a presença da sociedade civil organizada nas audiências públicas, onde foram discutidas propostas por tema para cada região do município.

Embora o novo Plano Diretor tenha sido aprovado antes da finalização da minuta da Lei Específica da Billings, ele incorpora em suas diretrizes a preocupação com a recuperação das áreas de proteção dos mananciais e o controle da expansão da ocupação irregular, além de propiciar o fomento das atividades econômicas potenciais da região de forma estratégica, tentando evitar assim a desvalorização das áreas de mananciais (Ibid.).

Um outro importante instrumento em curso no município de São Bernardo é o Plano de Desenvolvimento Local Integrado (PDLI)[13], elaborado entre 2004 e 2005, anterior ao PDSBC, que faz parte do PAT – PROSANEAR/BIRD – Projeto de Assistência Técnica ao Programa de Saneamento para Populações em Áreas de Baixa Renda desenvolvido em conjunto com a Secretaria de Habitação e Meio Ambiente – SHAMA de São Bernardo do Campo. Segundo entrevistas com técnicos da SHAMA, esse plano é pioneiro em ações de recuperação das áreas de mananciais ocupadas, através da formulação de projetos de infra-estrutura de saneamento, e serve como instrumento indutor de um novo padrão urbano para a comunidade de baixa renda. Os projetos do PDLI integram a ação de diversos níveis de governo às organizações comunitárias, buscando a melhoria da infra-estrutura, das condições sociais, habitacionais e da qualidade de vida, bem como uma maior cobertura dos serviços de saneamento, promovendo o apoio necessário ao desenvolvimento comunitário em termos organizacionais. As melhorias almejadas são centradas nos membros das comunidades locais a quem se busca atender, e não apenas nas obras físicas necessárias para alcançar as melhorias (SHAMA, 2006).

A região do Grande Alvarenga, inserida totalmente em área de proteção dos mananciais nas sub-bacias dos ribeirões Alvarenga e das Lavras, é a área objeto de estudo do PDLI, localizada no Setor Oeste de SBC, ocupando parte dos Bairros Alves Dias, Assunção, Batistini, Cooperativa, Demarchi, Alvarenga e dos Casas, onde atualmente encontra-se instalada uma população de cerca de 77.000 habitantes em 32 núcleos urbanos, cujos efluentes são lançados sem tratamento diretamente nos cursos d'água da região.

2.4.2 *A articulação entre os planos na Bacia da Billings: da visão regional à visão local*

Por meio da mesma metodologia adotada no caso da sub-bacia Guarapiranga, foram selecionados os principais temas que afetam a região objeto desse estudo (bairro do Alvarenga), e verificados, no âmbito de cada documento, a inter-relação e conflitos entre eles. A análise foi subdividida em setores de atuação, agrupando diretrizes com objetivos similares quanto aos seguintes aspectos relevantes para a busca da sustentabilidade urbana e ambiental, sendo os resultados sintetizados a seguir.

---

[11] Entende-se por compartimento a área que possui *características ambientais* próprias, originado pelos braços dos cursos d'água que deram origem ao reservatório Billings.

[12] Embora a Lei de Uso e Ocupação do Solo (Lei nº 5.716) tenha sido regulamentada em 23 de agosto, essa pesquisa não chegou a discuti-la. De acordo com o PDSBC, os planos de Habitação e de Meio Ambiente serão estabelecidos por legislação específica que deverá instituir a Política Municipal de Habitação e a Política Municipal de Meio Ambiente, o Sistema Municipal de Habitação e o Sistema Municipal de Meio Ambiente, os instrumentos e normas para consecução dos objetivos gerais da política habitacional.

[13] O PAT PROSANEAR – Programa de Assistência Técnica ao PROSANEAR, resultado da parceria entre o Governo brasileiro e o BIRD – Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento, que visa apoiar os Estados, Municípios e o Distrito Federal, na elaboração de Planos de Desenvolvimento Local Integrado (PDLI) e Projetos de Saneamento Integrado (PSI), englobando: abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem e coleta de lixo, além de adequação de sistema viário, contenção de encostas e reassentamento de população, áreas de lazer e mobiliário urbano de pequeno porte e do Programa de Trabalho Social (PTS) integrado ao PDLI e PSI (SHAMA, 2006). A coordenação é do Ministério das Cidades – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA, o agente operador e financeiro é a Caixa Econômica Federal e os agentes beneficiários são os governos de estados e prefeituras municipais.

Arranjos institucionais, participação e integração entre os instrumentos de planejamento: Observa-se que todos os instrumentos apresentam preocupações em introduzir elementos que se referem à gestão integrada, seja através do incentivo à participação dos três setores (Estado, municípios e Sociedade Civil), seja através de arranjos institucionais que devem ser realizados entre os distintos atores que atuam na área. Busca-se a gestão participativa e descentralizada, pretendendo integrar os diversos setores (habitação, saneamento ambiental, transporte, etc.) e as diferentes escalas de poder, evidenciando a participação democrática da população, soluções negociadas (parcerias entre público, privado e comunidade) e o gerenciamento eficiente dos arranjos institucionais (AGUILAR, op. cit.).

Meio Ambiente e Recursos Hídricos: Todos os documentos analisados apresentam como preocupação geral a degradação ambiental e particularmente a degradação dos recursos hídricos. De um modo geral, prevalecem propostas de criação e ampliação de Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação Permanente, visando à proteção, recuperação e conservação da biodiversidade dos ecossistemas; buscando assegurar e ampliar a produção de água, em quantidade e qualidade, de maneira preventiva e através de ações articuladas, bem como a adequada coleta, transporte e tratamento do esgoto e dos resíduos sólidos, através da ampliação e implantação de infra-estrutura sanitária.

Por um lado, o PL da Billings prevê mecanismos de compensação ambiental e financeira para evitar a ocupação de áreas a serem preservadas; o Plano Diretor estabelece diretrizes de desenvolvimento do potencial turístico em áreas protegidas e consequentemente gerar recursos para a economia local; e o PDLI procura racionalizar os investimentos para a melhoria dos serviços urbanos e da qualidade de vida da população que ocupa as áreas protegidas de forma irregular, remanejando-a apenas quando necessário.

Em relação aos recursos hídricos, o PL da Billings implementa um conjunto de instrumentos que buscam atingir a Meta de Qualidade da Água do Reservatório Billings, através do Modelo de Correlação Uso do Solo e a Qualidade da Água – MQUAL, orientada pela lei estadual. Neste aspecto, a pesquisa ainda não aprofundou sua análise, por falta de subsídios em relação ao PL, mas, ao que parece, os princípios desses instrumentos são semelhantes aos que estão discriminados na lei da Guarapiranga.

Saneamento ambiental: A questão central neste aspecto corresponde à adequada coleta, transporte e tratamento do esgoto e dos resíduos sólidos, através da ampliação e implantação de infra-estrutura sanitária. O PDLI, instrumento de aplicação local, integrado aos demais planos, também potencializa as diretrizes de infra-estrutura de saneamento ambiental. A visão prática do PDLI está presente em diretrizes como, por exemplo, "desenho compatível com a realidade". As obras relativas à coleta de esgoto encontram-se em andamento, entretanto o maior problema é o tratamento, embora exista um projeto de uma estação elevatória de efluentes que levará parte do esgoto de SBC, principalmente da Região do Grande Alvarenga, para a ETE de São Caetano do Sul, atualmente considerada ociosa.

Educação ambiental: Verifica-se a preocupação com a conscientização e educação ambiental, principalmente das comunidades locais, e o incentivo aos estudos e pesquisas alternativas de fonte de energia. A educação ambiental é vista como alternativa de geração de emprego e renda para as comunidades locais e uma alternativa para a qualificação de mão-de-obra para o setor turístico.

Habitação: As principais diretrizes estabelecidas nos instrumentos locais (PDLI e PDSBC) que vão ao encontro do PL da Billings são: fiscalização integrada da ocupação, reurbanização de favelas e política habitacional de produção de unidades habitacionais através de parcerias entre as diferentes instituições públicas e privadas.

Destaca-se que o PDLI tende para a regularização e permanência (sempre que possível) da ocupação existente, propondo ações de melhoria da qualidade ambiental com implementação de infra-estrutura de saneamento ambiental, enquanto o PL da Billings adota uma postura mais restritiva, visando ao controle, à fiscalização e à remoção dos assentamentos nas áreas mais críticas, e nas áreas de recuperação, ações que visam também à melhoria da qualidade ambiental, entretanto, com ações que objetivam a redução da densidade populacional. Já o Plano Diretor de SBC estabelece um conjunto de diretrizes com caráter intermediário: preservação e controle nas áreas ainda não ocupadas, regularização e produção de habitação nas áreas críticas.

Sistema Viário e Transporte: O PDSBC preocupa-se com a adequação do sistema viário, o incentivo ao uso de transportes menos poluentes, visando à redução de viagens motorizadas para melhoria da qualidade do ar. A questão do sistema viário é componente fundamental da Lei Específica, que atenta ao impacto da construção do Rodoanel, em relação ao Trecho Sul que cortará a área da Billings, estabelecendo diretrizes para conter a expansão de núcleos urbanos na Área de Influência Direta do Rodoanel; compatibilizar os usos e atividades com os Planos Diretores Municipais; promover ações de fiscalização e monitoramento ambiental com o objetivo de manter a tipologia original da rodovia. O PDLI não tem como objetivo direto a melhoria do sistema viário e do transporte coletivo, embora recomende diretrizes de desenho urbano compatível com a realidade dos assentamentos.

Uso e Ocupação do Solo: A tentativa de compatibilizar as ocupações existentes com a preservação e recuperação dos mananciais está presente nos três documentos, cada qual com sua perspectiva de preservação e recuperação. Enquanto a Lei Específica é mais restritiva em relação à ocupação urbana, o PDSBC desenvolve diretrizes visando a compatibilizar as atividades econômicas do município com a capacidade de suporte do meio físico.

A Lei Específica considera a ocupação preexistente e adota, em alguns casos, o lote mínimo de 125 m^2 (diferentemente da Guarapiranga, que adota 250 m^2), principalmente para o Corpo Central I, em concordância com o Plano Diretor. Entretanto não foi possível aprofundar a pesquisa relacionada aos parâmetros urbanísticos em função da ausência de bases cartográficas delimitando o zoneamento ambiental.

O PDSBC prevê a compatibilização das atividades econômicas com a capacidade de suporte do meio ambiente. Para

tanto dividiu o Município em quatro macrozonas: *Macrozona de Vocação Urbana* (MVU); *Macrozona Urbana de Recuperação Ambiental* (MURA); *Macrozona de Ocupação Dirigida* (MOD); e *Macrozona de Restrição à Ocupação* (MRO). A macrozona de maior conflito para o território de SBC, onde se localiza o Bairro Alvarenga, corresponde à MURA, caracterizada pela ocupação urbana irregular na área de proteção aos mananciais, situada dentro da Bacia Billings. Os objetivos para essa macrozona são recuperar ambientalmente parte de seu território impactado pela ação antrópica em área de proteção aos mananciais e adequar-se ao desenvolvimento estratégico do Município adaptando-se às novas formas de ocupação territorial sustentável. Com base nas macrozonas, o território foi subdividido em zonas de características vocacionais, sendo as regras de uso e ocupação do solo definidas para cada uma dessas. A MURA subdivide-se em três zonas vocacionais – Zona Empresarial Estratégica (ZEE), Zona de Reestruturação Urbana e Ambiental (ZRUA) e Zona de Recuperação Ambiental (ZRA). Incidem sobre o Bairro Alvarenga a ZEE – áreas do Município onde deverão ser implantadas as atividades empresariais dos mais diversos seguimentos – e a ZRUA, situada em áreas de proteção aos mananciais, mas com possibilidades de ordenação da ocupação e de adensamentos urbanos em conformidade com a Legislação Estadual e Federal.

Ainda no PDSBC, cada Zona Vocacional foi subdividida em Unidades de Planejamento e Gestão (UPGs), que são determinadas por suas características socioeconômicas e físico-territoriais, conferindo-lhes semelhança e identidade. No âmbito das UGPs é onde ocorre a participação da população na gestão democrática, através dos instrumentos de debate, audiências e consultas públicas para as questões locais da comunidade.

No interior de algumas Zonas Vocacionais também existem a Zona Especial de Interesse Social (ZEIS), áreas destinadas prioritariamente à regularização fundiária, urbanização e à produção de habitação de interesse social e habitação de mercado popular, e a Zona Especial de Interesse Ambiental (ZEIA), caracterizada por áreas públicas ou privadas destinadas à proteção e recuperação da paisagem e do meio ambiente. Para o Bairro Alvarenga foram definidas as seguintes: ZEIS 4, onde as ocupações irregulares necessitam de projetos de requalificação habitacional, ambiental e econômica antecedidos por projetos de regularização fundiária, e a ZEIS 5, caracterizada por possuir ocupações irregulares em áreas de risco e em áreas de proteção permanente (APPs), que necessitam de projetos de remoção e relocação visando à permanência da população na área de abrangência do projeto habitacional ou dentro do perímetro das UPGs.

Importante ressaltar que estudo para o PDLI ajudou a compor os objetivos e diretrizes das Zonas Vocacionais do PDSBC, em especial a Zona de Recuperação Ambiental, a Zona de Reestruturação Urbano-Ambiental e a Zona Empresarial Estratégica, sobre as quais o PDLI atua. Portanto, o PDLI não é resultado do PDSBC; é, antes, um plano precursor, não podendo ser confundido com um plano de bairro, uma vez que a delimitação de sua área de intervenção não partiu da divisão político-administrativa de bairros, e sim, fruto de estudos sobre as condicionantes físicas e ambientais dos principais corpos d'água contribuintes para o abastecimento da Represa Billings, em conjunto com as características socioeconômicas da população residente, tais como taxa de crescimento, renda etc.

3 VALOR INVESTIDO OU FINANCIADO E CONTRAPARTIDAS

1. Fonte(s) de financiamento(s) externa(s) à Universidade: nada a declarar

2. Financiamento interno (Universidade – estimar custos indiretos): **R$ 6.600,00 em bolsas de Iniciação Científica e reserva técnica para mestrado, provenientes do Fundo Mackpesquisa**.

4 ALCANCE DOS RESULTADOS EM TERMOS DE CONTRIBUIÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DA BACIA DO ALTO TIETÊ, SEGUNDO OS SEIS PARÂMETROS CONCEITUAIS ADOTADOS NOS ITENS 1. A-F.

A institucionalização do sistema de gestão por bacias hidrográficas estabelecido tanto no âmbito federal (Lei Federal 9.433/97) quanto no estadual (Lei Estadual 7.633/91) tem nas regiões densamente urbanizadas um desafio específico: articular suas ações aos padrões de uso e ocupação do solo urbano e vice-versa.

O principal resultado dessa pesquisa é a visibilidade que se pretende dar ao processo de planejamento e gestão em curso nas sub-bacias, analisando de forma crítica os instrumentos urbanos e ambientais que vêm sendo elaborados pelos diversos agentes estaduais e municipais, bem como apontando em que medida há ou não uma efetiva articulação entre suas diretrizes e ações. Embora ainda recente e com diversos problemas advindos do próprio processo democrático de planejamento e gestão das sub-bacias, a pesquisa identificou que a integração desses instrumentos é um passo em construção e pode vir a contribuir de forma efetiva para a sustentabilidade socioambiental dessas áreas, se suas ações forem devidamente implementadas. A revisão dos instrumentos e definição de consensos também são aspectos fundamentais que afloram a partir da análise comparativa que se faz, porém são partes de um processo contínuo que exige aperfeiçoamento.

No âmbito da sub-bacia Guarapiranga, a pesquisa possibilitou ampliar a discussão junto aos técnicos da Prefeitura Municipal de Itapecerica da Serra e agentes do subcomitês de bacia, indicando a necessidade de diálogo contínuo entre essas instâncias. No âmbito da sub-bacia Billings, a participação dos pesquisadores em reuniões do subcomitê e o acompanhamento da elaboração dos instrumentos de gestão dessa bacia e do município de São Bernardo do Campo (nas diversas escalas) têm possibilitado uma importante troca, introduzindo a universidade junto à realidade dessa região.

Parte de um processo de avaliação de políticas públicas, a abordagem que traz esta pesquisa deve ser compreendida no contexto da democracia contemporânea, onde se observa uma transformação de paradigmas sobre as relações entre o Estado e a sociedade civil.

5 POTENCIAL DE DIFUSÃO DA METODOLOGIA E DA EXPERIÊNCIA PARA COMITÊS DE BACIA HIDROGRÁFICA EM SÃO PAULO E NO BRASIL, PREFEITURAS MUNICIPAIS E ÓRGÃOS ESTADUAIS COM ATUAÇÃO REGIONAL NA ÁREA METROPOLITANA DE SÃO PAULO

A discussão que se faz nesta pesquisa é fundamental, uma vez que o processo de planejamento e gestão de novas políticas urbanas e ambientais é hoje uma realidade na Bacia do Alto Tietê. A metodologia de avaliação desenvolvida pela pesquisa pode ser uma ferramenta importante para os planejadores e gestores que atuam tanto nas sub-bacias de áreas de proteção de mananciais quanto em outras bacias hidrográficas, podendo ser adaptadas conforme as especificidades do caso. O fundamental é divulgar, de forma sistematizada, as relações e os conflitos entre essas legislações, as quais pretendem alterar, cada qual à luz dos seus interesses, o histórico de degradação dos mananciais.

Pretende-se, por meio do Fórum Tietê Vivo, discutir a importância de implementar políticas públicas articuladas nas bacias hidrográficas em prol da construção da sustentabilidade socioambiental dessas regiões.

O aprofundamento e a continuidade desta pesquisa, assinalada pela recente conquista de verbas junto ao CNPq, aponta para a importância do tema e sugere que cada vez mais outros atores sejam incorporados ao processo, podendo, no futuro, constituir uma rede de pesquisadores.

6 PRINCIPAIS DIFICULDADES NA REALIZAÇÃO DO PROJETO

Embora os organismos públicos e os subcomitês de bacia tenham disponibilizado toda a documentação necessária, parte das informações é controversa, dificultando a análise que se pretende. Principalmente na sub-bacia Billings, a ausência da base cartográfica espacializando o zoneamento ambiental da Lei Específica dificultou uma discussão mais detalhada dos parâmetros urbanísticos propostos no escopo dos diversos instrumentos.

De um modo geral, a ausência de um sistema de avaliação e acompanhamento das políticas públicas em curso nas sub-bacias é um aspecto que aponta uma efetiva lacuna em todo o processo.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos instrumentos de planejamento no âmbito das sub-bacias Guarapiranga e Billings, por meio dos casos selecionados, permitiu constatar que existe um significativo avanço quanto à instituição de princípios e diretrizes nos documentos elaborados, que seguem de modo articulado, embora cada qual com suas respectivas abordagens.

Entretanto, as diferenças de ponto de vista entre as escalas de poder, refletidas nas entrelinhas das políticas públicas urbano-ambientais propostas, colocam em evidência a questão mais delicada e discutida em relação à proteção e recuperação das áreas de mananciais: preservação do meio ambiente *versus* urbanização e desenvolvimento socioeconômico. De um lado, estão as leis ambientais com a visão mais restritiva, procurando minimizar os efeitos da ocupação irregular, mas, diferentemente da LPM de 1976, reconhecendo a preexistência da mesma. De outro lado, prevalece nos planos diretores a necessidade de ações integradas para controle da ocupação irregular e a implementação de alternativas de desenvolvimento econômico. Dentro desta vertente, os planos locais priorizam a questão da moradia e geração de emprego e renda para a população local, defendendo, contudo, a não-remoção das ocupações quando possível e propondo ações inovadoras que, de um modo geral, visam à requalificação ambiental.

A pesquisa vem apontando que as principais e mais significativas divergências entre as leis se dão em relação aos parâmetros urbanísticos definidos para algumas áreas, principalmente as ocupadas. Importante ressaltar que a compatibilização entre as legislações é fundamental, entretanto corre-se o risco de se idealizar uma dinâmica de ocupação que nunca acontecerá, induzindo inclusive a outras ilegalidades.

Esses, certamente, são impasses que devem ser analisados e aprofundados, não se encerrando aqui tais reflexões. Espera-se que distintas instâncias procurem avançar, de modo negociado, não só buscando adequar as condições de ocupação urbana às metas propostas para a recuperação da bacia, mas incorporando de fato os habitantes que se apropriam daquele território.

Embora as formas de enfrentamento das situações de conflito sejam distintas em cada caso estudado, as ações em geral estão dentro do que é possível ser feito naquele contexto e procuram incorporar o processo participativo nas tomadas de decisão, trilhando um caminho lento, mas que gradualmente será fundamental para a reversão da situação crítica de nossos mananciais.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUILAR, Carolina Bracco Delgado de. "Ocupação irregular na área de proteção dos mananciais no Município de São Bernardo do Campo: caso do Bairro dos Alvarenga". 2007. Iniciação Científica (Graduando em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Presbiteriana Mackenzie, Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica Mackenzie.

ALVIM, A. T. B. "A Contribuição do Comitê do Alto Tietê à Gestão da Bacia Metropolitana, 1994 – 2001". São Paulo: FAU/USP, 2003. 549 p. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação de Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

_____. "Água, territórios e sociedade: limites e desafios da gestão integrada das bacias hidrográficas na Reigão Metropolitana de São Paulo". Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo. *Anais...* São Paulo: FAU/USP, 2007. CD-ROM.

_____ et alii. *Políticas Públicas e Planos de Urbanismo na escala local intra-urbana: instrumentos e metodologias de avaliação e acompanhamento.* Relatório final de pesquisa. Fundação Mackenzie de Pesquisa (mimeo), 2006.

ANCONA, A. L. "Direito Ambiental, direito de quem? Políticas Públicas do Meio Ambiente na Metrópole Paulista". São Paulo: FAU/ USP, 2002. 362 p. Tese (Doutorado). Pós-Graduação em

Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2002.

CARNICELLI, Juliana G. "Itapecerica da Serra: o desafio da integração da política urbana municipal à gestão da sub-bacia Guarapiranga (1997-2006)". Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2007.

ITAPECERICA DA SERRA (Município). Lei nº 1.771, de 26 de dezembro de 2006. Acesso em: 27 jul. 2007.

LORENZETTI, Marília."A perspectiva de desenvolvimento sustentável promovida pela regulamentação da lei específica de proteção dos mananciais na sub-bacia Guarapiranga, na Região Metropolitana de São Paulo". Iniciação Científica (Graduando em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Presbiteriana Mackenzie, Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica Mackenzie, 2007.

MARTINS, M. L. R. *Moradia e Mananciais. Tensão e diálogo na metrópole*. São Paulo: FAU USP/ FAPESP, 2006.

COBRAPE (Consultoria), RELATÓRIO PARCIAL 1. *A Lei Específica e os planos diretores* municipais. Dez. 2006 (CD-ROM). Contrato SMA/CPLEA nº 03/06. Disponibilizado pela Prefeitura Municipal de Itapecerica da Serra.

SÃO BERNARDO DO CAMPO. *Plano Diretor*. Secretaria de Planejamento e Tecnologia da Informação. SBC, 2006.

SÃO BERNARDO DO CAMPO; SECRETARIA DE HABITAÇÃO E MEIO AMBIENTE. *Plano de Desenvolvimento Local Integrado – PDLI*. Secretaria de Habitação e Meio Ambiente. SBC, 2006.

SÂO PAULO (ESTADO). *Minuta da Lei Específica da Billings*. Subcomitê Billings. São Paulo, 2007 (mimeo).

Projeto Cabuçu – Harmonização das Cidades com as Florestas Urbanas do Alto Tietê

Antonio Manoel dos Santos Oliveira[1]*; Márcio Roberto Magalhães de Andrade*[2]*; Edson de Barros*[3]*; William de Queiroz*[4]*; Sandra Emi Sato*[5]

[1] Geólogo formado em 1967 pela USP. Mestrado e Doutorado pela USP. Pesquisador aposentado do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. Professor de Mestrado em Análise Geoambiental da UnG. Membro representante da Comunidade Científica no Conselho de Gestão da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo.

[2] Geólogo formado em 1990 pela USP. Mestrado e Doutorando pela USP. Geólogo da Prefeitura Municipal de Guarulhos desde 1992. Professor do curso de Geografia, Gestão Ambiental e Educação Ambiental na Universidade Guarulhos.

[3] Departamento de Parques e Áreas de Lazer - Secretaria de Meio Ambiente - Prefeitura Municipal de Guarulhos
Geólogo formado em 1990 pela USP. Mestrado pela UNESP. Diretor de Departamento da Secretaria de Meio Ambiente. Professor de Geologia e Planejamento Urbano e Ambiental das Faculdades de Guarulhos. Membro da Câmara Técnica de Planejamento e Gestão do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.

[4] Geógrafo formado em 2003 pela Universidade Guarulhos (UnG). Especialista em Gestão Ambiental pela UnG. Professor da Rede Pública de Ensino (Estado).

[5] Arquiteta e urbanista formada em 2003 pela Universidade Guarulhos (UnG). Especialista em Gestão Ambiental pela UnG. Mestranda em Análise Geoambiental pela UnG. Professora do Curso de Turismo da UnG.

[1,2,3,5] Laboratório de Geoprocessamento - Centro de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão - Universidade Guarulhos – UnG. - Praça Tereza Cristina, 229 - 07023-07- Centro – Guarulhos, SP

SUBÁREA DA FAPESP: 6.05.99.00-6: Planejamento Urbano e Regional

O Projeto Cabuçu UnG – FAPESP realizou o diagnóstico ambiental da área de entorno, com 32,2 km^2, do Parque Estadual da Cantareira (PEC), no município de Guarulhos, visando à harmonia da sua expansão urbana com a floresta da Cantareira. Neste sentido, o projeto procurou definir um sistema de gestão ambiental participativa como política pública para a referida área, que foi denominada Zona de Defesa (ZD) do Núcleo Cabuçu do PEC, contendo o significando de defesa do meio ambiente local.

Aprovado no Programa de Pesquisa em Políticas Públicas da FAPESP, o projeto foi realizado de 2002 a 2005, com a participação de várias instituições parceiras, destacando-se a Prefeitura Municipal de Guarulhos, o Instituto Florestal e a Ong Projeto Cabuçu de Desenvolvimento Local.

Como principal resultado, foi proposta e está sendo implementada a criação da APA Cabuçu-Tanque Grande no território da ZD que, como área protegida de uso sustentável, possui os principais requisitos necessários ao cumprimento dos objetivos do projeto, ou seja, o Zoneamento Ecológico-Econômico, a ser fundamentado no diagnóstico ambiental realizado pelo projeto, e o Conselho Gestor que contempla a preocupação do projeto em se implantar um sistema de gestão ambiental participativa.

The Cabuçu UnG – FAPESP Project has realized a environmental survey of an area of 32,2 km^2, surrounding the State Park of Cantareira, Guarulhos county, São Paulo state, aiming the harmony between cities and urban forests. In this direction, the project looked for to define a system of participative environmental management, as a public politics for the related area that was called Defense Zone of Cabuçu (ZD), also meaning local environment defense.

This project, approved by the FAPESP Public Policies Research Program, was carried out in the years 2002 to 2005, with the participation of several institutions partners like Guarulhos City Hall, the Forest Institute of São Paulo and the Ong Local Development Cabuçu Project.

As main result was proposed the creation of de APA Cabuçu-Tanque Grande, that is being implemented in the territory of the ZD, as a protected area of sustainable use, that possess the main necessary requirements to the fulfillment of the objectives of the project, that is the Ecological – Economic Zoning, to be based on the environment survey carried out by the project, and the Managing Advice who contemplates the concern of the project to implant a system of participative environmental management.

Palavras-chaves: *Bacia do Alto Tietê, Guarulhos; Núcleo Cabuçu; Área de Proteção Ambiental; Diagnóstico Ambiental. (Upper Tietê Watershed, Guarulhos; Cabuçu Nucleus; Environment Protect Area; Environment survey.)*

1 OBJETIVOS

O principal objetivo do projeto foi o de realizar o diagnóstico ambiental da área de entorno do Parque Estadual da Cantareira (PEC), no município de Guarulhos, visando à harmonia da sua expansão urbana com a floresta da Cantareira. Este objetivo, para ser alcançado, tinha como perspectiva a definição de um sistema de gestão ambiental participativa na área – objeto, como política pública a ser implementada em Guarulhos, para evitar os problemas advindos do uso inadequado do solo e valorizar os serviços ambientais da biosfera da região. Tais serviços são destacados pela Reserva da Biosfera do

Cinturão Verde da Cidade de São Paulo – RBCVSP, conforme diagnóstico de Avaliação Subglobal Ecossistêmica do Milênio realizado por sua coordenação (SMA, 2003).

Levantamento recente da situação das florestas urbanas do Brasil, realizado pelo Ministério do Meio Ambiente (SERRANO, 2005) concluiu que, embora não haja dúvidas quanto a sua importância como serviços da biosfera para o bem-estar humano, de uma população brasileira quase totalmente urbana, suas condições, nas principais capitais do país, vêm sofrendo degradação.

Na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), a expansão urbana vem reduzindo sistematicamente as áreas verdes do entorno, tendo atingido, no município de São Paulo, os limites do Parque Estadual da Cantareira, eliminando qualquer possibilidade de se implantar uma zona de amortecimento (SNUC, 2000) no território desse município. Como agravante, na região do Alto Tietê, a expansão urbana dirige-se para terrenos menos aptos à ocupação, devido ao relevo de maiores amplitudes e declividades, em terrenos cristalinos, mais suscetíveis à erosão e a áreas de risco, à produção de sedimentos e intensificação de enchentes (EMPLASA, 2003). Este duplo impacto da expansão urbana inadequada – perda de serviços da biosfera e geração de desequilíbrios geoambientais – com consequências nefastas sobre o bem-estar humano, indica a necessidade de se orientar o processo de uso do solo de forma mais harmoniosa com as florestas urbanas do Alto Tietê.

Atingir estes objetivos significa valorizar o papel da biosfera como serviço ambiental de provisão de água, para o abastecimento, e de regulação para o escoamento, evitando a formação de novas áreas de risco de erosão, escorregamentos e enchentes.

2 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O Projeto "*Diagnóstico Ambiental para o Manejo Sustentável do Núcleo Cabuçu do Parque Estadual da Cantareira e Áreas Vizinhas do Município de Guarulhos*" foi desenvolvido na área de entorno (32,2 km^2) denominada, pelo Projeto, Zona de Defesa do Núcleo Cabuçu (ZD), como uma área de amortecimento do Parque Estadual da Cantareira, no município de Guarulhos (Oliveira et al., 2005). Esta área situa-se nas bacias do rio Cabuçu de Cima e Baquirivu-Guaçu, afluentes do rio Tietê, conforme pode ser visto na Figura 1.

Aprovado no Programa de Pesquisa em Políticas Públicas da FAPESP (Processo FAPESP 01/02767-0), o projeto foi realizado de 2002 a 2005, com a participação de instituições parceiras (PMG – Prefeitura Municipal de Guarulhos: SDU – Secretaria de Desenvolvimento Urbano e SEMA – Secretaria de Meio Ambiente; IF – Instituto Florestal: PEC – Parque Estadual da Cantareira; RBCV – Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo e Seção de Geociências da Divisão de Dasonomia; SAAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Guarulhos; PROGUARU – Progresso e Desenvolvimento de Guarulhos S/A) e colaboradores (UNICAMP – Departamento de Educação em Geociências; IPT – Laboratório de Geofísica Aplicada).

Além destas instituições, o Projeto teve o apoio da Ong Projeto Cabuçu de Desenvolvimento Local, com importante papel na sua interação com a comunidade local.

2.1 Materiais e métodos

O diagnóstico ambiental da Zona de Defesa do Núcleo Cabuçu – ZD – foi realizado por meio de um levantamento do meio físico, tendo como bases conceituais e metodológicas a definição de microbacias hidrográficas, a aplicação dos métodos da Geologia de Engenharia (como em OLIVEIRA e BRITO, 1998), da Hidrologia (como em TUCCI, 2002) e da Geomorfologia (como em CHRISTOFOLETTI, 1980), conforme apresentado por Oliveira et al. (2005). O mapa da Figura 2 apresenta a delimitação da ZD. Como materiais foram utilizados, entre outros, a base cartográfica 1:10.000 da Prefeitura de Guarulhos, imagem do satélite Quick Bird de 2004, fotos aéreas 1:10.000, estação meteorológica automática Davis, material de campo como GPS, bússola, Carta Munsell de cores de solos etc.

2.2 Principais resultados do diagnóstico

Predominam na ZD relevos de morros e montanhas, com elevadas declividades, acima de 30%, esculpidos em rochas cristalinas, pré-cambrianas, indicando áreas menos favoráveis à ocupação mas, por outro lado, ricas em mananciais, sugerindo a sua preservação.

No mapa em que a legislação ambiental foi cartografada, conforme a Figura 3, verifica-se a densa malha de Áreas de Preservação Permanente – APPs, de fundo de vale, determinada pela rica rede de drenagem dos mananciais da região e suas nascentes. Destacam-se também as APPs dos topos dos morros, marcando o limite da APA na região do Cabuçu, e a elevada densidade de Mata Atlântica que ainda subsiste, especialmente na região do Tanque Grande, região sujeita à Lei de Proteção dos Mananciais (São Paulo, 1997).

Balanço hídrico realizado na bacia do Cabuçu de Cima (LACAVA et al., 2006; LACAVA, 2007), contribuinte do reservatório do Cabuçu, correspondente à maior parte do Núcleo homônimo do PEC, portanto com completa cobertura de vegetação natural, mostrou baixa capacidade de armazenamento na bacia. Este comportamento resulta da constituição dos terrenos da bacia por solos rasos, substrato pouco permeável e relevo muito acidentado, o que se reflete em baixa infiltração e densa rede de escoamento superficial. Sendo estas as condições do meio físico, desfavoráveis para a regulação anual do escoamento de água, entre os períodos de estiagem e chuvosos, compreende-se a grande depleção do reservatório nos meses de inverno (Figura 4), quando faltam chuvas para repor as vazões destinadas ao abastecimento de Guarulhos. Conclui-se que é a cobertura vegetal que nesta bacia cumpre o papel de serviço ambiental de regulação dos escoamentos superficiais e de contribuição à provisão do recurso hídrico, auxiliando no pequeno armazenamento do recurso hídrico na bacia.

Depreende-se que um desmatamento, ou seja, a exclusão deste importante componente ambiental, eliminaria esse pequeno armazenamento e provocaria escoamentos superficiais torrenciais, provocando processos erosivos intensos, produção de sedimentos, assoreamentos e intensificação das cheias episódicas a jusante.

Este comportamento indesejável é o que tem sido verificado nas áreas ocupadas vizinhas, onde se observam sulcos e ravinas nas ruas não pavimentadas e nos terrenos baldios e,

o que é mais preocupante, a formação de áreas de risco a escorregamentos nas encostas de alta declividade que, durante os períodos de chuva intensa, deflagram movimentos de terra, provocando acidentes que atingem as edificações locais (QUEIROZ, 2005). A consequência, que pode ser verificada na região, é a produção intensa de sedimentos, como o caso estudado de implantação de loteamento dentro de uma microbacia da região, implicando elevado fornecimento de sedimentos para o rio Cabuçu de Cima e rio Tietê (SOUZA, 2007).

Os resultados deste diagnóstico indicam a necessidade de se orientar uma ocupação criteriosa e adequada às condições do meio ambiente da área da ZD, não só para conservar o máximo possível dos serviços ambientais dos ecossistemas locais, delimitados pelas microbacias, como para evitar processos geológicos indesejáveis, especialmente a formação de áreas de risco. Neste sentido, foi elaborado um modelo de ocupação "Habitação Saudável – Água Boa – Mata Viva" (Figura 5) que considera a microbacia como unidade de planejamento e encontra, na região, condições e indicadores favoráveis à sua implantação: as cabeceiras de várias microbacias ainda possuem cobertura vegetal natural e há microbacias com aproveitamento de águas de superfície nos fundos dos vales, como é o caso de pesqueiros locais.

2.3 A política pública decorrente

No período de desenvolvimento do projeto foram contempladas as fases I e II do Programa da FAPESP, ou seja, a confirmação das instituições parceiras, a viabilidade do projeto em sua fase I e a sua realização propriamente dita na fase II. A implementação da política pública decorrente do projeto, ou seja, a proposta de criação da APA Cabuçu-Tanque Grande no território da ZD, considerada como fase III do Programa, passou a ser trabalhada nas Secretarias do Meio Ambiente e do Desenvolvimento Urbano, durante a elaboração do Plano Diretor de Guarulhos, no decorrer do ano de 2006.

De fato, a APA, como área protegida de uso sustentável, possui os principais requisitos necessários ao cumprimento dos objetivos do projeto, ou seja, o zoneamento ecológico-econômico, a ser fundamentado no diagnóstico ambiental realizado pelo projeto, e o Conselho Gestor que contempla a preocupação do projeto em implantar um sistema de gestão ambiental participativa.

Em 25 de maio de 2007, o Prefeito de Guarulhos sancionou e promulgou a nova Lei de Zoneamento, cujo artigo 42 determina a criação da Área de Proteção Ambiental do Cabuçu-Tanque Grande em lei específica, em até 180 dias (D.O. 039 de 25/05/07).

Em 19 de julho de 2007, o Prefeito instituiu Grupo Executivo, vinculado à Secretaria do Meio Ambiente, com a atribuição de propor a minuta de lei específica da criação da APA, composto pelos secretários do Meio Ambiente e do Desenvolvimento Urbano, técnicos de ambas as secretarias, e representantes do Instituto Florestal, da Ong Projeto Cabuçu Desenvolvimento Local e da Universidade Guarulhos – coordenadora do projeto. O Grupo está concluindo a minuta que será objeto de audiências públicas, antecedendo o encaminhamento da lei pelo Executivo para a Câmara de Vereadores de Guarulhos para aprovação.

Enquanto se processa este caminho formal da criação da APA, têm sido realizadas reuniões abertas que têm mantido o tema em pauta na comunidade, como o I Simpósio de Unidades de Conservação de Guarulhos (Experiências Municipais: Construindo a APA Cabuçu-Tanque Grande (Auditório do Paço Municipal, 9 de novembro de 2007), promovido pela Prefeitura de Guarulhos, Ong Projeto Cabuçu de Desenvolvimento Local e Universidade Guarulhos, e como o I Seminário de Construção do Plano de Turismo de Base Local Comunitária da Região do Cabuçu (Núcleo Cabuçu do PEC, Instituto Florestal, 24 e 25 de novembro), realizado pela Ong Projeto Cabuçu de Desenvolvimento Local.

3 VALOR INVESTIDO OU FINANCIADO E CONTRAPARTIDAS

O financiamento da pesquisa foi realizado por três componentes: o apoio da FAPESP (Programa de Pesquisa em Políticas Públicas da FAPESP – Processo 01/02767-0), as contrapartidas das instituições parceiras e os custos indiretos da UnG, somando um total de R$ 2.263.662,53.

4 FONTE(S) DE FINANCIAMENTO(S) EXTERNA(S) À UNIVERSIDADE

FAPESP: R$ 112.662,53

Instituições parceiras e colaboradoras (estimado): R$ 220.000,00

5 FINANCIAMENTO INTERNO (CUSTOS INDIRETOS)

Universidade Guarulhos (estimado): R$ 1.931.000,00

6 CONTRIBUIÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DA BACIA DO ALTO TIETÊ

6.1 Sustentabilidade ecológica ou biofísica

A APA deverá propiciar a conservação dos recursos naturais, o cuidado com a capacidade de sustentação dos ecossistemas, a preservação da biodiversidade e contribuir para a manutenção do corredor ecológico Cantareira-Mantiqueira. Especialmente quanto aos recursos hídricos, a APA deverá garantir a conservação dos dois únicos mananciais de superfície do município que atualmente abastecem Guarulhos, correspondentes aos reservatórios do Cabuçu e do Tanque Grande.

6.2 Sustentabilidade social

A APA, por força da nova Lei de Zoneamento de Guarulhos e a lei específica de sua criação, contribuirá com a requalificação urbana e decorrente regularização fundiária, assim como com a educação ambiental nas Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), compreendidas no espaço da APA, com seus dois pilares: o zoneamento ecológico-econômico, que contém o conhecimento da região, propiciado pelo diagnóstico ambiental realizado pelo Projeto UnG–FAPESP, e o Conselho Gestor, que motivará a participação da comunidade, de baixa renda, aumentando o poder da população local para conquistas no sentido de atingir uma melhor qualidade de vida.

6.3 Sustentabilidade político-institucional

O Conselho Gestor da APA constituirá fórum adequado ao fortalecimento da gestão local, envolvendo representantes de bairros, de Ongs, de escolas, de clubes de mães, enfim, de toda a comunidade, juntamente com representantes do poder público. O Conselho Gestor tem, portanto, o potencial de fortalecer a cidadania da sociedade local no quadro político e institucional do município.

6.4 Sustentabilidade econômica

Os resultados obtidos com o diagnóstico ambiental, aplicados na APA, promoverão preventivamente o uso adequado do solo reduzindo a dilapidação dos recursos públicos correspondente às ações de defesa civil e outras, além das obras corretivas que vêm sendo demandadas pelas ocupações ambientalmente irregulares das ZEIS. Para os moradores, a APA reforça as atividades não poluidoras hoje existentes e abre perspectivas para um turismo ecológico na região da Cantareira, cujas atividades já se iniciam com o I Seminário de Construção do Plano de Turismo de Base Local Comunitário da Região do Cabuçu, realizado em 24 de novembro de 2007 no Núcleo Cabuçu do PEC, Instituto Florestal.

Além disso, a região, tendo o *status* de APA, poderá atrair recursos e constituir poder compensatório de obras regionais de impactos ambientais significativos.

6.5 Sustentabilidade geográfica

A APA tem como pressuposto a conservação ambiental com uso adequado do solo, o que reflete uma preocupação com uma distribuição demográfica mais equilibrada da região e com as florestas hoje ainda presentes. Esta condição deverá propiciar um melhor equilíbrio geográfico do que a situação atual na RMSP e na RBCV, onde as áreas mais densamente ocupadas atingiram os limites do PEC e de outras unidades de conservação, por força do processo de expansão urbana inadequado.

Além disso, a implantação da APA, criteriosamente delimitada no entorno do PEC, abrangendo a Área de Proteção de Mananciais do Tanque Grande e se estendendo na direção da Serra da Mantiqueira, articula, dessa maneira, várias áreas de proteção, segundo a concepção de mosaico de unidades de conservação, dotando de maior equilíbrio geográfico os ecossistemas desta região da Bacia do Alto Tietê.

6.6 Sustentabilidade cultural

A criação da APA, ao frear a expansão urbana veloz e inadequada, possibilitará condições favoráveis à defesa da cultura local que vinha sendo alimentada pela estabilidade histórica das ocupações, que datam da época em que foi criado o Parque Estadual da Cantareira, com a construção da primeira barragem arco de concreto do Brasil, no início dos anos 1900, e com expressões locais reconhecidas pela população, como a Igreja do Bom Jesus das Cabeças e o Sítio da Candinha.

7 POTENCIAL DE DIFUSÃO

É reconhecido que o processo de expansões urbanas dos vários municípios da Região Metropolitana de São Paulo, na Bacia do Alto Tietê, vem:

- atingindo terrenos geotecnicamente cada vez menos favoráveis à ocupação, em função de suas condições de solos, substrato geológico e, em especial, relevo de grandes declividades;
- atingindo e englobando áreas de disposição de resíduos e áreas contaminadas, que antigamente eram periféricas às áreas urbanas;
- atingindo áreas com maiores restrições da legislação ambiental, especialmente as APPs do Código Florestal e as Áreas de Proteção de Mananciais;
- eliminando radicalmente os serviços ambientais proporcionados pela cobertura vegetal; e, ainda,
- impactando os mananciais que hoje se destinam ao abastecimento e outros, menores, ainda não aproveitados, mas que, em função do esgotamento qualitativo e quantitativo dos recursos hídricos, serão procurados, como é o caso do Cabuçu, um exemplo paradigmático da reativação do aproveitamento que era realizado no século XIX.

Este quadro determina a urgência de definição e implementação de políticas públicas que assegurem condições ambientais mais adequadas ao bem-estar das comunidades que se encontram na RMSP.

Os resultados positivos obtidos com a realização do Projeto Cabuçu UnG – FAPESP indicam que há um potencial de regionalização do método que pode ser considerado nos municípios do Alto Tietê, com a participação das Prefeituras dos municípios da Bacia, o Instituto Florestal e outras instituições pertinentes.

8 PRINCIPAIS DIFICULDADES NA REALIZAÇÃO DO PROJETO

As principais dificuldades de realização de projetos como este estão na garantia da convergência de apoios institucionais necessários e na persistência do esforço dos realizadores, que deve ser garantida em longo prazo pelos órgãos financiadores.

9 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP pelo apoio ao projeto (Processo 01/02767-0) e aos técnicos da Prefeitura de Guarulhos e do Instituto Florestal, assim como à direção da Ong Projeto Cabuçu de Desenvolvimento Local.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Christofoletti, A. 1980. *Geomorfologia*. São Paulo. E. Blucher. 188 p.

EMPLASA – Empresa Paulista de Desenvolvimento Metropolitano S.A. 2003. Mapa de uso do solo da Região Metropolitana de São Paulo. CD.

Lacava, M.A. et al. 2006. *Análise do comportamento hídrico do Rio Cabuçu de Cima – Parque Estadual da Cantareira, Guarulhos (SP), pelo método SCS com dados do radar meteorológico de São Paulo*. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 14 nov., Florianópolis. Anais... 1 CD ROM.

Lacava, M.A. 2007. Comportamento hídrico de superfície da bacia do rio Cabuçu de Cima, Núcleo Cabuçu do Parque Estadual da Cantareira, Guarulhos, SP. Dissertação de Mestrado em Análise Geoambiental. Universidade Guarulhos. 71 p.

Oliveira, A.M.S. e Brito, S.N.A. 1998. *Geologia de Engenharia*. São Paulo. ABGE. 516 p.

Oliveira, A.M.S.; Andrade; M.R.M.; Sato, S.E.; Queiroz, W. 2005. *Diagnóstico Ambiental para o Manejo Sustentável do Núcleo Cabuçu do Parque Estadual da Cantareira e Áreas Vizinhas do Município de Guarulhos*. Relatório Final à FAPESP. 108 p.

Queiroz, W. 2005. Impactos geoambientais da ocupação urbana na microbacia do córrego Taquara do Reino – Bairro Novo Recreio, município de Guarulhos, SP. Monografia de Especialização em Gestão Ambiental. Universidade Guarulhos. 35 p.

São Paulo. 1997. Lei de Proteção das Bacias Hidrográficas dos Mananciais de Interesse Regional do Estado de São Paulo. Lei 9866 / 97.

Serrano, O. 2005. *Florestas Urbanas: conceitos, manejo e ações governamentais*. Brasília. Ministério do Meio Ambiente (TCP/BRA/2902). Versão Final. 122 p.

Souza, O. 2007. Produção de sedimentos em áreas urbanas. O caso da microbacia do Pau d'Alho, Guarulhos, SP. Dissertação de Mestrado em Análise Geoambiental. Universidade Guarulhos. 92 p.

SMA – SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE. 2003. *Avaliação Subglobal da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo*. Submissão de Proposta para a avaliação Ecossistêmica do Milênio. São Paulo: Coordenação da Reserva da Biosfera. Instituto Florestal. Relatório Interno. 111 p. Anexos.

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação. 2000. Lei 9.985, de julho de 2.000. http://www.seia.ba.gov.br/gerconovo/arquivos/SNUC.PDF. Acessado em 21 de novembro de 2007.

Tucci, C.E.M. 2002. Hidrologia. Ciência e Aplicação. Porto Alegre. Editora da UFRGS/ABRH. 943 p.

Bairros e Loteamentos do Município de Mairiporã: Organização e Classificação Socioespacial do Território

Celina Rodrigues Pinto[1]*; Gilda Collet Bruna*[2]*; Angélica A. Tanus Benatti Alvim*[3]

[1] Mestra em Arquitetura e Urbanismo prela Universidade Presbiteriana Mackenzie
Av. Darcy Reis, 135, Parque dos Príncipes – Butantã - CEP 05396-450 – São Paulo/SP - Telefones: (011) 3611-8525 ou (011) 9702-2886

[2] Doutora, Livre-docente, pela Universidade de São Paulo
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Presbiteriana Mackenzie
Rua da Consolação, 993 – Consolação - CEP 01311-000 – São Paulo/SP

[3] Doutora pela Universidade de São Paulo
Professora da Faculdade de Arquitetura e do Programa de Pós-Graduação da Universidade Presbiteriana Mackenzie
Rua da Consolação, 993 – Consolação - CEP 01311-000 – São Paulo/SP.

Identificação da área ou subárea (Tabela FAPESP): 6.04.99.00-1 Arquitetura e Urbanismo
Este artigo é parte de uma pesquisa mais ampla, a dissertação de mestrado de Celina Maria Rodrigues Pinto, orientada pela Profª. Drª. Gilda Collet Bruna, defendida em abril de 2007 na Universidade Presbiteriana Mackenzie, **Mairiporã: periferização e conflitos ambientais na Região Metropolitana de São Paulo**, que trata da recente urbanização do município de Mairiporã e suas inter-relações com o problema hídrico regional.

A cidade de Mairiporã dispõe de um dos maiores patrimônios ambientais da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Todo o território municipal está incluído como Área de Preservação Ambiental do Sistema Cantareira (Lei Estadual nº 10.111, de 4 de dezembro de 1998, ainda não regulamentada) e 80,1% são ambientalmente protegidos pelo Estado (Leis Estaduais nºs 898, de 18 de dezembro de 1975, e 1.172, de 17 de novembro de 1976), o que a faz se relacionar com a melhoria da qualidade e da quantidade de água que abastece a região e com a manutenção de seus remanescentes florestais.

Este artigo discute a recente urbanização do município, sua organização e classificação socioespacial, como parte de um processo histórico de mudanças que envolve todo o contexto metropolitano e seu inter-relacionamento com o acirramento da situação hídrica regional.

The town of Mairiporã counts on one of the larger environmental historic heritage of the metropolitan region of São Paulo.

The whole territory of the municipality is include as Environmental Preservation Area of the Cantareira Range Mountains (State Law nº 10,111 of December 4th, 1998, not yet regulated) and 80.1% are environmental protected by the State (State Laws nº 898 of December 18th, 1975 and 1,172 of November 17th, 1976) what is related to its better water quality and quantity that supply the region and with the forest remnants preservation. This article discusses the recent urbanization of the Municipality of Mairiporã, its organization and classification socio-space as part of a historic process of land use changes that involve the whole metropolitan context and its inter-relationship with the critical water supply regional situation.

Palavras-chaves: *Meio Ambiente, Desenvolvimento Urbano, Mairiporã, Urbanismo Contemporâneo, Sustentabilidade (Environment, Urban Development, Contemporary Urbanism, Sustentability.)*

1 Objetivos

Mairiporã, cidade periférica da RMSP, localizada em seu extremo norte (Latitude Sul: 23°, 19', 12"; Longitude Oeste: 46°, 35', 18"), parte da Sub-Região Norte (SRN)[1] com 307,00 km² de área total (MAIRIPORÃ, 2006 p. 13), dos quais, 80,1% protegidos pelas Leis Estaduais de Proteção aos Mananciais (LPMs), possui características ambientais e urbanísticas ímpares: em seu território está localizada a Represa Engº. Paulo de Paiva Castro, parte do Sistema Cantareira, responsável pelo fornecimento de 65% da água consumida na região metropolitana. Contém, também, parte da Reserva Florestal da Cantareira, reconhecida pela UNESCO[2] como Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da cidade de São Paulo.

O objetivo desta pesquisa é a análise e discussão do processo urbanístico em curso no município como parte da dispersão da mancha urbana metropolitana e ocupação dos mananciais do Norte e da Serra da Cantareira. Para tanto, na primeira seção discute-se, de forma sucinta, as transformações sofridas pelo tecido urbano metropolitano nas três últimas décadas e na segunda, a ocupação do território municipal como um processo histórico em andamento e o processo urbanístico em curso no município. Como parte da metodologia adotada, elabora-se um mapeamento do município espacializando

[1] Compõem a Sub-Região Norte os municípios de Francisco Morato, Caieiras, Franco da Rocha, Mairiporã e Cajamar.

[2] Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura.

[3] Diz-se "formas condominiais", pois em geral são apenas loteamentos fechados com portarias e alguns serviços "comuns". Não está no âmbito da pesquisa verificar se os loteamentos são condomínios, conforme Lei Federal nº. 4.591 de 16 de dezembro de 1964 e artigos 1331 a 1358 da Lei Federal 10.406 de 10 de janeiro de 2002.

os inúmeros loteamentos dispersos (formas condominiais)[3], em meio a sítios de recreio e área rural, até então não implantados pelos órgãos municipais e estaduais. A discussão do resultado desse mapeamento é objetivo específico desta pesquisa e constituiu-se em um importante desafio, à medida que demonstra a forma de ocupação conflituosa do território.

2 Proposta de Desenvolvimento do Projeto

Para Santos (1994, pp. 46-48), a busca da explicação das transformações do espaço (a configuração territorial e a dinâmica social) passa pela compreensão de um grande grupo de variáveis que somente podem ser apreendidas num sistema mais amplo, no caso, a região. Assim sendo, a discussão dos processos de organização do espaço urbano da cidade de Mairiporã só pode ser efetivada através de um duplo enfoque: o regional e o local.

2.1 Região metropolitana de são paulo (rmsp): mudanças no tecido urbano

A Região Metropolitana de São Paulo sofreu nas três últimas décadas do século XX inúmeras transformações socioeconômicas que se refletiram no espaço, identificadas como metropolização, periferização e dispersão[4] da mancha urbana, conforme segue:

A figura 1 apresenta a evolução da mancha urbana metropolitana do final do século XIX ao final do século XX. Verificam-se por meio das figuras associadas as diversas fases dessa evolução. Na década de 1960 a urbanização da RMSP pode ser considerada compacta, bastante centrada no município de São Paulo e núcleos importantes vizinhos (fig. 1A). Entre 1962 e 1974 a mancha urbana da metrópole já extravasa de forma descontínua os limites urbanos do Município de São Paulo (MSP) e invade as áreas rurais e os suportes naturais. Entre os anos de 1970 e 1980 observa-se o espraiamento de diversos municípios vizinhos e periféricos ao MSP (fig.1B), com uma ocupação caracterizada por invasões clandestinas e descontinuidade no tecido urbano, já apontando impactos nos mananciais da região.

Marcondes (1999, pp. 134-137) estima que entre 1962 e 1973 tenham sido desmatados 1.700 km^2 de matas e capoeiras, com maior incremento no Centro (São Paulo e Osasco), com 119,53 km^2, e na Sub-Região Sudeste, com 52,09 km^2, onde São Bernardo do Campo apresenta maior expansão de área desmatada por cidade, com 17,10 km^2. No âmbito geral, os municípios que mais cresceram foram Guarulhos, com 28,13 km^2, e Mogi das Cruzes, com 23,51 km^2.

O Plano Metropolitano Integrado da Grande São Paulo (PMDI) elaborado pelo Estado no início da década de 1970 propõe a reversão dessa situação por meio de diretrizes que tentam redirecionar o crescimento urbano para os vetores leste-oeste. A promulgação das LPMs de 1975 e 1976[5], indo ao encontro dessas diretrizes, institui praticamente um congelamento das áreas de mananciais hídricos, preservando-as por meio de severas restrições à ocupação; porém, àquela altura, os fatores que propiciaram o crescimento populacional[6] e a própria expansão territorial já haviam se consolidado.

Observa-se que o período de 1975 a 1980 (fig. 1C) apresenta o tecido urbano da metrópole com nova característica: periferização com descontinuidade física. Isto porque o mercado já havia internalizado os lucros referentes aos grandes investimentos voltados para o suporte material da produção industrial e o baixo nível de renda dos trabalhadores faz com que os loteamentos se tornem cada vez mais periféricos e descontínuos, à espera da renda fundiária propiciada pela elevação de preços proveniente da instalação de infra-estrutura. (MARCONDES, 1999, p. 121). A, hoje conhecida, "cidade ilegal" é um legado desse período. Nesse cenário, a Sub-Região Leste foi a responsável pelo maior incremento na área urbanizada da região metropolitana, com 60,25 km^2, destacando-se o município de Mogi das Cruzes, com 18,16 km^2, e ainda a Região Central, com 96,12 km^2. Dentro de todo o universo observado, mais uma vez se destaca o município de Guarulhos, com 35,32 km^2 (MARCONDES, 1999, pp. 135-137).

A década 1980/1991 é portadora de inúmeros processos econômicos e sociais que aprofundam consideravelmente a segregação espacial na metrópole. Tal fato pode ser assimilado pela acentuada descontinuidade do tecido urbano (fig. 1D). Os vetores de crescimento deslocam-se em especial para as Sub-Regiões Norte, Nordeste e Noroeste. A cidade de Guarulhos, com 43,92 km^2 de área urbanizada, novamente se destaca e Mairiporã, na Sub-Região Norte, desponta com 29,74 km^2 de área urbanizada (MARCONDES, 1999, pp. 134-135). A urbanização da metrópole nesta década caracteriza-se pela formalização das mudanças num quadro mais amplo do urbanismo e, ao mesmo tempo, pela continuidade de um processo iniciado na década de 70 que, segundo Nestor Goulart Reis (2006, p. 49), tem como características: elevação crescente dos índices de urbanização, com tendência à urbanização total, chegando, em alguns países, próximo de 100% e surgimento nessas regiões e países de um processo que vem sendo caracterizado por diversos autores como "urbanização dispersa" (MONCLÚS, 1998; PORTAS, 1992 e 1998, apud REIS, 2006, p. 49). Dessa forma, à descontinuidade já existente no tecido urbano metropolitano agrega-se uma nova periferização que abrange os municípios ainda não conurbados, prioritariamente àqueles da Sub-Região Norte, como Mairiporã, pela sua proximidade e pelas demais características propiciadas pelos vícios inerentes ao sistema em vigor.

---

[4] Termo usado no sentido não só de expansão, também de esgarçamento do tecido urbano (GOULART, 2006, p. 35).

[5] Lei Estadual nº 898/75, que delimitou as áreas protegidas; Lei Estadual 1.172 de 1976, que define os parâmetros de ocupação e atividades permitidas nas bacias; e o Decreto Estadual 9.714 de 1977, que trata das competências institucionais, sanções e procedimentos de aprovação de projetos nas áreas protegidas.

[6] Refere-se à associação entre indústria, crescimento populacional e cidade. Para melhor apreciação ver: PINTO, Celina M. Rodrigues. Mairiporã: periferização e conflitos ambientais na Região Metropolitana de São Paulo. 2007, 242 fls. + anexos. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2007, pp. 55-85.

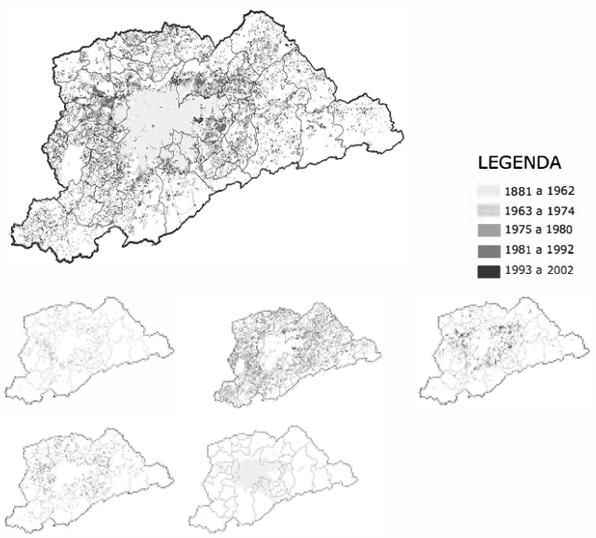


Fig. 1 *RMSP: Expansão Urbana – Série Histórica 1882/2002 Fonte: Emplasa, (SÃO PAULO, 2006b). CD-ROM Org.: Celina M. R. Pinto, 2006 Fig. 1A: 1881/1962 Fig. 1B: 1963/1974 Fig. 1C: 1975/1980 Fig. 1D: 1981/1992 Fig. 1E: 1993/2002*

Portanto, a expansão da mancha urbana metropolitana na década de 1990 é descontínua e caracteriza-se pelo avanço nos municípios não conurbados (fig. 1E). A recente urbanização de Mairiporã faz parte deste processo.

2.2 Mairiporã: uma nova forma de tecido urbano

[7]O primeiro registro sobre a ocupação do território que hoje se configura como o município de Mairiporã data do início do séc. XVII. Em 1696, o povoado é elevado à categoria de Vila, com o nome de Vila de Nossa Senhora do Desterro de Juqueri[8]. A eclosão do ciclo do ouro transforma a Vila em pouso de tropeiros e amplia o tráfego de pessoas, mulas e carroças. Em 1769, a Câmara Paulistana inicia a ligação da Vila de Juqueri à de São Paulo, com o "Caminho do Juqueri", mais tarde, Estrada Velha de Bragança Paulista.

No século XIX, o ciclo do café propicia dois acontecimentos que incidem sobre a configuração do município, ambos na região que hoje é o município de Franco da Rocha: a inauguração de uma estação da São Paulo Railway (SPR) para escoamento dos produtos das fazendas de café da região e a implantação do Hospital Colônia de Alienados de Juqueri. Tais fatos propiciaram o surgimento e consolidação dos núcleos urbanos que hoje se apresentam como os municípios de Franco da Rocha, Francisco Morato e Caieiras.

A grande maioria dos marcos ou processos que estruturam o tecido urbano do município de Mairiporã é desenvolvida a partir de meados do século XX. Em 1944, Franco da Rocha é emancipado e os territórios referentes aos municípios de Caieiras e Francisco Morato tornam-se distritos daquele município. Em 1959, é inaugurada a Rodovia Fernão Dias (BR-381) ligando São Paulo a Belo Horizonte. Verdadeiramente um marco infraestrutural no desencadeamento de processos que se refletem na configuração urbana do Município. Vencida a condição topográfica que o isola da capital, a rodovia expõe suas belezas naturais e facilita o acesso à região.

Conforme fig. 2A, em 1962 a mancha urbana municipal era extremamente reduzida. Em 1967, a área urbanizada é de 0,87 ha (SÃO PAULO, 1970, p. 101). Na década de 1970 (fig. 2B) encontra-se o início da maioria dos processos que definem a configuração atual do Município e, por conseguinte, o tipo de urbanização. Percebe-se que em 1974 já se encontram caracterizados grande parte da ocupação da Cantareira, o núcleo urbanizado de Vila Machado e os primeiros grupamentos em torno da rodovia Fernão Dias, entre eles o núcleo de Terra Preta, Pirucaia e a periferização do núcleo central.

O desencadear de tais processos está ligado à intervenção estatal na Cantareira. Na verdade, o Estado já atua na região desde 1892, quando acampa a Companhia Cantareira e Esgotos. Porém, em 1966, frente à crise de abastecimento de água que atinge a região metropolitana, iniciam-se as obras do complexo Cantareira, do qual faz parte a Represa Engº. Paulo de Paiva Castro. Inaugurado em 1974, sua atuação no tecido urbano do Município se processa de diversas maneiras. Para sua implantação foram desapropriados 96 mil m^2 à margem do Rio Juqueri (RAMOS, 2006, p.51), justamente onde, até então, se desenvolve a principal atividade econômica do município, a olaria. Para melhor andamento das obras, melhoram-se as vias de acesso à Capital: a Estrada Santa Inês, da Roseira e a Estrada Velha de Bragança Paulista. Tais melhorias, aliadas à exposição das belezas naturais da região, desencadeiam extenso processo de loteamento fundiário, com consequente alta no valor da terra e início da desruralização do município. Esse processo é tão vigoroso que serve como amortecimento às LPMs nºs. 898/75 e 1172/76; pois, ao contrário de outros municípios da RMSP que sofrem intensa desvalorização do solo como consequência destas leis, Mairiporã, por ter grande parte do seu território já loteada, tem resultados aparentemente menos sensíveis[9]. Nesse sentido, as duas maiores consequências da instalação da represa em território municipal são o desmantelamento do sistema econômico vigente e a estruturação fundiária da Serra da Cantareira e entorno da Represa.

Um segundo processo referente à configuração espacial do município, praticamente contemporâneo àquele, é a urbanização do Distrito de Terra Preta. Localizado ao norte, a 10 km do centro, às margens da Rodovia Fernão Dias, o núcleo urbanizado forma-se a partir de um entreposto comercial da antiga Estrada Velha de Bragança Paulista. Não se sabe, ao certo, a data de suas origens, mas sua formação está ligada ao

[7] Os dados históricos desta seção foram recolhidos na Prefeitura Municipal de Mairiporã, Secretarias do Planejamento, Obras, Meio Ambiente e da Educação em diversas visitas nos anos de 2005-2006 e no site: <http:// *www.mairipora.sp.gov.br*> Acessos em: 2005 e 2006.

[8] Palavra que em tupi-guarani significa uma planta leguminosa (dormideira) (SÁNCHEZ, 2003, p. 56).

[9] Não foi encontrado na bibliografia pesquisada nenhum trabalho referente ao valor da terra no Município de Mairiporã.

apoio comercial para as propriedades rurais dos bairros das redondezas, como Jundiaizinho, Canjica, Corumbá e Mato Dentro.

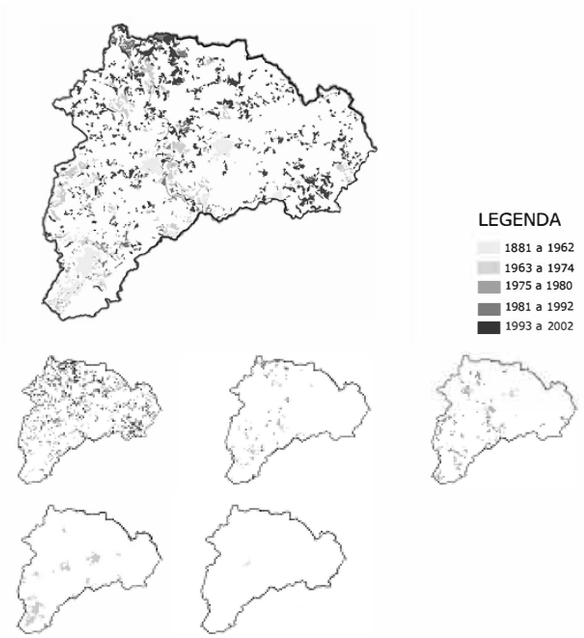


Fig. 2 *Mairiporã: Expansão Urbana – Série Histórica 1882/2002 Fonte: Emplasa, (SÃO PAULO, 2006b). CD-ROM Org.: Celina M. R. Pinto, 2006 Fig. 2A: 1881/1962 Fig. 2B: 1963/1974 Fig. 2C: 1975/1980 Fig. 2D: 1981/1992 Fig. 2E: 1993/2002*

Na década de 1970, essa região não é abrangida pelas restrições impostas pelas LPMs e sua proximidade da rodovia faz com que o poder executivo crie o Parque Industrial de Terra Preta, através de desapropriações e benefícios fiscais. Este fato ocasiona mudança de uso do solo e grande aumento populacional, já perceptível na mancha urbana (fig. 2D) correspondente à década de 1980, que se caracteriza, então, pela expansão da ocupação do entorno da Rodovia Fernão Dias e pelo surgimento dos primeiros loteamentos clandestinos e irregulares, entre eles o embrião do que hoje é o Jardim Brilha e o Parque Náutico da Cantareira[10].

Conclui-se que os processos econômicos e sociais que, na década de 1980, aprofundaram a segregação espacial na metrópole, que são coincidentes com a expansão da mancha urbana metropolitana, refletiram consideravelmente no território do município de Mairiporã. Porém, é na década de 1990 que acontece o verdadeiro povoamento da "área rural" do município, com a "urbanização" se dispersando em todo o território municipal (Fig. 2E), o que hoje o tipifica. Existem ainda áreas rurais sem loteamentos urbanizados no sudeste, próximo ao bairro do Pirucaia, antes dos loteamentos na divisa de Guarulhos; no leste, entre o bairro de Capim Branco e o município de Nazaré Paulista; e no nordeste, na região do Rio Acima, porém já dispersas entre alguns loteamentos.

O processo acima pode ser entendido também através do gráfico 1. Na década de 1970, à parte do processo industrial paulista e com o desmantelamento do setor produtivo oleiro, Mairiporã cresce com taxas inferiores ao macro (RMSP) e ao microcontexto (SRN).

Na década de 1980, a crise econômica é desencadeada e se reflete na queda das taxas de crescimento populacional da RMSP de um modo geral, mais fortemente no MSP. Reforçam-se as migrações internas na metrópole, "a migrações dos pobres", do centro para as áreas periféricas. Contudo, observa-se que outras cidades na SRN detêm melhores condições que Mairiporã para exercer um papel mais atrativo para a população de baixa renda que está sendo expulsa da periferia do MSP (melhor acesso viário, menor quantidade de áreas protegidas pelas LPMs, maior número de empregos). Então, nessa década, em plena fase recessiva, o município cresce com TGCA de 3,44, a menor taxa da sub-região[11].

Na década de 1990, intensifica-se a crise de emprego capitaneada pela reestruturação produtiva, legível na queda das taxas de crescimento populacional tanto da RMSP quanto do MSP. Conforme gráfico 1, Mairiporã é o único elemento do sistema em análise a inverter esta tendência (embora seja uma tendência comum aos municípios periféricos nessa década). Porém Mairiporã se destaca do conjunto como um município que mantém um intenso crescimento populacional, principalmente pelo contexto de enormes diferenças sociais, pois, por um lado, aumenta consideravelmente o número de paulistanos que recorrem à Serra em busca de amenidades e segurança e, por outro, a duplicação da Rodovia Fernão Dias abre a cidade à periferização dos desempregados e da população de baixa renda (SÁNCHEZ, 2003, p. 106)[12] que hoje ocupa os vales e a periferia. Considerando o patrimônio ambiental do qual a cidade é depositária e sua importância para o sistema hídrico metropolitano, podem-se prever os danos que tal descontrole acarreta.

Um dado concreto sobre o assunto é avaliar a questão do desmatamento. Como não se tem estatísticas de áreas desmatadas no município[13], toma-se como base o MSP, que entre 1991 e 2000 perdeu significativos 5.345 ha de cobertura vegetal (SÃO PAULO, PMSP, 2002, p. 151), dado alarmante

[10] Para melhor entendimento sobre esses dois loteamentos, ver: SÁNCHEZ, Patrícia Salvador. O processo de ocupação em áreas de mananciais: conflito com a lei e a realidade na Região Metropolitana de São Paulo (o caso de dois loteamentos ilegais no Município de Mairiporã). 2003. 149 fls. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2003.

[11] A evolução da população residente (TGCA) da Sub-Região Norte na década (1980-1990) foi 5,66; os municípios da Sub-Região tiveram taxas: Caieiras: 4,10; Cajamar: 4,00; Francisco Morato: 10,30; Franco da Rocha: 4,90; Mairiporã: 3,44. Fonte: SÃO PAULO, Emplasa, 1996.

[12] Dos 13 moradores entrevistados do loteamento clandestino Jardim Brilha em 2003, apenas um deles era natural de Mairiporã e, assim mesmo, ex-morador da periferia de São Paulo (SÁNCHEZ, 2003, p. 106).

[13] Para Bonfílio Alves Ferreira, diretor da ONG Instituto Paulista de Ecologia Humana, à época vice-presidente do Subcomitê Juqueri-Cantareira, em entrevista à autora em janeiro de 2007, tais estatísticas estariam disponíveis a partir de junho de 2007, como parte dos estudos para o Diagnóstico Socioambiental do Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental (PDPA) da Sub-Bacia, que será votado ainda este ano juntamente com sua Lei Específica.

quando se sabe que o crescimento da região metropolitana na década é devido principalmente ao incremento populacional nos municípios não conurbados. Ainda de forma mais específica, sabe-se que a Zona Norte da Capital (à época, Administrações Regionais de Santana, Pirituba, Jaraguá, Perus, Freguesia do Ó e Jaçanã-Tremembé, hoje, Sub-Prefeituras), cuja área é contígua à estudada, teve 9,38 m^2 ocupados por loteamentos clandestinos, perdendo 3,86 m^2 de vegetação significativa (SÃO PAULO, PMSP, 2000, p. 20).

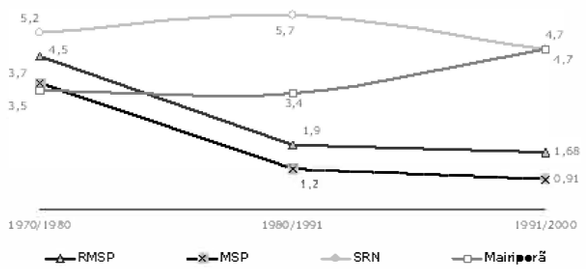


Fig. 3 *Gráfico 1 – Evolução da População Residente, RMSP, MSP, SRN e Mairiporã – 1970/2000 (em TGCA)*

Do exposto, conclui-se que, a partir da década de 1990, encontram-se em curso no território de Mairiporã dois movimentos socialmente díspares. O primeiro refere-se aos loteamentos irregulares e clandestinos que ocupam as áreas ambientalmente frágeis, protegidas pelas LPMs e se disseminam em todo o território. O segundo, menos vigoroso, refere-se aos loteamentos de médio e de alto padrão que também se disseminam da Serra da Cantareira e das margens da Represa para as demais áreas rurais do município.

Sobre os demais fatores condicionantes da atual configuração do município, destacam-se a estrutura fundiária, a topografia, as LPMs e a necessidade de manter a capacidade hídrica da RMSP.

A estrutura fundiária resulta de uma intensa atividade imobiliária desenvolvida a partir do ano de 1966, quando são loteados 30% do território municipal, cerca de 88 km^2 (área equivalente ao município de Itapevi e superior a grande parte dos municípios da RMSP), processo que atingiu seu ápice nos anos de 1975 e 1976. Nesta época é loteada a maior parte da Serra da Cantareira e das áreas que margeiam a Represa. A importância desse parcelamento na urbanização é a metragem dos lotes, a maioria entre 900 e 4.900 m^2, próprios para uso de chácaras de recreio (SÃO PAULO, 1982, p. 54). A consequência é que, iniciada a dispersão "dos ricos", a Serra e a Represa estão à disposição do capital imobiliário para os desmembramentos que originam os loteamentos de alto padrão. Geomorfologicamente, o município define-se pela presença de uma sub-bacia aluvional no seu interior (a sub-bacia do rio Juqueri), protegida pelos maciços cristalinos da Serra da Cantareira ao sul, da Serra de Freitas a oeste, na divisa com Franco da Rocha, e da Serra da Pedra Vermelha ao norte, na divisa com Atibaia. Consequentemente, grande parte do território apresenta acentuada declividade, muitas vezes superior a 40%, o que o torna em sua maioria ambientalmente frágil, pouco próprio ou impróprio para o assentamento humano. A topografia influi, ainda, protegendo e dificultando o acesso às áreas cobertas por mata nativa[14].

As LPMs influem no uso do solo, portanto, na configuração espacial, quando deslocam o eixo industrial para o Distrito de Terra Preta e favorecem, diante de um poder público local pusilânime, a instituição de um sistema irregular de desmembramento, cujos índices de irregularidades estão entre 70 a 80% do total dos lotes do solo municipal[15].

A necessidade de manter a capacidade hídrica da região também influi, por limitar o uso do solo e as atividades econômicas locais.

2.3 Mairiporã: organização e classificação socioespacial do território – resultados da pesquisa

Consciente da configuração espacial do município (que é polinucleada), o desafio de discutir a estrutura socioespacial e sua dinâmica é propiciado pela fig. 3, que corresponde à apresentação das áreas residenciais municipais em uma base cartográfica de forma aproximada. A confecção desta carta, principal resultado desta pesquisa, bem como a qualificação dos inúmeros loteamentos, seguiu metodologia descrita a seguir, desenvolvida em seis etapas fundamentais:

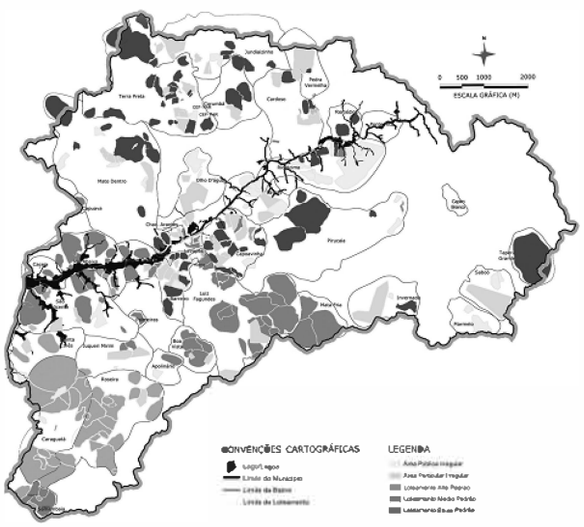
1. aquisição de uma base cartográfica da Região Metropolitana "Arquivos do mapeamento Contínuo" da base cartográfica e arquivo único na escala 1/25.000" em CD-ROM (EMPLASA/FEHIDRO, 2006) no Sistema Cartográfico Metropolitano, Empresa Metropolitana da Grande São Paulo – Emplasa, já que a Prefeitura não dispunha de uma base cartográfica digitalizada que contivesse as coordenadas locais;
2. seguiu-se uma adequação desse material (mudança de escala) aos arquivos municipais dos loteamentos não digitalizados, cuja escala é 1/10.000;
3. tabulação de uma listagem dos loteamentos locais, a partir do cadastro municipal para a cobrança do IPTU relativo ao ano de 2006 (Lei Municipal nº 2.626, de 6 de novembro de 2006), o qual totalizou 442 loteamentos;
4. o trabalho de campo foi desenvolvido com o apoio do Departamento de Obras da Prefeitura local, no Arquivo Municipal, em novembro de 2006. Contou com auxílio de uma estagiária e um funcionário municipal, por um período de 15 dias; a área de cada loteamento foi transposta de forma manual para a carta municipal através dos pontos de suas coordenadas topográficas;
5. à digitalização desses dados seguiu-se o cruzamento desta base com outra constante do Plano Diretor do Município de Mairiporã 2006/2015 (MAIRIPORÃ, 2006, p. 58), para

[14] A metragem referente à mata nativa é de 159,7 km^2 (MAIRIPORÃ, 2006, p. 15), contudo este total não exclui as inúmeras vias que unem os "condomínios", nem a área social desmatada para os mesmos.

[15] Esta percentagem é originária da própria Prefeitura local e ainda coincidente com o valor resultante de uma pesquisa exploratória sobre o valor do solo urbano, realizada pela autora entre 2005 e 2006.

a inclusão nos resultados das áreas referentes às ocupações irregulares e clandestinas;

6. A tipificação e classificação do padrão social dos loteamentos foram providenciadas através dos seguintes procedimentos:
   a) tabulação dos valores do IPTU de todos os lotes locais, a partir do cadastro municipal já citado;
   b) à digitalização desses dados se seguiu uma classificação por ordem de valor, conforme Anexo I, Padrões de Edificações, Lei Municipal 2.626/06;
   c) transposição desses dados para a base topográfica digitalizada que contém os loteamentos.
7. a tais procedimentos se seguiram a análise e verificação visual dos resultados obtidos. Dos 442 loteamentos cadastrados na Prefeitura local, locou-se um total de 289, conforme Figura 3. Dos 153 não locados, 146 são cadastrados em duplicidade, pelo nome do proprietário do terreno e pelo nome do loteamento, e sete sem possibilidades de locação, ou por falta de coordenadas ou por dados totalmente incongruentes. Esses loteamentos[16] encontram-se distribuídos em 35 bairros, existindo dois bairros que não contêm nenhum loteamento. Dos 289 loteamentos locados, 85 são irregulares e clandestinos, 45 são considerados de alto padrão, 58 considerados de médio padrão e 101 de baixo padrão ou populares.



As deduções fornecidas pela Figura 3, acrescidas das demais pesquisas exploratórias, resultaram nas seguintes observações: o núcleo central do município (ou Centro histórico) é localizado em áreas de mananciais na bacia do Rio Juqueri. A topografia do sítio torna-o comprimido entre as margens da Represa Engº Paulo de Paiva Castro e as escarpas da Serra da Cantareira, de tal maneira que o deixa sem possibilidade de expansão; os loteamentos de alto padrão são localizados preferencialmente na Serra da Cantareira, na Represa e na Roseira. Seguem a linha "tipo" de edificações que poderiam estar em qualquer um dos condomínios murados da RMSP. Alguns, como o Alpes da Cantareira, são compostos de lotes de grande extensão, o que se verifica pela dispersão das residências no contexto arbóreo. Em outros, como o Parque Imperial da Cantareira, a proximidade das casas sugere que não foi observada a metragem condizente com as LPMs.

Um problema que os loteamentos apresentam é a questão jurídica do fechamento. Questionada sobre a situação, a Secretaria de Obras da Prefeitura informa que, para o poder municipal, os loteamentos são todos "abertos"; porém reconhece o problema à medida que existem loteamentos como o Suíça da Cantareira, que impede a entrada dos próprios fiscais da Prefeitura, que por isso necessitam "transitar" com a Constituição Brasileira em mãos.

Os loteamentos irregulares e clandestinos estão disseminados em todo o território municipal. Com relação a essa situação, percebem-se três padrões de localização: o primeiro segue a Rodovia Fernão Dias, o segundo, a bacia do Rio Juqueri incluindo a periferia do núcleo central e a Estrada do Rio Acima, e o terceiro tem como fonte de atração o município de Guarulhos.

Há grande diferença para o poder público local entre o problema "loteamento clandestino" e "loteamento irregular", pois 70 a 75% das construções no núcleo urbano, segundo o Departamento de Obras da Prefeitura e pesquisa exploratória em imobiliárias locais, são irregulares. Para efeito de reconhecimento, visitou-se o Jardim Brilha, um loteamento clandestino muito próximo ao núcleo central, considerado "o maior problema" para o poder público municipal, e o Parque Náutico da Cantareira, considerado Irregular. Seus aspectos são os mesmos dos loteamentos clandestinos e irregulares de todas as áreas de mananciais da RMSP. Com relação ao Jardim Brilha, são pequenas residências em bloco de concreto aparente, sem acabamento (apenas uma casa era de tijolo), em área de grande declividade, sem arruamento. Já o Parque Náutico da Cantareira apresenta característica de assentamentos padrão médio/popular, mas ambos geram problemas ambientais, tais como contaminação do lençol freático, assoreamento e poluição do córrego Itaim por esgoto doméstico, que recebe e despeja diretamente no Rio Juqueri, entre outros.

No Distrito de Terra Preta desenvolve-se uma urbanização mais de classe média baixa, incentivada pela Prefeitura em parceria com a Caixa Econômica Federal, através do Programa de Arrendamento Residencial – PAR: o Conjunto Residencial Pierre, com 176 apartamentos de 69,06 m^2, e o Jardim Residencial I, II e III, com 126 apartamentos de 85,11 m^2. Segundo a Secretaria do Planejamento[17], 60% dos apartamentos do Jardim Residencial I, II e III não foram negociados até a data da pesquisa (janeiro de 2007). Afirma que esta ociosidade mostra que o valor, R$ 30.000,00 em

[16] A listagem numerada dos loteamentos por bairro compõe o Anexo III da dissertação de mestrado que originou este artigo. Eliminou-se na fig. 3 o número correspondente a cada loteamento por questão de escala.

[17] Em entrevista à autora, Celina M. R. Pinto, em novembro de 2006.

novembro de 2006, está acima do padrão da população. Outra fonte de rejeição a essas habitações estaria na forte oposição dos moradores em constituir residências no Distrito, que dista 10 km do Centro Velho.

3 Valor investido ou financiado e contrapartidas

Toda a pesquisa importou em R$ 5.000,00 (cinco mil reais).

4 Fonte(s) de financiamento(s) externa(s) à Universidade

nada a declarar.

5 Financiamento interno (Universidade – estimar custos indiretos)

do valor total da pesquisa, de R$ 5.000,00 (cinco mil reais), R$ 3.600,00 (três mil e seiscentos reais) foram financiados pela Universidade Presbiteriana Mackenzie através do Fundo Mackenzie de Pesquisa (Mackpesquisa), a título de reserva técnica. Este valor foi assim distribuído: 50% devido a material cartográfico, tratamento de imagens e impressão, 25% com a contratação de uma estagiária para trabalho de campo e os demais 25% com despesas de viagens ao município e conferência de dados no território municipal.

6 Alcance dos resultados em termos de contribuição para a sustentabilidade da Bacia do Alto Tietê, segundo os seis parâmetros conceituais adotados nos itens 1. a-f.

A confecção da carta espacializando as distintas ocupações no município de Mairiporã é considerada inédita, uma vez que até então a municipalidade não havia espacializado tais informações. Essa pesquisa permite um melhor reconhecimento do território e o entendimento da dinâmica social, além de uma clara visualização da segregação socioespacial em parcela significativa da área norte da Serra da Cantareira. Permite ainda estabelecer padrões que, juntamente com os demais dados coletados e analisados, facilitaram a identificação de aspectos de insustentabilidade urbana no processo de produção e ocupação desse espaço, refletindo de forma perversa no principal manancial de abastecimento da RMSP.

Para a Prefeitura local, essa pesquisa significou a oportunidade de contar com uma carta digitalizada com seus inúmeros núcleos numerados em seus respectivos bairros, dirimindo dúvidas quanto à localização e duplicidade de diversos loteamentos. Há ainda o benefício de eliminar a confecção de centenas de cobranças de IPTU confeccionadas em duplicidade, pelo nome do loteamento e pelo nome do proprietário do terreno, ou confeccionadas indevidamente em loteamentos de divisas cujos lotes encontram-se em cidades limítrofes.

7 Potencial de difusão da metodologia e da experiência para comitês de bacia hidrográfica em São Paulo e no Brasil, prefeituras municipais e órgãos estaduais com atuação regional na área metropolitana de São Paulo.

A metodologia adotada, como explicitado, foi simples, direta e barata, podendo ser difundida para outras prefeituras municipais em igual situação.

O projeto contou com o inquestionável apoio da Prefeitura Municipal de Mairiporã, que dispôs arquivos de difícil manuseio para a pesquisadora. Uma cópia impressa e outra digitalizada foram encaminhadas à Secretaria do Planejamento no final dos trabalhos e podem ser importante instrumento para o planejamento e a gestão do município de Mairiporã, bem como da sub-bacia hidrográfica da Cantareira, à medida que apresenta a configuração "real" do município e a situação socioespacial do território.

Fundamental é disseminar metodologias simples como a então utilizada para estabelecer de fato um reconhecimento espacial dos padrões precários de ocupação das áreas protegidas da metrópole, que não se associam apenas a ocupações de baixa renda mas também a ocupações das classes sociais mais elevadas.

8 Principais dificuldades na realização do projeto

A principal dificuldade foi a indisponibilidade de arquivos de fotos digitalizadas e bases cartográficas por organismos públicos. Cogitou-se a possibilidade de o trabalho realizar-se com uso de um arquivo de fotos aéreas digitalizadas, produzidas em um convênio da Prefeitura Municipal com a SABESP, exatamente para este fim, no ano 2000, ao qual, por questões contratuais, não foi permitido acesso. Teria tornado o processo muito mais rápido e exato. Aventou-se também a possibilidade de adquirir as fotos da própria companhia, mas o preço foi incompatível com a verba disponível para a pesquisa.

9 Considerações Finais

Pelo exposto, pode-se dizer que está em curso no município de Mairiporã um tipo de ocupação territorial cuja lógica parece ser: dispersão em todo o território, ou em sua maior parte, de uma urbanização de baixa densidade pela diluição da população residente com modo de vida urbana em áreas rurais. As principais especificidades dessa urbanização estão na policentralidade, verificada pela existência de muitos núcleos em detrimento de um único núcleo urbano central e, por conseguinte, desconcentração popular favorecida no contexto municipal pela topografia, estrutura viária e fundiária em formação desde a década de 1970. As principais características socioespaciais detectadas são forte grau de segregação espacial no tecido urbano, enfraquecimento do papel do poder local, fortalecimento de formas condominiais para resolução dos serviços e perda do sentido de identidade do lugar para seus habitantes – a urbanização atual é um processo em curso e sua forma polinucleada parece dificultar a formação de uma

[18] A pesquisadora estava presente em uma Audiência Pública para a aprovação do Plano Diretor 2006/2015. Perguntou-se a uma cidadã se morava em Mairiporã e a resposta foi: "Não, moro na Serra da Cantareira!".

identidade municipal, enquanto se afirma uma identidade geográfica ou de loteamentos[18].

A segregação espacial é efetivada pela escolha dos terrenos mais atraentes pela camada de alta renda, que se auto-segrega através de muros e guaritas e pelos próprios maciços remanescentes da floresta "Ombrófila Montana" da Serra da Cantareira. O sítio escolhido para esta auto-segregação é explicitado pela existência das amenidades – o verde da Serra -, pela malha viária já providenciada pelo Estado e pela conseguinte diferenciação do valor do solo urbano, que se destaca das outras regiões do município[19]. Estas localidades são privilegiadas do ponto de vista natural, mas ambientalmente frágeis, não providas de serviços de infraestrutura (água e esgoto), que são providenciados pelos próprios condôminos.

A análise evidencia, ainda, um outro movimento originado da desagregação do tecido urbano da metrópole. Grupos sociais desfavorecidos ocupam principalmente áreas da bacia sedimentar do Rio Juqueri e da Represa, e regiões impróprias ou pouco próprias para assentamento urbano em torno do eixo viário da Fernão Dias e proximidades de Guarulhos, mas que se está disseminando em todo o espaço territorial.

Suas características principais são clandestinidade, fragilidade sob a ótica ambiental devido à incipiente infraestrutura urbana, sobretudo abastecimento de água e esgotamento sanitário, poluição dos rios e ribeirões e desmatamento que se manifesta na interferência do cíclico hídrico do Rio Juqueri e da Represa.

Diante de tais especificidades, é interessante procurar desenvolver um cruzamento com o conceito de "sustentabilidade ambiental urbana". Identificam-se aspectos de insustentabilidade nos processos de produção desse espaço: dispersão da mancha urbana, segregação socioespacial, ocupação indiscriminada dos vales de rios e da Represa, áreas estas protegidas pelas LPMs; insuficiência e descontinuidade no abastecimento de água, na coleta e tratamento dos esgotos e ainda na forma de os poderes competentes planejar, gerir e encaminhar as políticas públicas e ambientais, quer pela falta de um planejamento direcionado para este fim, quer pela dificuldade de mobilização da população.

10 Referências Bibliográficas

MAIRIPORÃ (CIDADE). Plano Diretor do Município de Mairiporã 2006/2015. *Imprensa Oficial*. Mairiporã, Emplasa, 2006. 64 pp.

MARCONDES, Maria José de Azevedo. *Cidade e Natureza: proteção dos mananciais e exclusão social*. São Paulo: Studio Nobel, 1999. 238 pp.

RAMOS, Roberto. *Mairiporã: paraíso aqui na terra*. São Paulo: Noovha América, 2006. 112 pp.

REIS, Nestor Goulart. *Notas sobre urbanização dispersa e novas formas de tecido urbano*. São Paulo: Via das Artes, 2006. 201 pp.

SÁNCHEZ, Patrícia Salvador. O processo de ocupação em áreas de mananciais: conflito com a lei e a realidade na Região Metropolitana de São Paulo (caso de dois loteamentos ilegais no Município de Mairiporã). 2003. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2003.

SANTOS, Milton. *Metamorfoses do espaço habitado*. 3. ed. São Paulo: Hucitec, 1994. 124 pp.

SÃO PAULO (ESTADO). SECRETARIA DE ESTADO DA ECONOMIA E PLANEJAMENTO: EMPRESA METROPOLITANA DA GRANDE SÃO PAULO S/A. SISTEMA CARTOGRÁFICO METROPOLITANO. *Arquivos do mapeamento contínuo da base cartográfica e arquivo único na escala 1:100.000*. São Paulo, Emplasa/Fehidro, 2006a. CD-ROM 1/03.

_____. SECRETARIA DE ESTADO DA ECONOMIA E PLANEJAMENTO: EMPRESA METROPOLITANA DA GRANDE SÃO PAULO S/A. Sistema Cartográfico Metropolitano. Coordenadoria de Informações Geográficas. *30 Anos de Emplasa*. São Paulo, Emplasa, 2006b. 1 CD-ROM.

_____. SECRETARIA DOS TRANSPORTES METROPOLITANOS: EMPRESA METROPOLITANA DA GRANDE SÃO PAULO S/A. Levantamento do Quadro Ambiental da Região Metropolitana de São Paulo. Base de Dados. São Paulo, Emplasa, 1996b. Não paginado.

_____. SECRETARIA DE NEGÓCIOS METROPOLITANOS. PROJETO 4247: USO DO SOLO: SUBPROJETO 4247/01. Elaboração de Planos Diretores Físico-Territoriais e Projeto de Lei de uso e ocupação do solo para diversos municípios da GSP. *Plano Diretor Físico-Territorial de Mairiporã*. São Paulo, Emplasa, 1982. 128 pp.

_____. SECRETARIA DE ESTADO DOS NEGÓCIOS DA ECONOMIA E PLANEJAMENTO: GRUPO EXECUTIVO DA GRANDE SÃO PAULO. *Plano Metropolitano Integrado da Grande São Paulo*. São Paulo, Emplasa, 1970. 193 pp.

SÃO PAULO (MUNICÍPIO). PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO: SECRETARIA MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE. SECRETARIA MUNICIPAL DO PLANEJAMENTO URBANO. *Atlas Ambiental do Município de São Paulo*. Fase 1: Diagnóstico e bases para a definição de Políticas Públicas para as áreas verdes no Município de São Paulo. Relatório Final. São Paulo, jul. 2002. 203 pp. Disponível em: <*http://200.230.190.125/atlas/conteudo/cobertura_-vegetal/veg_apres_02.pdf*>. *Acesso em 31* jul. 2006.

_____. PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO: SECRETARIA MUNICIPAL DO VERDE E MEIO AMBIENTE. DEPARTAMENTO DE CONTROLE DA QUALIDADE AMBIENTAL. Divisão Técnica de Controle Ambiental. *Efeitos Ambientais da Ocupação Irregular da Serra da Cantareira no Município de São Paulo*. São Paulo, 2000, 25 pp.

[19] O resultado da pesquisa exploratória sobre o valor do solo urbano local encontra-se nas páginas 182-193 da dissertação de mestrado que originou este artigo.

Plano de Ocupação para Áreas com sobreposição de Interesse Ambiental e Social no Município de Santo André – SP

Francisco Comaru[1]; Giselle Tanaka[2]; Juan Carlos Cristaldo[3]; Margareth Matiko Uemura[4]; Ricardo Moretti[5]; Arilson Favareto[6]

[1] Engenheiro civil, mestre em engenharia civil e doutor em Saúde Pública pela USP. É professor doutor adjunto da Universidade Federal do ABC.
[2] Arquiteta e urbanista, mestre pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP. Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação da Prefeitura Municipal de Santo André.
[3] Arquiteto pela Universidad Nacional de Asunción (UNA-Py), mestrando pela Universidade Nacional de Lanús (UNLA-Ar), cátedra UNESCO para o Desenvolvimento Sustentável e o Foro Latinoamericano de Ciências Ambientais (FLACAM). Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André – SEMASA.
[4] Arquiteta e urbanista, mestre pela PUC-Campinas, é Diretora de Desenvolvimento Urbano da Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação da Prefeitura de Santo André.
[5] Engenheiro Civil, mestre e doutor pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. É professor doutor adjunto da Universidade Federal do ABC.
[6] Cientista social pela PUC-Campinas, mestre e doutor pela Universidade de São Paulo. É professor doutor adjunto da Universidade Federal do ABC.

Colaboradores (equipe do projeto): UFABC: Jeroen Klink, Arilson Favareto, Darlene Dias, Ricardo Moretti, Gabriel Tashima; PMSA: Rosana Denaldi, Margareth Uemura, Márcio Vale, Claudia Virgina Souza, Márcia Gesina, João Bosco, Nilza Oliveira, Aylton Affonso, Selma Scarambone; SEMASA: Sebastião Ney Vaz Jr., Izabel Maura Lavendowski, Alessandra Miranda Crespi, Marcos Araújo, Peter de Souza Teixeira, Francisco Leon de Oliveira, Kátia Okuma, Claudia Ferreira, Eriane Justo, Edilene Pereira, Carla Adriana Basseto, Valdeci Melo.
Identificação da área ou subárea (Tabela FAPESP)6.05.99.00-6 Planejamento Urbano e Regional

O trabalho discute a problemática da elaboração de diretrizes de uso e ocupação para regiões urbanas onde se verifica a sobreposição de áreas de interesse ambiental (ZEIA) e interesse social (ZEIS). Apresenta-se um caso na cidade de Santo André, fruto de um projeto de extensão envolvendo equipes da Prefeitura de Santo André, Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André e a Universidade Federal do ABC. O diagnóstico integrado visa a embasar processos de planejamento, gestão e tomada de decisão, envolvendo agentes do poder público e população. O produto final deste diagnóstico será um Plano de Ocupação. Este Plano deve considerar a realidade socioambiental, os conflitos existentes e as limitações na capacidade de ação pública, de forma a fazer propostas factíveis de ocupação, infraestrutura e gestão. Finalmente, são estabelecidas diretrizes e desafios relativos à construção de Planos de ocupação para microbacias urbanas.

This essay intends to discuss the elaboration of guidelines for occupation and use in urban regions where environmental interest areas (ZEIA) superimpose with social interest areas (ZEIS). A case is presented on Santo André city, as the result of an extension project integrating teams from Santo André Municipal Government, the Municipal Service of Environmental Sanitation of Santo André and the Federal University of the ABC. The integrated diagnostic intends to support planning, management and decision making processes. The final product made from the diagnostic will be a Territory Occupation Plan. This plan must consider the environmental and social reality, existing conflicts and limitations on the capacity of governmental actions, in order to make feasible propositions for territory occupation, infrastructure and management. Finally, guidelines and challenges related to the construction of Territory Occupation Plans for urban microbasins are established.

Palavras-chaves: *planejamento urbano, microbacia hidrográfica, habitação de interesse social, recuperação ambiental. (urban planning, hydrographic microbasin, social interest housing, environmental recovery.)*

1 Objetivos

O projeto apresentado é resultado das atividades que vêm sendo desenvolvidas no município de Santo André, resultado de parceria entre a Universidade Federal do ABC – UFABC, a Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação da Prefeitura de Santo André – SDUH/PSA, e o Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André – SEMASA. Esta parceria se dá no âmbito do PROEXT – Programa de Apoio à Extensão Universitária, do Ministério das Cidades, Ministério da Educação, com apoio da Fundação Nacional de Saúde – FUNASA.

Em fase de conclusão, o projeto objetiva contribuir com o debate sobre uso e ocupação do solo em áreas de sobreposição de *interesse social* e *interesse ambiental*. Parte-se da premissa de que, nestes casos, é necessário estabelecer diretrizes diferenciadas através de um plano de ocupação que considere aspectos relacionados ao planejamento, gestão e às intervenções urbanísticas e ambientais.

Foram estudadas duas áreas no município de Santo André. São áreas de cabeceiras de dois dos principais córregos do município – o Cassaquera e o Guarará – afluentes do Rio Tamanduateí, na Bacia do Alto Tietê. As áreas foram definidas no Plano Diretor Participativo como *Zonas Especiais de Interesse Ambiental – ZEIA* e apresentam sobreposições com *Zonas Especiais de Interesse Social – ZEIS*.

A temática da compatibilização dos instrumentos urbanísticos com os ambientais é da maior atualidade para o plane-

jamento e gestão territorial no país. Diversos autores tendem a concordar que ocorreu nos últimos anos um avanço significativo no arcabouço jurídico institucional tanto no tocante às políticas urbanas quanto às políticas ambientais. Estes avanços vão desde a entrada em vigor de novas leis e normas, mecanismos de gestão compartilhada e controle social, como conselhos, conferências e comitês em diferentes níveis federativos, até novos arranjos institucionais, como a criação e estruturação do Ministério das Cidades.

Contudo, apesar desses avanços setoriais e intersetoriais, nota-se que, do ponto de vista da ação prática, há uma quantidade considerável de lacunas a serem preenchidas, de intersecções não resolvidas e de ajustes relativos aos limites daquilo que pode ser considerado aceitável e não aceitável em termos de uso e ocupação do solo urbano *versus* preservação e conservação dos recursos ambientais.

Nesta perspectiva, este trabalho – que foi motivado por um projeto de extensão que procura integrar ensino com a produção de conhecimento, envolvendo agentes responsáveis pelo planejamento e gestão municipal do desenvolvimento urbano e habitacional e do saneamento ambiental – representa uma oportunidade importante de abordar a temática da interface deste conflito, explorando as possibilidades de articulação e construção de compatibilidades, a partir de problemáticas concretas na periferia da metrópole paulistana.

O projeto PROEXT tem como objetivo geral contribuir para a elaboração de Planos de Uso e Ocupação das *Zonas Especiais de Interesse Ambiental*, com sobreposição de *Zonas Especiais de Interesse Social* em Santo André. Possui como principais objetivos:

- elaborar diagnóstico sobre as áreas de estudo e, com base neste, de metodologia de abordagem integrada do território urbano no âmbito da gestão pública, considerando aspectos ambientais, urbanísticos e sociais;
- capacitar agentes sociais e lideranças para o processo de discussão pública sobre as políticas de gestão em *Zonas Especiais de Interesse Ambiental*;
- contribuir para qualificar o debate e o grau de conhecimento local e regional sobre a temática do uso e ocupação em áreas de interesse ambiental e social;
- sistematizar e refletir criticamente os resultados do trabalho contribuindo para a sua divulgação nos meios técnico, acadêmico e popular;
- envolver professores, pesquisadores e estudantes da UFABC no projeto de extensão.

Para atingir estes objetivos, foi elaborado um diagnóstico integrado físico, urbanístico e ambiental sobre as áreas de estudo, tendo a microbacia como unidade ambiental e entendendo a microbacia como cada uma das unidades territoriais que compõem as sub-bacias do município.

A idéia central é que o processo de produção de diagnóstico integrado envolvendo esses agentes permita a proposição de um plano de ocupação para as microbacias, com a identificação clara de diretrizes a serem adotadas nas diversas áreas. Processos de discussão e decisão devem levar à definição de medidas mitigadoras e compensatórias, na perspectiva da melhoria da qualidade das águas na região, considerando as demandas de interesse social. O estudo tem a perspectiva de orientar o processo de licenciamento urbanístico e ambiental, bem como a execução de intervenções nas áreas de interesse ambiental.

O próprio processo de elaboração do diagnóstico integrado mostrou-se também como um rico momento de capacitação de todos os agentes envolvidos no conhecimento do território e de sensibilização para os vários aspectos da problemática em questão. Ações desenvolvidas neste momento podem ser replicadas na elaboração do diagnóstico da área de cabeceira do córrego Itrapoã, também definido com *Zona Especial de Interesse Ambiental*, e certamente de outras áreas de interesse ambiental, com sobreposição de interesse social.

Foi prevista também no PROEXT a realização de ações de sensibilização e capacitação dos participantes de quatro Conselhos Municipais: Política Urbana; Orçamento Participativo; Habitação; Gestão e Saneamento Ambiental. A partir destas, tem-se a perspectiva de criação de uma cultura mais integrada de planejamento e gestão das áreas. As ações consistiram de:

- apresentação do projeto e das áreas de estudo nos Conselhos Municipais;
- criação de comissão composta de dois representantes de cada conselho para planejar as atividades seguintes (as atividades descritas a seguir foram definidas em conjunto com esta comissão);
- realização de oficina com todos os conselhos reunidos, de sensibilização e apresentação do diagnóstico;
- realização de visita nas áreas de estudo com conselheiros;
- realização de seminário nas duas áreas, para apresentação de diagnóstico e envolvimento da população local em propostas de ações locais e formas de gestão, com destaque para a melhoria da qualidade da água nos bairros.

As atividades descritas acima já foram realizadas, com exceção do seminário, em etapa de organização e desenvolvimento, previsto para dezembro deste ano. Está prevista a elaboração de duas publicações, uma de caráter técnico e outra destinada à população das áreas e lideranças, com os princípios gerais do projeto, o diagnóstico e propostas de ação local, também em elaboração e conclusão prevista para dezembro.

2 Proposta de desenvolvimento do projeto

As áreas de estudo sobre as quais o projeto se desenvolve estão situadas ao sul da área urbana do município de Santo André. O município, integrante da Região Metropolitana de São Paulo e da região do ABC, caracteriza-se pela intensa industrialização e crescimento econômico, principalmente entre as décadas de 1950 e 70, marcando o período de desenvolvimento urbano-industrial do país. É um município industrial, porém com inserção periférica na Região Metropolitana (ver Figura 1).

As áreas de estudo apresentam dinâmicas de expansão e crescimento populacional que só podem ser compreendidas plenamente dentro dos processos de expansão das periferias carentes da região: altas taxas de crescimento urbano com baixos padrões urbanísticos e habitacionais, e avanço sobre as áreas de preservação e proteção ambiental do cinturão verde da metrópole.

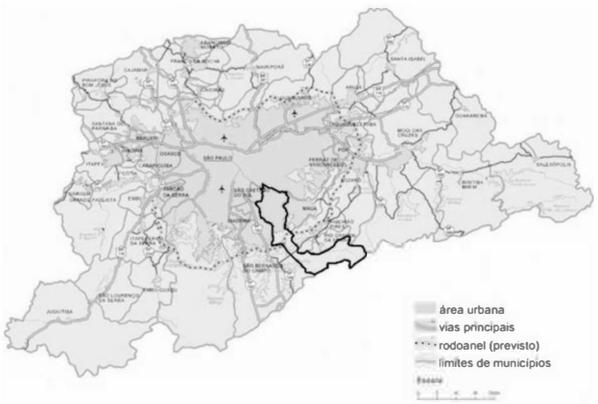


Fig. 1 *Município de Santo André na Região Metropolitana de São Paulo*

O município tem seu território dividido em duas áreas com características bastantes distintas: ao norte a Macrozona Urbana, e ao sul a Macrozona de Proteção Ambiental (ver figura 2). Esta divisão territorial é bem delimitada por barreiras físicas: no limite norte da área de proteção aos mananciais encontra-se o Parque do Pedroso, Unidade de Conservação. O município é ainda cortado pelo Braço da Represa Billings, e seu extremo sul é acessível apenas por rodovias intermunicipais.

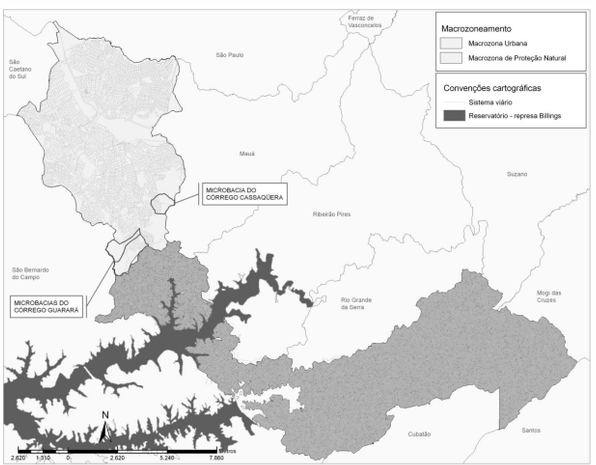


Fig. 2 *Divisão do município em Macrozonas com limite das áreas de estudo*

As duas áreas de estudo – Microbacias das cabeceiras do Cassaquera e do Guarará – estão situadas nas bordas da área urbana, em áreas que tiveram maior crescimento populacional na última década. São áreas do município que permaneceram vazias mesmo durante os períodos de maior crescimento populacional e urbano de Santo André, entre 1950 e 1970, em função das suas características físico-ambientais pouco propícias ao assentamento urbano.

Novos loteamentos, na maior parte irregulares, abertos nestas décadas ocuparam principalmente os fundos de vale e várzeas da região sul da área urbana, e permaneceram ainda vazias as áreas de encosta de maior declividade. Somente a partir da década de 1990 é que estas encostas passaram a ser ocupadas.

2.1 Diagnóstico integrado

O projeto teve como ponto de partida a elaboração de um diagnóstico integrado ambiental e urbanístico, considerando aspectos sociais relacionados à ocupação do território. O diagnóstico constou dos seguintes aspectos:

A. identificação da legislação urbanística e ambiental incidente sobre as áreas de estudo. Além dos aspectos formais da legislação, buscou-se identificar os interesses, motivações e princípios que levaram à sua formulação, para assim avançar na sua aplicação real, e conciliação possível diante da realidade social;

B. atualização de bases cartográficas e dados disponíveis sobre as áreas de estudo. Verificou-se que há uma fragmentação de dados, nos setores do poder público, e desatualização de bases oficiais, principalmente nas áreas de expansão urbana. Foi, portanto, uma etapa importante a reunião de dados sobre a área de estudo. A atualização das bases visou também a definir unidades de análise e como estas podem subsidiar a formulação e aplicação da legislação;

C. definição de unidades de diagnóstico, planejamento e gestão. Com base na atualização de dados, pode-se avançar na definição destas unidades, inclusive visando a subsidiar legislação específica para as áreas de sobreposição de ZEIA e ZEIS;

D. identificação da situação fundiária, da diversidade de situações e processos urbanos presentes, como loteamentos e conjuntos regulares, núcleos de ocupação irregular, com históricos e em estágios de regularização diferenciados, espaços e equipamentos públicos e áreas de expansão urbana.

E. realização de diagnósticos específicos nas áreas de estudo: geológico-geotécnico; fauna; flora; situação de uso e ocupação do solo das APPs;

F. realização de oficinas com conselheiros municipais, técnicos da SDUH/PSA e SEMASA, para complementação de diagnóstico e definição de diretrizes para áreas.

A. identificação da legislação urbanística e ambiental

O objeto de estudo deste projeto são duas áreas grafadas no Plano Diretor – PD (Lei nº 8.696 de 2004) como ZEIA – Zona Especial de Interesse Ambiental e ZEIS – Zona Especial de Interesse Social. A sobreposição não é total, como será visto a seguir, mas é um conflito que se faz presente no conjunto das microbacias estudadas.

A delimitação de ZEIA e ZEIS partiu de fundamentos ambientais e sociais, e análises do conjunto do município, considerando sua evolução histórica e projetando cenários futuros. O Plano Diretor de Santo André foi elaborado a partir de um processo participativo que envolveu todos os segmentos da sociedade civil em discussões públicas, debates, apresentação e sistematização de propostas entre 2002 e 2004.

O PD foi aprovado na Câmara Municipal em 2004, quando passa a vigorar como o principal instrumento da política urbana. A partir de então, vêm sendo realizadas ações pelo poder público visando à sua implementação, com envolvimento da população através dos Conselhos Municipais.

O projeto PROEXT contribui para uma etapa da implementação desta legislação, que envolve a regulamentação específica da ZEIA, assim como para orientar a aplicação da legislação diante das situações reais de conflito de interesses. Assim coube

identificar as particularidades desta legislação e dos interesses e direitos que envolve.

As ZEIS como instrumento da política habitacional

O Plano Diretor estabeleceu as seguintes categorias de Zonas Especiais de Interesse Social (ver figura 3):

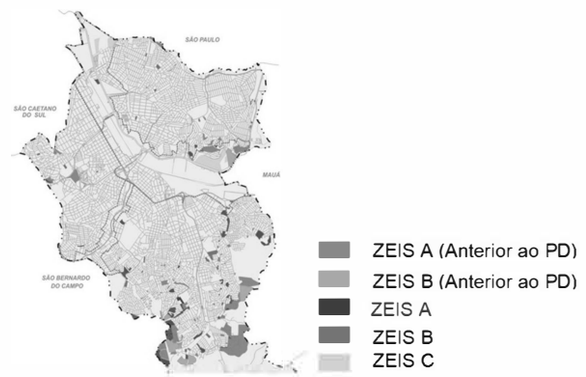


Fig. 3 *Zonas Especiais de Interesse Social*

ZEIS A: áreas ocupadas por assentamentos de população de baixa renda na Macrozona Urbana que deverão passar por regularização fundiária;

ZEIS B: áreas vazias ou subutilizadas na Macrozona Urbana, destinadas à implantação de programas habitacionais de interesse social;

ZEIS C: áreas vazias ou subutilizadas na área do Projeto Eixo Tamanduateí, destinadas à produção de HIS e HMP;

ZEIS D: núcleos residenciais de baixa renda na Macrozona de Proteção Ambiental, que deverão passar por regularização fundiária, urbanística e ambiental.

As áreas de ZEIS B e C são, portanto, vazios na área urbana destinados à provisão habitacional. Com base nestas ZEIS, o Plano Municipal de Habitação – PMH (2006) apresentou um diagnóstico da situação habitacional na cidade, identificando as áreas destinadas à produção habitacional, e definiu meios para atender ao direito à moradia da população, considerando as faixas de renda de maior concentração do déficit habitacional. Mesmo considerando que grande parte das favelas será urbanizada e as remoções serão mínimas nas áreas de risco e beiras de córregos, o déficit habitacional do município ainda é bastante alto:

Déficit Habitacional: 24.316 UH's:
Prioridade 1: Famílias com renda até 3 s.m. e/ou moradores de assentamentos precários: 20.012 UH's
Prioridade 2: Famílias com renda entre 3 s.m. e 6 s.m.: 2.125 UH's
Total do déficit para o atendimento prioritário (1 + 2): 22.137 UH's

Para atender a esta carência, o PMH identifica um Banco de Terras, composto por estas ZEIS (áreas particulares) e áreas públicas destinadas para tal:

áreas públicas: 204.380 m^2 = 2.720 UHs
áreas particulares: 634.120 m^2 = 7.770 UHs
Total: 838.500 m^2 para 10.490 UHs

Por este cálculo, faltam no município 676.900 m^2, ou seja, dispõe-se apenas de cerca de 40% do necessário. Essas terras possuem ainda restrições ambientais à ocupação urbana (APPs, altas declividades), sendo este um dos motivos por terem sido mantidas vazias até hoje. Está clara a necessidade de pensar em conjunto propostas de promoção habitacional revendo parâmetros urbanísticos e formas de aplicação da legislação ambiental, que venham a contribuir com a provisão habitacional e a proteção dos recursos naturais.

As ZEIA



Fig. 4 *ZEIA*

As Zonas Especiais de Interesse Ambiental subdividem-se em cinco categorias básicas (Art. 68 do PD) (ver Figura 4):

ZEIA A: áreas verdes públicas e unidades de conservação na macrozona urbana.

ZEIA B: áreas das nascentes dos córregos Guarará, Cassaquera e Itrapõa.

ZEIA C: áreas públicas ou privadas em situação de degradação ambiental, que devem ser recuperadas (especificamente, trata-se do aterro sanitário de Santo André).

ZEIA D: áreas privadas, com vegetação significativa preservada, situadas na macrozona de proteção ambiental (concretamente, trata-se de duas grandes glebas conhecidas como "Waisberg" e "Três Divisas").

ZEIA E: área situada na macrozona de proteção ambiental ocupada por depósito de cal, onde deve ser garantida a recuperação do passivo ambiental (trata-se de uma área dentro do complexo industrial da Solvay).

Estas definições permitem identificar algumas características das ZEIA, em especial da ZEIA B, objeto deste estudo. Primeiramente, nem todas as Zonas Especiais de Interesse Ambiental representam um "ativo ambiental", isto é, um espaço de características naturais relevantes a ser protegido. Algumas categorias (C, E) são definidas como de Interesse Ambiental pela sua condição de passivo ambiental a ser sanado e monitorado.

Os limites de todas as categorias de ZEIA são claros e coincidem com limites de terrenos que se referenciam a registros do cadastro urbanístico da PSA. Excetua-se a categoria ZEIA B. Esta categoria, ao ser caracterizada como a área das nascentes dos córregos Guarará, Cassaquera e Itrapoã,

foi definida segundo uma curva de nível que corresponde às faixas de APP de topo de morro, mais uma cota preliminar de preservação[1], definida na cota 810.

Esta característica resulta numa peculiaridade: a difícil aplicabilidade prática de qualquer restrição ou critério relacionado com a ZEIA B. Ao ser uma linha que não obedece à lógica do parcelamento do solo, muitas propriedades ficavam parcialmente dentro da área de ZEIA B, dificultando o critério de aplicação. (Onde incidiria efetivamente uma recomendação ou restrição associada à condição de ZEIA B?)

Outra peculiaridade, com relação às outras áreas de interesse ambiental, é a heterogeneidade de situações de uso e ocupação do solo dentro do perímetro da ZEIA B, o que dificulta a definição de parâmetros para a proteção ou recuperação ambiental e urbanísticos únicos.

Desse modo, um dos objetivos do projeto foi também de subsidiar a elaboração de legislação específica, considerando estas peculiaridades da ZEIA B.

A sobreposição de ZEIS e ZEIA:

A questão central do projeto PROEXT surge a partir da sobreposição de ZEIS A e B, e ZEIA B no mesmo território. As ZEIS são uma ferramenta de legislação que flexibiliza uma série de critérios urbanísticos (largura de vias, acesso a casas com vielas exclusivamente para pedestres ou escadarias, gabaritos ou coeficientes de ocupação, etc), de modo a viabilizar a regularização de núcleos precários (ZEIS-A) e incentivar a produção para o mercado de habitação de interesse social – HIS em glebas vazias na área urbana (ZEIS-B). Por sua vez, uma legislação de ZEIA, por ser uma ferramenta jurídica para a proteção do meio ambiente, tenderia em primeira instância a estabelecer restrições sobre o uso e ocupação do solo (ver Figura 5).

Mas o que fazer nos casos em que direitos absolutamente legítimos, apoiados e consolidados em arcabouços conceituais e jurídicos, se tornam antagônicos?



Fig. 5 *Sobreposição ZEIA – ZEIS*

Este antagonismo tem origem em abordagens tradicionais que tendem a buscar soluções no âmbito setorial, sem uma visão integrada da realidade. Deste modo, faz-se necessária a busca de soluções e processos de tomada de decisões que visem a compatibilizá-los, dentro de uma visão integrada e considerando as limitações que as situações concretas colocam.

Em termos gerais nossa avaliação é que a deterioração ambiental não ocorre por falta de legislação restritiva. De fato, existe uma vasta legislação, nos três níveis da União, tratando o assunto.

Por outro lado, os processos de crescimento urbano desta área de periferia da Região Metropolitana geram uma pressão pela abertura de novas ocupações irregulares, e adensamento das existentes, que sem controle do Estado comprometem cada vez mais os recursos naturais. As ZEIS são propostas no sentido de viabilizar uma política habitacional que garanta que novas áreas de HIS sejam urbanizadas e integradas à cidade. As formas de provisão habitacional tradicionais, no entanto, tendem a ver a legislação ambiental apenas como obstáculos, que impedem a regularização fundiária e o maior aproveitamento das glebas para produção de unidades habitacionais.

Portanto, o objetivo do presente trabalho é identificar os impasses e, a partir de uma análise concreta da realidade, reorientar a questão, tirando-a da dualidade "ocupar-não ocupar" e substituindo esta pergunta por outra, muito mais promissora: como ocupar o território? Como ocupar, para dar resposta a uma legítima necessidade de habitação sem prejudicar o não menos legítimo direito a um ambiente saudável.

B) atualização de bases cartográficas e dados disponíveis

Por se tratar de uma região de ocupação recente, na periferia da área urbana, a ocupação se caracteriza pela presença de loteamentos irregulares, núcleos de favela e mesmo conjuntos habitacionais e loteamentos regulares recém-aprovados que não constam ainda na base cadastral informatizada da prefeitura. A base apresenta também distorções nos limites das glebas, mais acentuadas nesses setores do município.

Uma etapa fundamental do projeto foi, portanto, reunir as informações em uma base georreferenciada, que permitisse confrontar com clareza: os limites das glebas e áreas ocupadas; os limites definidos pela legislação ambiental como APPs de topo de morro, nascentes, cota da ZEIA B; características do território, como limites de microbacias, áreas de declividade mais acentuada, entre outras.

Caracterização físico-ambiental do território

A área de estudo é formada por três sub-bacias hidrográficas, que são a sub-bacia do Itrapoã[2], do Cassaquera e do Guarará, de leste para oeste, respectivamente. Em termos de relevo, a sub-bacia do córrego Guarará é uma extensa planície que se desenvolve no sentido sul-norte, que começa praticamente no limite norte do Parque Natural do Pedroso e continua até a foz no rio Tamanduateí. O córrego Guarará é alimentado por

[1] A delimitação preliminar seguida como critério pelo Plano Diretor teve duas preocupações principais, garantir as APPs de topo de morro e as principais áreas de vegetação e nascentes no setor. O raio de 500 metros indicado na figura mostra que a avaliação de alturas (máxima e mínima) é feita a cada 1.000 metros em caso de FROA que formem um conjunto de morros. Isto será detalhado mais extensamente na análise de topo de morro do presente trabalho.

[2] Na sua vertente esquerda, uma vez que a porção direita da sub-bacia faz parte do território de Mauá.

uma série de tributários, que nascem tanto na sua margem direita quanto na sua margem esquerda.

Esses corpos tributários nascem aos pés de morros que formam a divisa com os municípios de São Bernardo do Campo (no lado Oeste) e Mauá (no lado Leste).

A morfologia dos morros delimita uma estrutura em "espinha de peixe", com o Guarará ao centro e seus tributários ao leste e oeste. Na **Figura 6** podemos ver a sobreposição de APP de topo de morro, corpos d'água e microbacias. O vale menor do córrego Cassaquera também é visível, bem como a parte esquerda do vale do Itrapoã.

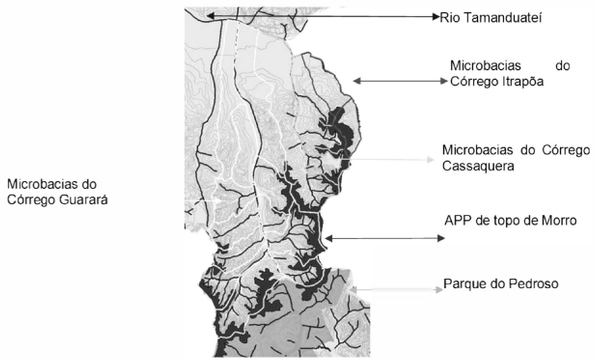


Fig. 6 *Microbacias, APP de topo de morro e Hidrografia*

Esta estrutura forma um conjunto de espaços com duas características básicas: áreas de alta declividade nas áreas de fronteira com São Bernardo do Campo e Mauá, e áreas de baixa declividade nos vales dos córregos.

Identificação das glebas, limites de loteamentos e conjuntos habitacionais

- Microbacias das cabeceiras do Guarará: caracterizam-se por combinar áreas extremamente degradadas em termos ambientais, e outras com padrões de ocupação e uso de menor impacto, que permitem que muitos recursos naturais, em especial vegetação e recursos hídricos, encontrem-se em condições significativamente melhores (ver Figura 7).

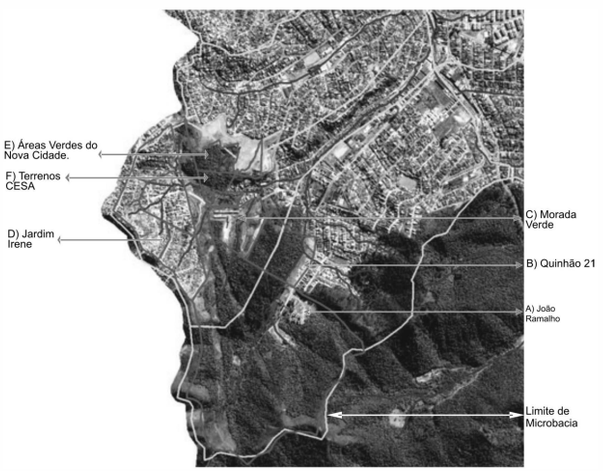


Fig. 7 *Glebas nas 2 Microbacias do Guarará*

- Microbacias das cabeceiras do Cassaquera: compostas por três grandes glebas: o núcleo Vista Alegre (ocupação irregular), um terreno livre que pertence a uma empresa denominada Santi Empreendimentos, e uma vasta área que pertence à Construtora Pereira. Completa o mosaico um pequeno núcleo de favela denominado Gregório de Matos (ver Figura 8).

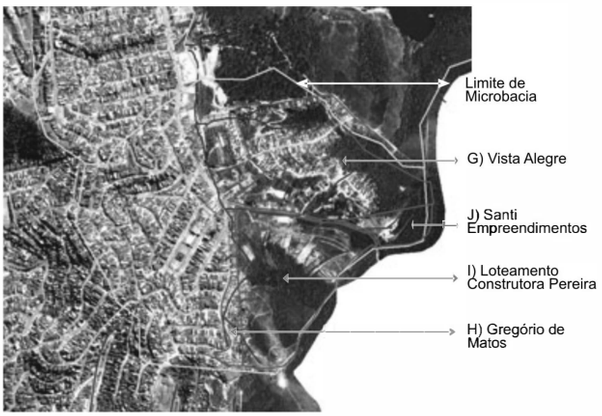


Fig. 8 *Glebas na Microbacia do Cassaquera*

C. definição de unidades de diagnóstico, planejamento e gestão

Desta leitura pretendemos avançar na definição de novos critérios de delimitação da ZEIA B que, por um lado, permitisse agilidade e clareza na aplicação administrativa de normas ou restrições relacionadas à categoria e que, por outro, tivesse lógica desde o ponto de vista ambiental. E com base neste critério, que combina portanto essas duas lógicas, propusemos a delimitação do que denominamos preliminarmente de "Mosaico de Microbacia".

Inicialmente delimitamos um conjunto de terrenos cuja superfície corresponde, aproximadamente, com o limite previamente definido para a ZEIA B a partir de uma curva de nível, para estudo mais detalhado no projeto, que deverá determinar o novo limite da ZEIA B. Em um segundo momento, delimitamos as microbacias que contêm esses terrenos. As microbacias são as unidades espaciais que compõem cada sub-bacia e que definem as áreas de contribuição de drenagem de cada um dos corpos d'água tributários, ou parte destes, desde a nascente até a sua foz.

As microbacias definem a lógica ambiental do conjunto. Foi uma premissa do projeto trabalhar com as microbacias, tendo em conta que parâmetros normativos específicos e intervenções a serem propostas devem sempre considerar esta unidade ambiental e suas características em termos de vegetação, recursos hídricos, ocupação urbana, entre outras.

Esta forma de delimitação apresenta uma série das vantagens:

a) Uma clara delimitação do território sobre o qual as recomendações e diretrizes da ZEIA B irão ser aplicadas.

b) Um consistente e lógico contexto no qual considerar as intervenções ambientais, urbanísticas e de saneamento: a microbacia.

c) O suporte de uma estrutura jurídica já existente: o Código Florestal e a Resolução CONAMA 369.[3]

d) A segmentação da problemática em etapas que, mantendo uma lógica de sentido ambiental, são viáveis para as escalas de intervenção do poder público. Exemplificando: seria possível concentrar esforços em uma microbacia e recuperar (ou proteger) gradualmente os corpos d'água, desde as nascentes até a sua foz, por trechos determinados, conforme a disponibilidade de recursos.

D. identificação da situação fundiária

A região do município na qual se inserem as áreas de estudo é, como já foi referido, de ocupação e urbanização recentes, com situações fundiárias diversas e com diversos tipos de irregularidades.

Foi traçado o histórico de ocupação da região e realizado um levantamento da situação fundiária de cada gleba que compõe as áreas de estudo.

Histórico de Ocupação da Região

Os primeiros loteamentos datam de fim da década de 1930, mas somente a partir da década de 1970 há uma consolidação da ocupação urbana.

Na região das nascentes do Guarará, o primeiro loteamento, Vila Luzita, data de 1938, onde está hoje o principal centro de bairro. Na década de 1950 foram implantados novos loteamentos nos bairros Guarará e Aclimação, mas apenas na década de 1970 a ocupação urbana se consolida e são realizados os primeiros investimentos em infraestrutura na região. Nesta década foi registrada a presença de núcleos de favelas.

Até o início da década de 1990, além dos bairros citados acima, a ocupação urbana limita-se ao Sítio dos Vianas, que começou como uma ocupação irregular, e à área do Jd. Irene (loteamento Jd. Irene, que não se confunde com o Complexo do Jd. Irene, descrito abaixo) e Vila João Ramalho – estes dois eram loteamentos abertos nas décadas de 50/60, que passaram a ter ocupação urbana nas últimas duas décadas do século XX, momento em que a densidade média chega a 190 hab/ha no Jd. Guarará, por exemplo, e 135 hab/ha no centro de bairro de Vila Luzita (área comercial).

O *Centro de Bairro de Vila Luzita* hoje caracteriza-se por ser um corredor comercial de grande importância na região, por estar situado nas principais vias de ligação do sul da área urbana com a área central, e pela presença do Terminal de Ônibus Urbano. Nos últimos 15 anos é que houve maior crescimento e adensamento da região, com destaque para a ocupação do Complexo do Jardim Irene e do núcleo Cata Preta.

A região das nascentes do Cassaquera apresenta características gerais de ocupação semelhantes à região do Guarará. As áreas mais propícias à ocupação urbana foram loteadas a partir da década de 1940 e adensadas na década de 1970, década de expressivo crescimento populacional do município.

A ocupação tem como principal via de entrada a Av. Valentim Magalhães, via de fundo de vale. As áreas de declividades mais acentuadas e menos adequadas ao loteamento permaneceram vazias até recentemente.

Caracterização da ocupação e situação fundiária das glebas

- **Microbacias da cabeceira do Guarará** (ver Figura 7)

Estas microbacias caracterizam-se por combinar áreas extremamente degradadas em termos ambientais a outras com padrões de ocupação e uso de menor impacto, que permitem que muitos recursos naturais, em especial vegetação e recursos hídricos, encontrem-se bastante preservados.

Na região, foram iniciados loteamentos de população de baixa renda organizada em associações de moradores, voltadas para a aquisição de glebas, implantação de loteamentos e divisão de lotes para autoconstrução. Essas associações foram inicialmente ligadas a uma grande associação, criada por volta de 1992: ***Associação de Construção Comunitária de Santo André***. A associação tinha como finalidade adquirir glebas no município, elaborar projetos dos loteamentos e realizar sua implantação, a partir da cobrança de mensalidade dos associados. Algumas das áreas adquiridas foram as glebas do ***Quinhão 21*** e do ***João Ramalho***. As lideranças desta associação, no entanto, não finalizaram a compra das glebas. Os associados passaram então a se organizar em novas associações, voltados a efetivar a compra das áreas e promover sua moradia, dando origem a outras associações, como a Sociedade Participativa do Quinhão 21 do Sítio dos Vianas e Associação dos Adquirentes da Gleba João Ramalho. Estas promoveram uma ocupação planejada, visando a garantir a moradia aos associados e considerando a importância da regularização fundiária e urbanística.

O ***Conjunto João Ramalho*** ocupa uma área de aproximadamente 76 ha, sendo 57% do mosaico de terrenos. É composto por edifícios de cinco pavimentos que ocupam apenas 0,38% do total da área da gleba, mantendo o restante, incluindo área de mata e quatro nascentes preservadas. Apresenta grande importância ambiental e compõe uma extensa área verde no sul do município, integrada ao Parque do Pedroso, Unidade de Conservação de Proteção Integral[4], e limite entre a Macrozona Urbana da cidade e a Macrozona de Proteção de Mananciais.

O ***Quinhão 21*** é um loteamento urbanizado e em processo de regularização, com pedido de dação em pagamento de parte da gleba (75%) para quitação de dívidas de IPTU. A área proposta para dação seria destinada à preservação de mata e topo de morro integrante do Maciço do Bonilha, importante patrimônio geológico e de vegetação do município. A gleba representa 19% da área do mosaico de terrenos, e apenas 18% da sua superfície é ocupada pelo loteamento destinado à população de baixa renda, situado na margem direita de um córrego que divide a gleba em duas partes. A ocupação respeitou uma faixa *non aedificandi* de 15 metros. A área de preservação está concentrada na margem esquerda do córrego

[3] O suporte jurídico aos processos de compatibilização das necessidades ambientais e sociais através da Resolução CONAMA 369, especialmente o conceito de regularização urbana fundiária sustentável, será desenvolvido posteriormente, ao se elaborar as propostas e recomendações de intervenção nas áreas de análise.

[4] Conforme o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) – Lei 9.985/2000.

e a área verde é adjacente à área de preservação do Conjunto João Ramalho.

O ***Morada Verde*** é um loteamento com projeto aprovado e parcialmente implantado, que a partir de 2002 passou por reformulação de projeto em função de novas exigências ambientais. O condomínio Morada Verde tem área de 71 ha e apenas 6% estão ocupados por moradias com dois andares. O projeto final prevê a implantação de 24 novos prédios, com significativo aumento da densidade populacional. Com esta ocupação, ainda manteriam preservados cerca de 29 ha com cobertura arbórea significativa, incluindo-se uma faixa *non aedificandi* de 30 metros a cada lado do córrego. Esta superfície, além de considerável, apresenta um alto valor como potencial elo para a conexão de massas de vegetação com o Parque do Pedroso e a área preservada do Conjunto João Ramalho.

O ***Complexo Jardim Irene***, que recentemente recebeu o nome de ***Bairro Jardim dos Ciprestes***, é uma grande ocupação irregular, com diversos estágios de ocupação e consolidação, incluindo áreas de risco e de intensa degradação ambiental. A situação fundiária é também problemática. Parte do complexo é formada por uma gleba adquirida por uma associação de moradores; parte foi adquirida pela prefeitura por meio de processo de dação em pagamento para quitação de dívida de IPTU; e parte teve sua propriedade identificada apenas recentemente: pertence à prefeitura de São Bernardo do Campo. São as áreas menos consolidadas e com maior precariedade urbana e habitacional.

Visando à sua regularização urbanística e fundiária, e à enfrentar o problema social que o conjunto irregular representa, a prefeitura contratou projeto de urbanização integral para o Complexo do Jardim Irene através do programa federal PAT-PROSANEAR. O projeto foi concluído e está em fase de revisão e implantação da urbanização integral com recursos do PAC. Hoje abriga cerca de 1.500 famílias, algumas das quais em área de risco e que serão removidas para novos conjuntos habitacionais de promoção pública.

É uma área importante por ser cabeceira de vários córregos que estão hoje severamente deteriorados. Em poucos anos a situação evolui de uma área com solo permeável e massas de vegetação até o estado atual, onde a população ocupou e construiu combinando um padrão de ocupação inadequado com as altas declividades do terreno. A remoção da camada vegetal e a ausência de infraestrutura que potencializa a erosão pelo vertido *in natura* de esgoto e o escoamento superficial de águas pluviais, bem como o acúmulo de lixo nas encostas, configuram áreas de risco e instabilidade geológica.

Apesar deste padrão de ocupação, alguns aspectos positivos podem ser identificados. O projeto de urbanização integral contempla a recuperação de dois dos corpos d'água que nascem na área, preservando faixas *non aedificandi* de 15 m de APP. Estão previstas também a remoção das famílias moradoras das áreas de risco geológico grave e a recuperação destas áreas.[5]

O ***Loteamento Nova Cidade*** é regular, destinado à população de baixa renda, em área de AEIS B, que passou a ser ZEIS B no PD. Está em implantação, com alguns lotes já ocupados. O projeto garante a preservação de duas nascentes e área verde. A sua implantação, no entanto, tem causado processos de assoreamento de córregos, e problemas na execução de aterros têm gerado áreas de risco aos novos lotes implantados.

Dois terrenos na beira do córrego Magini, tributários do Guarará, foram desapropriados para a implantação de um ***CESA – Centro Educacional de Santo André***. O CESA já estava previsto no projeto de urbanização integral do Complexo do Jd. Irene, respondendo inclusive à demanda do Orçamento Participativo. O projeto está em fase de elaboração e já incorporou diretrizes ambientais. O grande valor desta área é seu potencial como articulador de sistemas ambientais e construídos, uma vez que ele pode servir de nexo das massas de vegetação no sentido norte-sul, e dos corpos d'água no sentido leste-oeste, contribuindo inclusive para a normalização de problemas recorrentes de alagamentos a jusante, através da implantação de uma piscina de retenção. O projeto considera estas especificidades e potencialidades ambientais, e prevê a valorização da paisagem, assim como a compatibilização de usos urbanos com a preservação da mata e cursos d'água.

- **Microbacia da cabeceira do Cassaquera** (ver Figura 8)

Esta microbacia é marcada pela presença do ***Núcleo Vista Alegre***, ocupação irregular com cerca de 256 casas e 270 barracos, ocupando 20 ha. A área começou a ser adquirida pela associação de moradores, mas que não concluiu a aquisição. Há conflitos de lideranças e mais de uma associação, o que vem dificultando a resolução do conflito. Os moradores chegaram a contratar elaboração de projeto de regularização fundiária, mas ainda não foi apresentado à prefeitura. Apresenta importância ambiental pelas importantes áreas verdes (6 ha), sendo que a porção Oeste dessas áreas verdes está conectada com o terreno da Santi Empreendimentos e com o Parque Guaraciaba, constituindo um potencial corredor de fauna, inclusive conectado ao corredor verde do Parque do Pedroso por área de vegetação preservada no município vizinho de Mauá. O ***terreno da Santi Empreendimentos*** está em processo de dação em pagamento, que deve passar para o município, com finalidade de proteção ambiental, uma área de mata de 15 ha, em estágio avançado de regeneração (no restante da gleba, o proprietário pretende empreender um conjunto habitacional).

O ***Loteamento da Construtora Pereira***, Jardim do Mirante, tem projeto aprovado e em fase de terraplenagem; é um empreendimento de produção de lotes para famílias de baixa renda. A área foi inicialmente demarcada como AEIS B e passou a ser ZEIS B no Plano Diretor. Com superfície de 17,3 ha, quando implantada terá 869 lotes. No projeto foi preservada a faixa de APP de nascente e beira de córrego de um dos afluentes do Cassaquera. Adjacente a esse loteamento, está o ***Núcleo de Favela Gregório de Matos***, com 18,5 ha. Este começou a ser ocupado em 1969, com 189 moradias. A favela é consolidada, tem projeto de urbanização em implantação.

[5] Essas áreas de risco geológico grave estão hoje menos ocupadas do que no momento do início dos trabalhos do PAT Prosanear. No transcurso dos trabalhos, em janeiro de 2005, uma série de deslizamentos destruiu perto de 80 casas. O evento não teve vítimas. Essas áreas foram interditadas pela Defesa Civil.

A ocupação deu-se sobre uma área de nascente de um dos afluentes do córrego Cassaquera.

E) realização de diagnósticos específicos

Foram também realizados diagnósticos ambientais específicos, orientados para a definição de diretrizes de intervenção. O diagnóstico **Geológico-geotécnico**, em fase de conclusão, está permitindo identificar situações de alto risco, identificar áreas mais propícias ao assentamento humano e áreas que demandam ações de recuperação ambiental.

O diagnóstico de **Fauna e Flora** deverá resultar em um retrato do grau de preservação, regeneração ou degradação da vegetação e a diversidade de espécies animais de maior porte, identificando corredores verdes. Este diagnóstico tem demonstrado a importância de garantir a existência desses corredores e áreas de preservação de acesso mais restrito, assim como definir áreas que podem ser mais adequadas para uso urbano, como áreas de parques e praças.

O diagnóstico da **Situação de uso e ocupação do solo das APPs** resultará em um quadro que permita visualizar áreas com maior ou menor grau de intervenção e degradação, assim como aquelas com grande potencial de recuperação ou que demandem maiores recursos para tal. Deverá permitir a definição de prioridades através de critérios como facilidade de recuperação, urgência ou importância do trecho no contexto da microbacia.

F. realização de oficinas com conselheiros municipais e técnicos da SDUH/PSA e SEMASA

As oficinas realizadas com conselheiros municipais e a *Charrete*, com técnicos das três instituições envolvidas no projeto, além de subsidiar a elaboração do diagnóstico, contribuíram para a definição de diretrizes, de critérios de priorização de ações e propostas de uso e ocupação (conforme descrito abaixo).

2.2 Definição de diretrizes e elaboração de plano de ocupação

A definição das diretrizes norteadoras de um Plano de Ocupação para as áreas de sobreposição de ZEIA e ZEIS, para garantir sua adequação à realidade social e aplicabilidade diante das limitações e potencialidades da gestão pública, deve partir de processos integrados e participativos de planejamento. Assim, o diagnóstico elaborado foi base para a realização de oficinas com os conselheiros municipais, técnicos e gestores da administração municipal.

As atividades com os conselheiros municipais constaram de:

- apresentação do projeto PROEXT: com objetivo de apresentar a problemática da sobreposição de áreas de interesse social e interesse ambiental, o projeto foi apresentado nos quatro Conselhos Municipais; escolha de dois representantes por Conselho, a fim de compor comissão para organizar atividades com conselheiros relacionadas ao projeto;
- definição de agenda de atividades com conselheiros municipais – definida em conjunto com a comissão composta pelos conselheiros: oficina com conselheiros; visita de campo às áreas de estudo; oficina nos bairros; seminário de apresentação de resultados;
- oficina com conselheiros municipais: apresentação da Gestão das Águas Urbanas (Prof. Dr. Ricardo Moretti, UFABC); breve apresentação da situação das áreas de estudo, a partir do diagnóstico; debate em grupos com o tema Como melhorar a qualidade urbana e ambiental das áreas; apresentação das propostas por grupo de trabalho;
- visita de campo à área de estudo: o roteiro definido seguiu um corpo d'água de um ponto já bastante poluído até sua nascente, em área de mata preservada. No percurso foram coletadas amostras para medição da qualidade da água em três pontos, no de maior poluição, em um ponto intermediário e na nascente. A medição foi realizada utilizando um kit de educação ambiental, que permitia visualizar resultados na hora, e com coleta de amostras para análise em laboratório. Os conselheiros e técnicos presentes acompanharam as coletas e análises, e, ao final, registraram suas impressões sobre a visita.
- apresentação nos Conselhos dos resultados da visita e das amostras;
- realização de atividades nos bairros: está prevista a realização de uma atividade em dezembro, na Microbacia do Guarará, onde foi realizada a visita de campo, visando à implantação de uma área de lazer para a população em APP, com o plantio de espécies próprias para a recuperação ambiental, junto a atividades lúdicas e de educação ambiental.

Para a definição das diretrizes e propostas para o Plano de Ocupação, foi realizada uma oficina com técnicos da SDUH e do SEMASA, no formato de *Charrete*. A *Charrete* é um formato de oficina de projeto baseada em experiência canadense; os participantes em grupos recebem informações sobre uma área de estudo e um desafio projetual, a desenvolver em conjunto, em um curto período de tempo pré-estabelecido (no caso, em um dia).

A *Charrete* reuniu técnicos que já conheciam as áreas de estudo, mas a partir de uma visão setorial pela atividade que exercem no poder público e, em geral, com uma visão parcial do território, delimitada a partir das glebas ou propriedades, unidades de análise e aprovação de projetos, e sem a visão da região na qual se inserem.

Foram reunidos técnicos e gestores das áreas de planejamento e licenciamento ambiental, planejamento e licenciamento urbanístico, controle urbano e fiscalização, gestão ambiental; educação ambiental; e professores e estudantes da UFABC.

Os participantes, cerca de 30 pessoas, foram divididos em quatro grupos, dois deles para analisar e propor ações para cada uma das áreas de estudo – cabeceiras do Guarará e cabeceiras do Cassaquera. O período da manhã foi destinado à elaboração de um mapa-síntese de diagnóstico, a partir de informações fornecidas e do conhecimento prévio que tinham das áreas, e a parte da tarde, destinada à elaboração de um plano de ocupação para a área, com definição de prioridades.

Ao final do dia, os grupos apresentaram suas propostas para debate. O resultado mostrou-se bastante rico, com propostas relacionadas ao uso e ocupação da área, propostas de ações prioritárias, proposta de aplicação e mesmo revisão de legislação, e para o planejamento e gestão ambiental e urbana.

Os resultados da *Charrete* estão sendo sistematizados para alimentar a elaboração do Plano de Ocupação.

Principais desafios e diretrizes levantados a partir do diagnóstico

Considerando o diagnóstico realizado nas etapas descritas acima das áreas de estudo, elencamos as diretrizes a seguir nos planos de ocupação para áreas com sobreposição de interesse social e ambiental, bem como os desafios a enfrentar para atingir os objetivos de garantir a melhoria da qualidade ambiental das microbacias, com recuperação dos cursos d'água e fundos de vale, nascentes, topos de morro e áreas vegetadas, e ao mesmo tempo a urbanização com habitação de interesse social. Consideramos uma diretriz todas aquelas ações que podem ser contempladas diretamente nos planos de ocupação de cada microbacia, e desafios, aquelas questões que extrapolam os limites locais e municipais e que, portanto, não podem ser enfrentadas unicamente com ações locais.

Diretrizes

- **A microbacia como unidade de planejamento, intervenção e gestão**: a recuperação das APPs de cabeceiras e fundos de vale deve ter como unidade de análise a microbacia, garantindo assim que possam ser monitorados os resultados das ações realizadas. Na microbacia, devem ser considerados os limites urbanísticos: situação fundiária e uso e ocupação do solo, considerando ações e instrumentos adequados para as situações específicas. A microbacia também define uma escala de priorização e ação que permite resultados visíveis em prazos relativamente curtos.

- **Integração de áreas verdes, vistas como "residuais" na cidade**: incorporar na cidade efetivamente áreas verdes de loteamentos, áreas remanescentes, áreas *non aedificandi*, faixas de servidão (rede elétrica), entre outras, que compõem um conjunto de áreas verdes. Estas, vistas em conjunto na microbacia e no bairro, apresentam grande potencial ambiental e de melhoria da qualidade de vida urbana da população. Nos contextos estudados, de periferia urbana com elevado grau de consolidação, são raras as áreas preservadas, e ações de melhoria da qualidade ambiental passam pela reestruturação do tecido urbano, incorporando as áreas verdes de modo positivo à vida urbana.

- **Integração de áreas privadas no sistema de áreas verdes**: grandes áreas de vegetação preservada e nascentes, com potencial de lazer e educação ambiental – de contato da população com áreas preservadas das nascentes dos principais córregos urbanos – estão em propriedades privadas, o que demanda instrumentos que possibilitem uso público com infraestrutura adequada para tal.

- **Intervenções de saneamento básico são fundamentais**: a integração das áreas de APPs à cidade, como áreas de lazer e contato da população com recursos naturais, demanda necessariamente ações de coleta e tratamento de esgoto (garantindo a qualidade da água nos rios urbanos), e acesso à rede de água potável.

- **Inovação no tratamento das águas pluviais**: substituir tratamentos tradicionais, modificando a cultura arraigada mesmo entre técnicos governamentais e população, de coletar e conduzir as águas pluviais, por uma visão mais integrada dos fluxos hídricos, privilegiando ações que visem a garantir áreas permeáveis, a percolação, a recarga de aquíferos, bem como desaceleração e retenção das vazões de pico.

- **Gestão da qualidade da água**: a qualidade da água pode ser um indicador muito eficiente para o monitoramento da eficácia das ações de saneamento e urbanização, melhor que vários indicadores usados hoje, como, por exemplo, a porcentagem de esgoto coletado ou tratado. Ferramentas simples também podem permitir que este controle da qualidade da água seja feito de forma participativa, envolvendo as comunidades locais.

- **Aplicação da resolução CONAMA 369 considerando o Plano da Microbacia**: a aplicação da legislação voltada para a preservação das APPs define faixas de preservação rígidas como um parâmetro geral, sem considerar realidades locais. A resolução 369 flexibiliza sua aplicação em casos de interesse social[6], porém a interpretação da sua forma de aplicação ainda não está clara entre técnicos da área ambiental e urbana. A elaboração de planos de microbacia, especificando as áreas que têm valor ambiental e interesse social prioritário, bem como as características gerais e a localização das medidas de compensação, pode ser um caminho para superar o atual impasse.

- **Intervenções devem considerar grau de consolidação e potencial ambiental**: definir, a partir do plano de uso e ocupação da microbacia, áreas que devem ter intervenções/remoções independentemente da consolidação. Há casos de áreas pouco ocupadas ou livres que podem ser mais propícias à urbanização (por exemplo, área da *Santi Empreendimentos*). Por outro lado, áreas com maior grau de ocupação podem ter grande potencial para a recuperação ambiental (por exemplo, APPs no Jardim Irene). Deve-se levar em conta a viabilidade da relação custo-benefício em cada caso, considerando o cenário da microbacia.

- **Desenvolver parâmetros urbanísticos e soluções projetuais adequadas para HIS:** a produção de HIS baseia-se em uma série de conceitos, como a produção serial, a padronização etc. Uma das principais questões em todo projeto de HIS é o que deve se repetir para conseguir eficiência e economia de escala (a célula habitacional, o prédio etc.) e o que deve ser modificado para reconhecer a especificidade de cada local (a localização dos prédios deve ter critérios bioclimáticos de orientação, respeitar o relevo etc.). Nos casos analisados neste trabalho, as características físico-ambientais são altamente significativas e demandam especial atenção no momento de formular projetos.

- **Implementação de políticas públicas de educação ambiental**, de modo a envolver a população e diversos segmentos presentes no município na discussão e equacionamento dos problemas abordados por este trabalho. A educação ambiental pode não só garantir a preservação das intervenções realizadas pelo poder público, como também permitir que a população se torne agente transformador de sua realidade socioambiental.

[6] Além de casos de utilidade pública ou baixo impacto ambiental, conforme definido no art. 2º. da Resolução CONAMA 369.

Desafios

- **Superar o impasse causado pela visão segmentada da realidade em urbano e ambiental:** as legislações restritivas e incompatíveis, e a segmentação dos órgãos voltados para a gestão urbana e ambiental (em todos os níveis de governo) têm gerado impasses que limitam a atuação efetiva em áreas que reúnem estas características (interesse social e fragilidade ambiental). O paradoxo é que essas incompatibilidades nos marcos jurídicos e conceituais paralisam o poder público, impedindo-o de atuar efetivamente, e contribuem de modo indireto com a reprodução de dinâmicas de crescimento urbano que produzem intensa degradação ambiental e das condições de vida da população.

- **A necessidade de políticas de desenvolvimento urbano abrangentes**, que abordem a problemática do esvaziamento populacional das regiões centrais e bem-servidas de infraestrutura do município de Santo André e da metrópole paulistana, que constituem o reverso do processo de crescimento periférico. Sem essas políticas, as intervenções na periferia urbana perdem efetividade.

- **Avançar no planejamento e gestão regional da metrópole**, considerando as interfaces tanto de fronteiras físico-territoriais dos municípios quanto de articulação de políticas setoriais e intersetoriais de interesse regional. As dinâmicas observadas no município e nas áreas de estudo só se explicam plenamente nas dinâmicas metropolitanas. Sendo assim, sem políticas e gestão regional, será difícil dar resposta a estas.

- **Garantir linhas de financiamento para HIS que permitam soluções urbanísticas ambientalmente adequadas**: as linhas de financiamento atualmente existentes limitam severamente os projetos de arquitetura. Pode-se afirmar que a engenharia financeira é o principal fator que condiciona a forma final dos conjuntos habitacionais, contribuindo para a produção de projetos seriais e repetitivos. Este problema já é grave por si, mas ele piora quando consideramos que, no caso da periferia urbana de Santo André, existe carência de terras, e que as terras disponíveis não têm boas características para a ocupação (declividades altas, fundos de vale etc.). As intervenções em locais desta natureza exigem a adequação dos projetos padrão a condicionantes físico-ambientais específicas. Esta realidade não é reconhecida pelos atuais mecanismos de financiamento.

2.3 Próximas etapas

Elaboração da proposta de Plano de Ocupação, para discussão e aprovação nas instâncias de planejamento participativo do município, composto de:

- **Plano de Ocupação geral para as microbacias:** espacialização de propostas gerais para as microbacias;
- **Projetos específicos:** integração de áreas de alto valor ambiental, como corredor verde e fundos de vale; projeto de recuperação de cursos d'água, incluindo diretrizes para fundos de vale e de drenagem; projetos de qualificação paisagística replicáveis para outras áreas com características semelhantes na cidade;
- **Intervenções emergenciais:** para áreas de risco, situações de erosão e assoreamento dos cursos d'água;
- **Programas e políticas públicas:** monitoramento da qualidade da água; educação ambiental e educação urbana integrada; licenciamento urbano e ambiental integrado; programa permanente de qualificação de equipes técnicas para ações intersetoriais integradas;
- **Identificação de ações e propostas replicáveis** para outras áreas da cidade;
- **Identificação de propostas de readequação** de formas de gestão, manejo, fiscalização, monitoramento e regulamentação das áreas de sobreposição de interesse ambiental e interesse social.

Consolidação de metodologia de diagnóstico e diretrizes de projeto: os estudos desenvolvidos deverão ser replicados para as demais áreas de ZEIA B do município e também para outras áreas de conflito entre interesse ambiental e interesse social.

Produção de cartilha, que deverá ser utilizada em programas de educação ambiental e educação urbana existentes, para que a população tenha acesso a informações que permitam sua participação mais ativa e qualificada no planejamento, implementação e monitoramento das ações previstas no Plano de Ocupação.

Elaboração de publicação técnica, com o diagnóstico completo elaborado, os resultados das oficinas e reuniões realizados, o Plano de Ocupação e a consolidação da metodologia.

3 Valor investido ou financiado e contrapartidas (se houver)

Projeto PROEXT (financiamento externo): R$ 40.750,00 (quarenta mil, setecentos e cinquenta reais)

Tab. 1 *Contrapartida – Equipe SEMASA (parceira no projeto)*

Atividades	Horas técnicas
Reuniões e atividades de coordenação (1 engenheiro, 1 arquiteto, 4 reuniões de 4 h/mês durante 10 meses)	320
Consolidação de base de dados (1 mês e meio, 3 técnicos – Arquiteto e 2 especialistas em SIG)	1.584
Relatório parcial Min. das Cidades – Artigo ASSEMAE	336
Vistoria e reconhecimento das áreas	336
Levantamento de cadastros, projetos e necessidades de infra (1 eng., 1 desenhista industrial)	224
Levantamento de fauna e flora – campo e relatório (1 mês e meio – 2 biólogas, 2 estagiárias de Biol.)	2.112
Trabalhos relativos à cartilha (1 arquiteto – duas semanas)	112
Total	5.360

Além das horas técnicas estimadas de profissionais do SEMASA e SDUH/PSA, foram utilizados recursos de infraestrutura dos dois órgãos públicos, como carro para realização de vistorias, espaço e recursos para realização de reuniões, oficinas e seminários, e infraestrutura de trabalho como computadores, impressora, plotter, scanner, entre outros.

Tab. 2 *Contrapartida – Equipe SDUH / PSA (Parceira no projeto)*

Atividades	Horas técnicas
Reuniões e atividades de coordenação (2 arquitetos, 4 reuniões de 4 h/mês durante 10 meses)	320
Vistoria e reconhecimento das áreas	336
Levantamento de histórico urbanístico e fundiário (2 arquitetos, 1 sociólogo, 1 auxiliar administrativo)	120
Relatório parcial Min. das Cidades – Artigo ASSEMAE	336
Elaboração de metodologia para levantamento urbanístico de APPs (3 arquitetos)	80
Levantamento da situação urbanística das APPs (2 arquitetos)	128
Trabalhos relativos à cartilha (1 arquiteto – duas semanas)	112
Total	1.432

4 Fonte(s) de financiamento(s) externa(s) à Universidade

Projeto PROEXT: MEC – Ministério da Educação e Ministério das Cidades, com apoio da FUNASA

5 Financiamento interno (Universidade – estimar custos indiretos)

Recursos Humanos – Equipe do Projeto da Universidade Federal do ABC

Professor Coordenador = 400h
Professores colaboradores = 360h
Estagiário Graduação = 120 h
Secretaria / Apoio e Administração = 100h

6 Alcance dos resultados em termos de contribuição para a sustentabilidade da Bacia do Alto Tietê

a. dimensão ecológica ou biofísica; b. sustentabilidade social; c. sustentabilidade político-institucional; d. sustentabilidade econômica; e. sustentabilidade geográfica; f. sustentabilidade cultural.

Os resultados do projeto devem influir no modo de planejamento e gestão do território, visando a interferir em processos de produção do espaço urbano excludentes, que têm gerado intensa segregação socioespacial, aliada a processos de degradação ambiental. Esta dinâmica de produção do espaço urbano é a predominante na Região Metropolitana de São Paulo, que, apesar de ter tido forte redução em suas taxas de crescimento nas últimas duas décadas, continua a apresentar altas taxas de crescimento nas bordas da ocupação urbana.

Como solução a esta ocupação, temos visto a tentativa de aplicação de medidas restritivas, porém que têm dado poucos resultados efetivos. Este projeto pretende colaborar para que o ambiente seja visto de modo integrado, considerando as fragilidades e potencialidades ambientais, e os aspectos urbanísticos e sociais. Assim, buscar soluções de ocupação do território sustentáveis em suas várias dimensões.

O projeto em todas as suas etapas, desde a concepção, desenvolvimento e elaboração até encaminhamento de propostas, envolve os órgãos responsáveis pela gestão local ambiental (SEMASA) e urbana (SDUH/PSA). No seu decorrer, foi um objetivo sempre presente envolver conselheiros dos quatro Conselhos Municipais relacionados à problemática em questão (áreas com sobreposição de interesse ambiental e social), que reúnem representantes do poder público e sociedade civil, com grande participação de lideranças populares. Pretende-se ainda uma ampliação desta participação, dando sequência ao projeto, com a utilização da cartilha em programa de educação ambiental e educação urbana.

A participação e o envolvimento de gestores públicos e órgãos responsáveis pela tomada de decisões e implementação de ações foram, desde o início, considerados como requisito básico para garantir que as propostas sejam viáveis na implementação, adequadas para a realidade social em questão e orientadas pelas prioridades identificadas pelos diversos agentes envolvidos.

Um importante resultado a destacar é o reconhecimento da importância de um programa de monitoramento da qualidade da água, como indicador de obtenção de resultados com as ações propostas, programa este que deve partir da gestão municipal, em conjunto com os conselhos participativos e com envolvimento da comunidade local.

7 Potencial de difusão da metodologia e da experiência para comitês de bacia hidrográfica em São Paulo e no Brasil, prefeituras municipais e órgãos estaduais com atuação regional na área metropolitana de São Paulo

Há grande potencial de difusão, já que a metodologia proposta parte do conceito de recuperação urbana ambiental a partir de microbacias, unidades territoriais componentes das subbacias urbanas.

O princípio de analisar cada microbacia a partir de suas variáveis ambientais e urbanísticas, caracterizando o corpo d'água desde sua nascente até a sua foz, caracterizando trechos homogêneos e propondo medidas de gestão e intervenção física direta por parte do poder público, é perfeitamente aplicável a outras áreas, da RMSP principalmente. Como princípio e metodologia, pode fornecer novos critérios de discussão para casos análogos em todo o Brasil.

8 Principais dificuldades na realização do projeto

O estudo urbano-ambiental das áreas de ZEIA B pretendeu contribuir na discussão da ocupação sustentável do território, a partir da revisão crítica dos seguintes desafios:

- Alterar o enfoque principalmente restritivo por um enfoque mais proativo, que se apoia em um conhecimento mais aprofundado do território e na participação dos diversos agentes envolvidos.
- Superar a discussão binária que reduz as alternativas para o território e a gestão urbano-ambiental a duas posições: ocupar ou não ocupar, intervir destrutivamente ou congelar. Propor, em lugar disto, uma discussão muito mais difícil, mas também muito mais promissora: como ocupar o território.

Os projetos de urbanização podem apontar formas de superar a segmentação das áreas de conhecimento propondo soluções que atendam à demanda social e contribuam para a melhoria da qualidade ambiental das áreas urbanas.

- Quebrar a dicotomia conceitual "natureza-cidade", vistas como opostas. Isto é vital quando se intervém num contexto tão antrópico quanto o da RMSP.
- Compreender e reafirmar que elementos totalmente "artificiais", elaborados culturalmente, são importantíssimos do ponto de vista ambiental: um parque urbano ou um córrego parcialmente retificado, mas com as margens preservadas e solo permeável, são essenciais para o equilíbrio ambiental e a qualidade de vida na cidade. O que leva ao contraponto que pode parecer paradoxal: intervir, modificar, alterar a paisagem não é sempre e inevitavelmente uma fonte de destruição e desequilíbrio ambiental.

  A ruptura desta dicotomia conceitual "natureza-cidade" permite uma nova visão dos problemas. Por uma parte, não faz de toda e qualquer alteração uma fonte de impactos ambientais negativos. Por outra, permite que a cidade e seus habitantes reconheçam o valor ambiental de seu território, ainda que este seja um território modificado pela ação do homem, criando uma nova consciência com respeito ao que consideramos como recursos valiosos ou significativos.
- Romper com análises do espaço segregado, com fronteiras demarcadas entre áreas urbanas e áreas de proteção. Abordar o espaço a partir de análises mais amplas que considerem bacias e microbacias hidrográficas, matas e corredores verdes, áreas de expansão urbana e fluxos urbanos. Considerar estas áreas com múltiplas funções: proteção ambiental, urbanística e paisagística.
- Em síntese, faz-se necessário superar uma visão segmentada da realidade, a partir do reconhecimento de que muitos problemas da gestão urbana e ambiental são originados porque existem visões parciais, baseadas em arcabouços teóricos, técnicos e jurídicos específicos, que remetem a partes do todo.

9 Referências Bibliográficas

Brasil, Ministério das Cidades. **Política Nacional de Desenvolvimento Urbano**. Cadernos do Ministério das Cidades. Brasília, 2004.

SEMASA. **Relatório Parcial 4 – Projeto PAT PROSANEAR Jardim Irene – Santo André.** Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André / TCRE Engenharia. São Paulo, 2005.

Bueno, L.M.M. "Projeto e favela: metodologia para projetos de urbanização". Tese de Doutorado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2000.

Denaldi, R. "Políticas de urbanização de favelas. Evolução e impasses". Tese de Doutorado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

Maricato, E. **Brasil, cidades. Alternativas para a crise urbana.** Petrópolis: Vozes, 2002.

Santo André. Prefeitura Municipal. **Plano Diretor.** Santo André: PMSA, 2005.

Santo André. Prefeitura Municipal. **Plano Municipal de Habitação.** Santo André: PMSA, 2006.

Uemura, M.M. "Programa de saneamento ambiental da bacia do Guarapiranga. Alternativa para recuperação dos mananciais?" Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Dissertação de Mestrado. Campinas, 2000.

IBGE. **Santo André – Base de Informações por setor censitário da área urbana – Censo Demográfico 2000.** IBGE, Rio de Janeiro, 2000.

Instituto Socioambiental. **Seminário Billings 2002**. ISA, São Paulo, 2003.

São Paulo. SVMA/PMSP. **Pesquisa e análise de aplicação de instrumentos em planejamento urbano-ambiental no município de São Paulo; produto 6: Estudo de Viabilidade de Parques Lineares.** SVMA/PMSP e LABHAB FAU/USP. São Paulo, 2006.

Expansão das áreas periurbanas na Região Metropolitana de São Paulo: causas sociais e consequências ambientais

Humberto Alves[1]*; Haroldo Torres*[2]*; Maria Aparecida de Oliveira*[3]

[1] Doutor em Ciências Sociais pela Universidade de Campinas (UNICAMP), pesquisador e pós-doutorando do Centro de Estudos da Metrópole, sediado no Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (CEM–Cebrap).
Endereço: Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (Cebrap), Rua Morgado de Mateus, 615 – São Paulo-SP, 04015-902. E-mail: *humbiro@yahoo.com.br*

[2] Doutor em Ciências Sociais pela Universidade de Campinas (UNICAMP) e pesquisador do Centro de Estudos da Metrópole, sediado no Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (CEM–Cebrap).
Endereço: Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (Cebrap), Rua Morgado de Mateus, 615 – São Paulo-SP, 04015-902. E-mail: *hgtorres@uol.com.br*; website: *www.centrodametropole.org.br*

[3] Mestre em Geografia pela Universidade de São Paulo (USP) e consultora do Ministério da Saúde.
Endereço: Centro Brasileiro de Análise e Planejamento (Cebrap), Rua Morgado de Mateus, 615 – São Paulo-SP, 04015-902. E-mail: *mariaap.oliveira@saude.gov.br*

Identificação da área ou subárea (Tabela FAPESP): 6.05.02.00-2 Métodos e Técnicas do Planejamento Urbano e Regional

Há uma grande expectativa de que a queda no índice de crescimento da população da Região Metropolitana de São Paulo tenha um impacto positivo sobre a mesma, reduzindo a demanda por investimentos públicos em infraestrutura urbana e políticas sociais. No entanto, as expectativas de um desenvolvimento mais sustentável não têm sido cumpridas no caso de São Paulo. Isso aconteceu porque, enquanto o centro da cidade perde população significativamente, as áreas periurbanas ainda crescem muito rápido. Em consequência destas dinâmicas urbanas, a região ainda requer fortes investimentos públicos em termos de transporte e demais infraestrutura urbana, e sofre impactos ambientais consideráveis.

Em vista destes elementos, tentaremos discutir por que esta dinâmica intraurbana acontece, comparando padrões espaciais de crescimento populacional e investimentos imobiliários. Pretendemos mostrar que – surpreendentemente – a cidade está perdendo população exatamente nos mesmos lugares onde os investimentos imobiliários crescem mais significativamente. Além disso, mostramos que a expansão urbana também produz importantes transformações no uso da terra, induzindo a degradação do ambiente natural ao redor da Região Metropolitana e a contaminação de mananciais.

The decline in the rate of the population growth of São Paulo's Metropolitan Area was expected to produce a highly positive impact on this metropolis, reducing its need for public investment in urban infrastructure and social policies. However, it has now become clear that such expectation was somehow misguided. While the center of the city is significantly losing population, the peri-urban areas are still growing very fast. As a result of this dynamic, the region continues to demand strong public investments in transportation and other urban infrastructure, with considerable environmental impacts.

In view of these elements, this paper aims at understanding the reasons for such intra-urban dynamic by comparing spatial patterns of population growth and real estate investments. We intend to show that – surprisingly – the city is losing population exactly in the same places where real estate investments are growing more significantly. We also intend to explore some of the environmental consequences of this pattern of urban sprawl, particularly by presenting data on forest coverage reduction.

Palavras-chaves: *desmatamento; degradação ambiental; assentamentos informais; mercados de terra; áreas periurbanas; crescimento populacional; Região Metropolitana de São Paulo; expansão urbana. (deforestation; environmental degradation; informal settlements; land markets; peri-urban areas; population growth; São Paulo's Metropolitan Area; urban sprawl.)*

1 Introdução e Objetivos

Há uma grande expectativa no Brasil de que a queda no índice de crescimento da população da Região Metropolitana de São Paulo tenha um impacto positivo sobre a mesma, reduzindo a demanda por investimentos públicos em infraestrutura urbana e políticas sociais. Esta hipótese se relaciona até certo ponto com a assim chamada "teoria da transição urbana", que supõe que, com a redução a longo prazo da migração rural-urbana, as cidades poderiam alcançar um padrão mais sustentável de desenvolvimento (Livi-Bacci e De Santis, 1998; Martine, 2001).

De fato, entre as décadas de 1970 e 1990, o índice de crescimento populacional caiu notavelmente na Região Metropolitana de São Paulo, de 4,5% a 1,7% por ano, alcançando a média nacional. Diferentes projeções demográficas, tais como a produzida pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Seade) – Departamento de Estatística de São Paulo – , preveem uma população estável para a Região Metropolitana num futuro próximo (Waldvogel et al., 2003). No entanto, as expectativas de um desenvolvimento mais sustentável não têm sido cumpridas no caso de São Paulo. Isso aconteceu porque, enquanto o centro da cidade perde população significativamente, as áreas periurbanas ainda crescem muito rápido (mais

de 6% por ano entre 1991 e 2000), com a população vivendo em tais áreas aumentando de 19% a 30% do total da Região Metropolitana. Em consequência destas dinâmicas urbanas, a região ainda requer fortes investimentos públicos em termos de transporte e demais infraestrutura urbana, e sofre impactos ambientais consideráveis.

Essencialmente, o argumento principal apresentado neste artigo é que a relação entre crescimento populacional e ambiente urbano não deve ser considerada de uma forma abstrata, como se todos os ambientes urbanos e os contextos institucionais fossem os mesmos. A interação entre a população e o meio ambiente deve ser considerada de forma concreta, com toda sua diversidade social e ambiental, e sua complexidade institucional. No caso de áreas metropolitanas brasileiras, acreditamos que dinâmicas particulares do mercado imobiliário – afetadas por regulamentos de uso de terra, assim como políticas públicas (i.e., transporte e moradia) – fortemente influenciam as dinâmicas de expansão urbana e seu impacto ambiental.

Em vista destes elementos, o primeiro objetivo deste artigo é entender os indicadores da expansão urbana e apresentar uma definição operacional de região periurbana (ver seção 4.1). Na seção 4.2, argumentaremos que tal expansão produz uma transformação importante no uso da terra, induzindo a degradação do ambiente natural ao redor da Região Metropolitana e a contaminação de mananciais. Além disso, a expansão urbana leva à ocupação de parques e áreas de proteção ambiental, tais como a Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, as represas Billings/Guarapiranga, no sul da Região Metropolitana de São Paulo, e a Reserva Florestal da Serra da Cantareira, na parte norte da cidade[1].

Na seção 4.3, tentaremos discutir por que esta dinâmica intraurbana acontece, comparando padrões espaciais de crescimento populacional e investimentos imobiliários. Pretendemos mostrar que – surpreendentemente – a cidade está perdendo população exatamente nos mesmos lugares onde os investimentos imobiliários crescem mais significativamente[2]. Por fim, na seção 4.4, discutimos brevemente o papel dos mercados informais de terra.

2 Proposta de desenvolvimento do projeto

2.1 Expansão urbana e áreas periurbanas na mancha urbana de são paulo

O mapa 1 apresenta a distribuição espacial da taxa de crescimento populacional das áreas de ponderação (do censo demográfico) da Mancha Urbana de São Paulo, abrangida por 21 municípios[3]. É possível observar que o crescimento demográfico desta região foi muito desigualmente distribuído na década passada. Enquanto as áreas centrais dos municípios mais importantes da região – incluindo São Paulo (centro), Guarulhos (nordeste), ABC (sul) e Osasco (oeste) – perderam população em termos absolutos, há áreas localizadas na periferia da cidade que cresceram muito rápido.

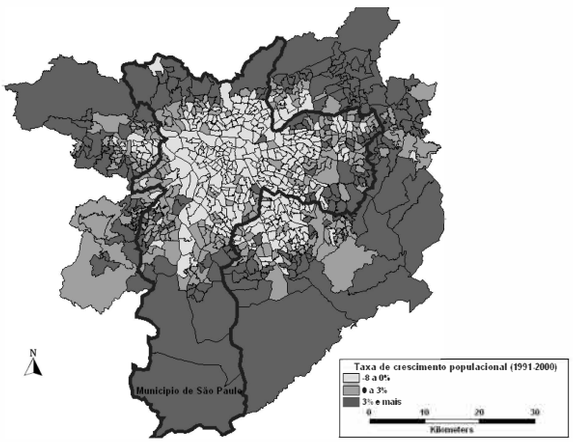


Fig. 1 *Mapa 1:Taxa de Crescimento Populacional das Áreas de Ponderação (1991-2000). Mancha Urbana de São Paulo. Fonte: IBGE, Censos 1991 e 2000.*

As áreas localizadas no anel externo da região apresentaram uma taxa de crescimento significativa, frequentemente mais alta que 5% por ano. Também podemos observar que não há praticamente nenhuma área de ponderação na porção central da cidade que apresente crescimento positivo[4]. Em termos operacionais, estamos assumindo que a região periurbana corresponde às áreas de ponderações que apresentaram um índice de crescimento demográfico acima de 3% ao ano entre 1991 e 2000. O termo "periurbano", contrariamente, poderia ter sido definido por variáveis alternativas, tais como presença de saneamento ou área residencial por habitante. A escolha do índice de crescimento demográfico como variável de definição se deve à sua importância em salientar as dinâmicas de transformação urbana com o tempo[5].

Ao contrário do espraiamento urbano (*urban sprawl*) da classe média-alta americana (Duany, Zyberk e Speck, 2000), o crescimento demográfico da região periurbana brasileira ocorre devido à extensão de áreas pobres existentes, quase

[1] Imagens de satélite (Landsat TM 1991, Landsat ETM 2000 e SPOT 2004) são usadas para construir indicadores do ambiente urbano – i.e., índice de vegetação e mudança de cobertura de terra (redução de cobertura florestal e expansão urbana) – numa escala local (distritos, áreas de Censo e áreas amostrais de Censo).

[2] A maioria destas análises se beneficia da base de dados do SIG desenvolvido no Centro para Estudos Metropolitanos (CEM-Cebrap), onde dados do Censo (1991, 2000), imagens de satélite, dados imobiliários etc. estão disponíveis em formato SIG. Os autores usaram Maptitude, Envi e Arcview como softwares do SIG. Veja www.centrodametropole.org.br

[3] A Região Metropolitana de São Paulo é uma definição oficial que inclui 39 municípios. Os 21 municípios considerados aqui são os que formam uma área urbana contínua, com 92% da população total da Região Metropolitana. As áreas de Censo são as unidades espaciais do Censo de 2000 que permitem disposições em tabelas para o mesmo.

[4] As únicas exceções são as áreas onde se localizam as favelas de Paraisópolis e Heliópolis. Essas são as maiores favelas de São Paulo.

[5] O nível de 3% é arbitrário, mas razoável se pretendermos caracterizar áreas de forte crescimento. Significa duas vezes mais rápido que a taxa de crescimento da população da área considerada aqui (1,4% por ano).

todas localizadas nos subúrbios, no caso de São Paulo (Torres, 2002). A maioria das áreas pobres "tradicionais" apresenta agora baixo crescimento demográfico. Do ponto de vista das políticas públicas, a distinção entre áreas pobres de rápido e lento crescimento é crítica. Enquanto as áreas periurbanas têm que implementar sua infraestrutura – ruas, escolas, centros de saúde e saneamento básico – subúrbios pobres "antigos" têm boa parte deste equipamento instalada. Nessas áreas, política social refere-se a outros elementos, tais como a melhora da educação local, moradia e acesso a mercados de trabalho e crédito.

Em relação às áreas de renda média e alta da cidade, quase todas estão perdendo população, sendo as únicas exceções Alphaville e Vila Andrade, ambas na parte ocidental da região. Esta conexão entre taxa de crescimento de população e renda média em áreas diferentes de São Paulo não é necessariamente universal, mas relacionada a tendências demográficas recentes da cidade (Torres, 2004).

Em termos gerais, a recente mudança demográfica de São Paulo pode ser considerada bastante estranha. Enquanto a região, como regra geral, crescia em termos moderados (1,4% por ano na década de 1990), as áreas centrais de crescimento negativo (cidade consolidada) perdiam a população bastante rápido (-1,3% por ano). Em contraste, áreas periurbanas de rápido crescimento (fronteira urbana) cresciam ao índice impressionante de 6,3% (Tabela 1).

Como consequência, a população na cidade consolidada diminuiu de 6,7 a 6 milhões de habitantes entre 1991 e 2000. Na periferia consolidada, aumentou de 4,9 a 5,5 milhões, enquanto na fronteira aumentou impressionantes 2,1 milhões de habitantes (de 2,8 a 4,9). Em 2000, esta área representava 30% da população total da região. Sem tal contribuição, a região urbanizada de São Paulo teria mantido estável sua população nos anos de 1990.

Como mencionado, variações demográficas intensas desta espécie têm conseqüências importantes para as políticas públicas. A expectativa de que uma taxa de crescimento mais lenta da população reduziria a pressão sobre a oferta de serviços públicos é apenas parcialmente verdadeira. O crescimento horizontal persistente da cidade exige uma extensão contínua da rede de serviços públicos às áreas periurbanas, mesmo quando o equipamento localizado nas áreas centrais está ocioso. É também importante notar que esta região corresponde a uma extensão média de 70 km por 60 km e o sistema de transporte é lotado e caro. Em outras palavras, não é plausível imaginar que moradores da fronteira tenham fácil acesso a serviços apenas disponíveis em áreas centrais (Torres, 2002a).

Tab. 1 *População e Índice de Crescimento Populacional de Acordo com Grupos de Áreas. Mancha Urbana de São Paulo, 1991-2000*

Ano	População (milhares)				Taxa de crescimento 1991- 2000			
	Cidade consolidada	Periferia consolidada > 0 & < 3%	Fronteira urbana > 3% a year	Total	Cidade consolidada	Periferia consolidada > 0 e < 3%	Fronteira urbana > 3% a.a.	Total
1991	6738	4909	2792	14433	-1.30	1.27	6.35	1.39
2000	5992	5495	4860	16347				

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 1991 e 2000.

Tab. 2 *Indicadores socioeconômicos e de saneamento da Mancha Urbana de São Paulo, 1991-2000*

Indicadores	Grupos de areas			
	Cidade consolidada	Periferia consolidada > 0 & < 3%	Fronteira urbana > 3% ao ano	Total
Renda média familiar (*)	14,62	10,53	6,52	10,42
Renda familiar per capita (*)	4,65	3,04	1,74	3,86
Taxa de desemprego (**)	15,06	20,39	24,25	19,41
Chefes de família analfabetos	3,56	7,12	9,89	6,47
Proporção de negros (%)	19,54	34,44	43,97	31,81
Fornecimento de água (%)	99,82	98,84	93,18	97,67
Rede de esgoto (%)	95,84	84,65	64,96	83,69
Coleta de lixo (%)	99,81	99,25	97,58	99,01

Fonte: IBGE, Censo Demográfico de 2000.

Notas: (*) Em salários mínimos (∼US$ 100 em 2005). (**) Não corresponde às estimativas oficiais de desemprego, devido a uma metodologia diferente adotada pelo Censo brasileiro.

Além de ter as taxas de crescimento populacional mais altas da cidade, as áreas periurbanas, não surpreendentemente, também mostram os piores indicadores socioeconômicos, com altos níveis de pobreza, analfabetismo e desemprego. A tabela 2 mostra que a renda média familiar na periferia consolidada é maior que o dobro da observada na fronteira urbana, com renda *per capita* familiar média quase três vezes mais alta. Esta tabela também mostra que tais diferenças entre rendas estão associadas a níveis altos de desemprego e analfabetismo. Esta região periurbana pobre e analfabeta também concentra a pro-

porção maior de população negra (44%). Estes diferenciais são expressos de maneira adicional em termos de indicadores de saneamento, tais como abastecimento de água, coleta de lixo e rede de esgoto.

Tal espraiamento urbano tem consequências ambientais significativas também em termos de transporte e poluição. Primeiro, morar na região periurbana significa longas jornadas para o trabalho e consequente aumento da poluição do ar. Além disso, áreas periurbanas pobres significam falta de saneamento, o que causa a poluição de rios e córregos (Torres, 2002a), assim como desmatamento e degradação da paisagem natural que ainda cerca a cidade. Discutimos este problema abaixo.

2.2 Expansão urbana e degradação ambiental

Um dos mais significativos impactos ambientais da expansão urbana de São Paulo é refletido na degradação em larga escala do cinturão verde da Mata Atlântica em volta da cidade. A Mata Atlântica é um dos mais ameaçados ecossistemas do mundo. Diferentes estudos sobre desmatamento estimam que menos de 10% da floresta original estão preservados no Brasil, e o índice de degradação é ainda alto (Fundação SOS Mata Atlântica, 1998).

O cinturão verde da Mata Atlântica de São Paulo foi parcialmente preservado – especialmente em suas partes norte e sul – principalmente porque a topografia das áreas remanescentes não permite a exploração agrícola. A região sul é parte da área de proteção de mananciais hídricos, e teve o crescimento de sua já alta população intensificado na última década. Mais recentemente, o norte de São Paulo também tem crescido rápido nas encostas da Serra da Cantareira.[6]

A assim chamada "lei de proteção de mananciais", de 1975, não conseguiu limitar a expansão urbana ao redor dos principais lagos e florestas remanescentes na parte sul da metrópole. Pelo contrário, a lei produziu uma diminuição nos preços de terra, o que levou a um aumento na ocupação ilegal e à consequente poluição dos mananciais e desmatamento (Marcondes, 1996). Numa faixa de 1 km ao redor dos dois principais lagos (Guarapiranga e Billings), por exemplo, a população cresceu de 554 mil em 1991 para 881 mil em 2000, ou 4,3% por ano[7].

Os mais importantes e preservados remanescentes de Mata Atlântica estão localizados na porção do sul mais distante da Região Metropolitana. No norte, os parques públicos da Cantareira e Jaraguá – mantidos pelo governo do Estado – também incluem remanescentes importantes de floresta nativa com médio e avançado estágios de sucessão florestal. Ambas as áreas oeste e leste da cidade são menos protegidas pela presença de parques e reservas (PMSP, 2002).

Um recente estudo de cobertura verde conduzido pela prefeitura de São Paulo usando imagens de satélite indicou que a cidade perdeu 53,4 km^2 de qualquer tipo de cobertura verde na última década (PMSP, 2002). A maior parte deste desmatamento (56%) concentrou-se em apenas 10 de um total de 96 distritos, todos localizados nos subúrbios pobres, com um índice alto de crescimento populacional[8].

Em outras palavras, a expansão urbana foi seguida por uma destruição significativa das florestas remanescentes na Região Metropolitana, mesmo com uma legislação ambiental bastante restritiva, que proíbe a supressão de remanescentes da Mata Atlântica – Regulamento 750/93 (Marcondes, 1999). Essas áreas verdes são parte da chamada Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, que é parte de uma iniciativa da ONU (Lino, 1992), fundamentais para diversas dinâmicas ambientais, pois servem como corredores ecológicos e rotas para espécies migratórias. Elas também desempenham um papel fundamental na conservação dos recursos hídricos.

De fato, a cidade tem um déficit importante de espaços públicos e área verde, uma situação improvável de se reverter, já que na parte mais consolidada da cidade não há muitas áreas públicas disponíveis para construção de novos parques. Os mapas de cobertura verde disponíveis mostram que metade dos distritos da cidade não apresenta nenhuma cobertura florestal significativa, tanto em termos do número de árvores plantadas ao longo das ruas quanto de parques e praças (PMSP, 2002). Na periferia pobre, várias áreas públicas foram invadidas e transformaram-se em favelas e loteamentos irregulares[9].

Em 1991, os municípios da área metropolitana considerada neste estudo ainda apresentavam cobertura florestal de 1,23 mil quilômetros quadrados, que representava 35,7% da Região Metropolitana, estando localizada principalmente em áreas conservadas e locais estratégicos para a proteção de mananciais hídricos. Em 2000, a floresta remanescente nos mesmos municípios respondia por 1,17 mil quilômetros quadrados (34% da região). Surpreendentemente, tais dados indicam que a Região Metropolitana de São Paulo ainda apresenta uma cobertura florestal significativa.

No entanto, estes dados também indicam uma perda líquida importante de cobertura florestal (57,2 quilômetros quadrados) durante a década de 1990, com um índice de perda de 4,7% em nove anos[10]. Embora tal desmatamento não pudesse ser considerado muito alto quando comparado com o índice de degradação em outras áreas brasileiras, como o Amazonas (PRODES-INPE, 2004), é bastante importante para São Paulo, como mencionado antes, tanto pela perda ocorrida quanto por causa dos serviços estratégicos não fornecidos

[6] A expansão de tais áreas deve-se tanto à ocupação ilegal por favelas e loteamentos irregulares quanto a assentamentos legais (fazendas pequenas e indústria) (Marcondes, 1999).

[7] Esses dados foram calculados com o uso de um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

[8] Esses distritos são os seguintes: Jardim Ângela, Parelheiros e Grajaú no sul; Tremembé, Perus, Anhanguera e Jaraguá no norte; e Iguatemi, Cidade Tiradentes e São Rafael no leste.

[9] Veja seção 3.

[10] Tal estimativa simplesmente subtrai as áreas florestadas consideradas em 1991 daquelas em 2000. Portanto, também inclui plantação e regeneração de floresta.

para a metrópole, em termos de proteção de fontes de água e redução da poluição de ar.

No Mapa 2, apresentamos a distribuição de áreas florestadas em São Paulo em 2000, destacando as áreas que sofreram níveis mais altos de desmatamento durante a década de 1990 (mais de 2% de sua área na década). Em termos geográficos, a maior parte do desflorestamento aconteceu nos mesmos subúrbios distantes que tinham crescido significativamente naquele período[11].

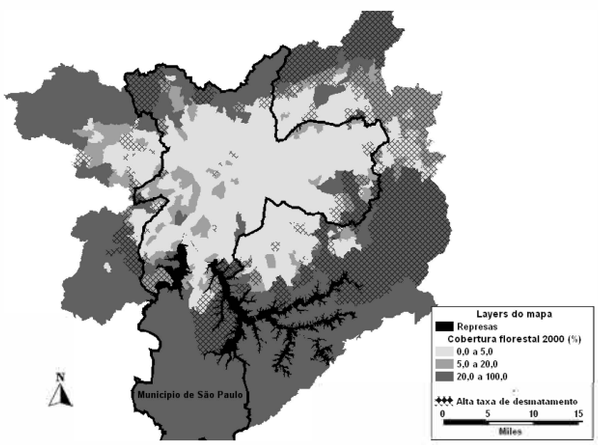


Fig. 2 *Mapa 2: Cobertura Florestal e Áreas com Alto Nível de Desmatamento. Mancha Urbana de São Paulo, 2000*
Fonte: CEM-CEBRAP. Imagens de satélite (LANDSAT TM 1991 e LANDSAT ETM 2000).

Pode-se verificar que o centro da cidade é quase completamente desmatado. Por outro lado, grandes áreas da periferia ainda são cobertas com sua vegetação original. Não foram considerados nesta conta pastos nem gramados, embora matas secundárias e áreas de reflorestamento tenham sido. É também importante observar, no Mapa 2, que as áreas hachuradas – com mais de 2% de desflorestamento na década de 1990 – exibiram uma população total de 1,7 milhão em 1991 e 2,8 milhões em 2000, um índice de crescimento de 5,3% ao ano.

Na tabela 3, interpretamos estes dados florestais empregando as mesmas divisões geográficas previamente usadas para analisar as tendências demográficas.

Em 2000, quase 50% da fronteira urbana era ainda florestada, particularmente no norte e sul. Na periferia consolidada, 20% do território apresentava cobertura florestal, enquanto a cidade consolidada apresentou uma cobertura de floresta de só 4%. Ironicamente, o índice de crescimento de população é fortemente positivo nas áreas florestadas e negativo nas áreas urbanas mais densas. Além disso, mais de 85% de toda cobertura florestal da Mancha Urbana de São Paulo está localizada em áreas periurbanas, com mais de mil quilômetros quadrados.

Tab. 3 *Mudanças na cobertura de terra entre 1991 e 2000. Mancha Urbana de São Paulo.*

Indicador	Grupos de Áreas			
	Cidade consolidada	Periferia consolidada > 0 e < 3%	Fronteira urbana > 3% a.a.	Total
Área (excluindo lagos)	630.54	739.14	2,075.14	3,444.82
Área Urbana em 1991 (km^2)	533.06	342.6	275.53	1,151.21
Cobertura Florestal em 1991 (km^2)	22.33	155.07	1,051.23	1,228.63
Proporção de terra urbana em 1991 (%)	84.54	46.35	13.28	33.42
Proporção de terra florestada em 1991 (%)	3.54	20.98	50.66	35.67
Área Urbana em 2000 (km^2)	538.85	389.84	375.08	1,303.77
Cobertura Florestal em 2000 (km^2)	22.85	147.03	1,001.54	1,171.42
Proporção de terra urbana em 2000 (%)	85.46	52.74	18.07	37.85
Proporção de terra florestada em 2000 (%)	3.62	19.89	48.26	34.01
Mudança na área Urbana em 1991-2000 (km^2)	5.79	47.22	99.55	152.56
Mudança na área florestada em 1991-2000 (km^2)	0.52	-8.03	-49.70	-57.21

Fonte: CEM-Cebrap. Imagens de satélite (Landsat TM 1991, Landsat ETM 2000).

Entre 1991 e 2000, as áreas periurbanas apresentaram uma perda líquida de quase 50 km^2 de cobertura florestal, o que representa uma redução de 5% da cobertura original em 1991. Em outras partes da cidade, tal perda foi menos significativa, incluindo um pequeno crescimento na área florestada das partes centrais da cidade (cidade consolidada). No total, quase 5% da cobertura florestal que existia em 1991 estava destruída em 2000, uma tendência que provavelmente continuará nos próximos anos.

Pode-se ver também no Mapa 2 que a região em que os mananciais hídricos mais importantes para São Paulo estão localizados – as represas Billings/Guarapiranga, no sul da cidade – também apresentam tanto desflorestamento significativo como rápido crescimento populacional. Como mencionado

[11] Veja Mapa 1.

antes, as consequências de tais dinâmicas são motivo de preocupação e de extenso debate pela imprensa local. O investimento anual necessário para conservar tais reservatórios é impressionante, e outras alternativas implicariam, por exemplo, trazer água do Vale do Ribeira, localizado ainda mais ao sul. Tal expansão da rede de água exigiria um enorme investimento público por causa das distâncias e dificuldades topográficas envolvidas.

A maioria destas desagradáveis tendências está relacionada à lógica dos mercados imobiliários. Se o crescimento da população acontecesse em áreas mais densas, muito da degradação atual poderia ser reduzido. Em nosso ponto de vista, só uma mudança significativa nas dinâmicas de mercados locais de terra poderia permitir um padrão mais sustentável de crescimento. Discutimos esta questão a seguir.

2.3 Expansão urbana e mercado imobiliário

Entre 1995 e 2003, havia um investimento imobiliário residencial significativo em São Paulo, com mais de 7,5 mil lançamentos privados, incluindo quase 400 mil unidades, 3 milhões de metros quadrados de área e quase 10 bilhões de dólares em investimentos privados[12]. Tais projetos não incluem o investimento feito pelas próprias famílias e indivíduos. Surpreendentemente, este volume de investimento aconteceu em áreas que perderam quantidade significativa de população entre 1991 e 2000. Evidências deste argumento são apresentadas no Mapa 3.

Em outras palavras, parece haver limitadas conexões entre a produção de moradia por empresas privadas e a forte dinâmica de crescimento populacional na periferia distante. As moradias construídas por companhias privadas foram oferecidas quase exclusivamente para famílias de rendas alta e média. Apenas 11% de tais projetos referiam-se a casas ou apartamentos de menos de 50 metros quadrados de área residencial, que podiam ser considerados mais sustentáveis para as famílias de baixa renda. Mesmo neste caso, a maioria dos lançamentos com pequenos apartamentos estava localizada em áreas ricas e foi vendida como "apart-hotéis", inacessíveis para pobres. Essencialmente, as empresas privadas nunca tiveram a intenção de vender seus empreendimentos a moradores pobres, já que sua renda não era compatível com a aquisição ou aluguel dos mesmos.

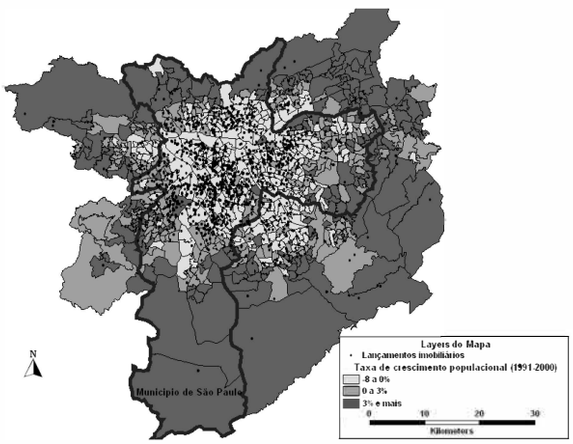


Fig. 3 *Mapa 3: Lançamentos Imobiliários (1985-2003) e Taxa de Crescimento Populacional das Áreas de Ponderação (1991-2000). Mancha Urbana de São Paulo*
Fontes: IBGE, 1991 e 2000; Embraesp, 1985-2003.

Tab. 4 *Indicadores de investimentos privados em habitação (1985-2003) de acordo com os grupos de áreas de ponderação, classificados com base na sua taxa de crescimento populacional (1991-2000). Mancha Urbana de São Paulo*

Grupos de áreas de acordo com a taxa de crescimento populacional 1991-2000	Número de domicílios ocupados 2000	Densidade Populacional (Pop./km^2)	Renda familiar média (1)	Novos investimentos privados em área residencial por domicílio(2)	Novo investimento por domicílio(3)	Investimento por grupo de áreas (%)
-8 a -1.5%	622918	7484	22,90	12,84	5,55	37,51
1.5 a 0%	1213558	10749	15,15	7,17	2,49	32,80
0 a 1.5%	916966	10836	11,17	7,09	1,63	16,19
1.5 a 3%	605315	10943	9,54	3,57	1,16	7,60
3 a 5%	466761	7961	6,97	3,26	0,60	3,04
5% e mais	801623	8715	6,23	1,98	0,33	2,86
Total	4627141	9526	12,42	6,16	1,99	100,00

Fontes: IBGE, 1991 e 2000; Embraesp, 1985-2003.
Notas: (1) Expressa em número de salários mínimos mensais de 2000. Em 2004, um salário mínimo correspondia a aproximadamente 90 dólares. (2) Área residencial total (metros quadrados) produzida entre 1987 e 2003 dividida pelo número de domicílios em 2000. (3) Investimento total (US$) entre 1987 e 2003 dividido pelo número de domicílios em 2000.

Embora tenhamos poucos dados para apoiar tal argumento, os dados ambientais apresentados aqui também servem como evidência, neste caso, porque não há quase nenhuma empresa privada investindo na fronteira urbana. A tabela 3 resume os dados disponíveis sobre esta questão.

Na realidade, estes dados mostram que as áreas ricas (aquelas perdendo população) recebem a quantia maior de investimento privado (70%), com as áreas mais pobres (que crescem mais de 3% ao ano) recebendo só 6% do investimento total entre 1985 e 2003. Em outras palavras,

[12] Veja Embraesp 1985-2003, que registra todos os investimentos imobiliários anunciados em jornais.

não há nenhum investimento privado em áreas pobres, especialmente considerando o tamanho da população e sua taxa de crescimento. Estas tendências também indicam um aumento do nível já alto de segregação residencial (Torres, 2004).

Na década de 1990, a Região Metropolitana recebeu 96 mil novos domicílios por ano[13]. Em média, os lançamentos imobiliários privados, como apresentado acima, foram responsáveis por apenas 23% desse aumento. Os projetos públicos de moradia foram quase insignificantes[14], o que indica que a maioria das novas moradias foi construída por famílias e indivíduos na periferia mais distante. Isto mostra que o padrão descrito na década de 1970 – de moradores urbanos pobres autoconstruindo suas casas na assim chamada "periferia" da cidade – é ainda verdadeiro para São Paulo na década de 1990 (Kowarick, 1979).

Embora projetos habitacionais privados e públicos representem menos de 30% da oferta de novas unidades nos anos1990, não é necessariamente verdadeiro que este padrão de crescimento – com todo o crescimento da cidade acontecendo na "periferia" – deva continuar. Há atualmente uma quantia significativa de terra não ocupada em partes centrais da Região Metropolitana – especialmente na antiga zona industrial, assim como ao longo de alguns corredores de ferrovia, como está mostrado no Mapa 4.

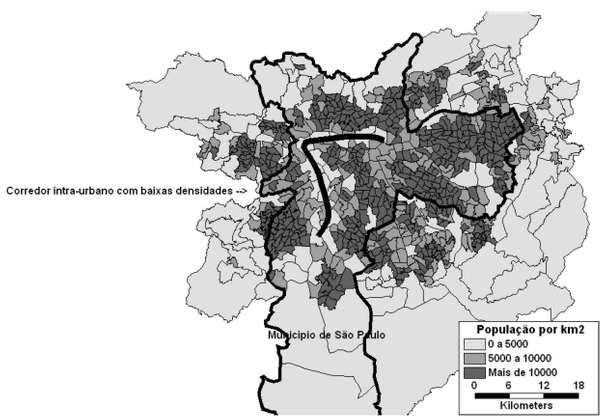


Fig. 4 *Mapa 4: Densidade populacional. Mancha Urbana de São Paulo, 2000*

Fonte: IBGE, Censo Demográfico, 2000.

Esta terra não foi ocupada tanto pelos preços altos quanto pela falta de políticas públicas que pudessem redirecionar a terra disponível a moradores de baixa renda e projetos habitacionais. Os impostos, por exemplo, poderiam ser usados mais extensivamente para estimular a verticalização das construções e punir lotes vazios. A regulamentação de zoneamento vigente também proíbe a construção de edifícios altos em grandes bairros de alta renda e baixa densidade, significativamente restringindo a possibilidade de que outras famílias vivam em áreas que têm plena infraestrutura.

Em outras palavras, no caso de São Paulo, parece bastante claro que a expansão urbana mostra uma relação mais forte com as dinâmicas de mercado (e o papel do governo) que com as dinâmicas demográficas em si. Citando Sabatini (2001), que estuda os padrões de segregação no Chile, nós também podemos dizer a respeito de São Paulo que "o mercado imobiliário está no olho da tempestade".

2.4 O papel dos mercados informais

Assentamentos informais são ainda outra dimensão importante deste processo. Devido à carência de moradia acessível de baixo custo, a população pobre termina por viver em diferentes tipos de assentamentos informais, tais como favelas e loteamentos irregulares. Um estudo recente da Secretaria de Habitação e Desenvolvimento Urbano da cidade de São Paulo estima que ao menos 25% dos domicílios da cidade estão em favelas ou em assentamentos informais (Sehab, 2003). No entanto, a informalidade/ilegalidade em São Paulo deveria ser até mais alta, já que também se refere a um acordo mais complexo de regulamentos de uso de terra: criação de normas, restrições ambientais para ocupação da terra, regulação de infraestrutura em bairros em desenvolvimento, zoneamento e direitos de propriedade (Figura 2).

Como consequência, só uma parte pequena da cidade – que também é chamada de "cidade legal" (Situação A na Figura 2) – pode ser até certo ponto comparável a uma cidade de um país desenvolvido (Grostein, 1987). Investimentos privados normalmente acontecem em tal cidade legal. Isso explica por que o grande volume deles aconteceu em áreas centrais de São Paulo. A maioria das favelas e loteamentos irregulares está localizada na periferia pobre e em áreas periurbanas (Mapa 5 e Tabela 4).[15]

Tab. 5 *FIGURA 2: Formas de regulamento e de ocupação de moradia em São Paulo*

		REGULAMENTOS EM DIREITO DE PROPRIEDADE	
		Legal	***Ilegal***
REGULAMENTOS EM USO DE TERRA, MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA	***Legal***	A Áreas de habitação regular	B
	Ilegal	C Loteamentos irregulares	D Favelas

Fonte: Adaptado de Lim (1995: 525). Veja também Torres (2002b).

[13] O número total de domicílios (ocupados ou não) alcançou 3,8 milhões em 1991 e 4,7 milhões em 2000 nos 21 municípios considerados nesta análise. Representa uma taxa de crescimento de 2,3% por ano.

[14] Os dados disponíveis são bastante discutíveis e incompletos. Apenas na cidade de São Paulo, que responde por 60% da população da Região Metropolitana, a produção média de novos domicílios pela Prefeitura foi menor que 4 mil unidades por ano entre 1989 e 2003 (Marques e Saraiva, 2004). Esta quantia não inclui o investimento em regularização urbana e urbanização de favelas.

[15] Infelizmente, só temos dados para a cidade de São Paulo para apoiar este argumento.

Observamos que favelas são muito mais frequentes nas áreas periurbanas (19,3% da população local) do que na cidade consolidada (4,3%). O mesmo padrão ocorre nos loteamentos irregulares, que representam quase 24% da população de áreas periurbanas enquanto só 10% nas áreas centrais. Na fronteira urbana, a porcentagem da população vivendo em favelas e loteamentos irregulares é de 15,5% e 17,4%, respectivamente.

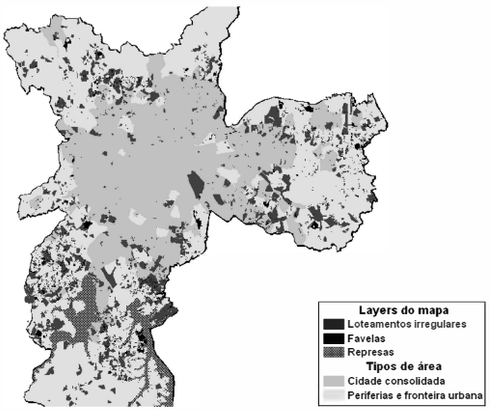


Fig. 5 *Mapa 5: Distribuição de favelas e loteamentos irregulares na cidade de São Paulo, 2000*

Fonte: Secretaria de Habitação da Cidade de São Paulo, 2002.

A ocupação ilegal é responsável por 43% da população vivendo na fronteira urbana da cidade de São Paulo. Em poucas palavras, a ocupação ilegal das áreas periurbanas pobres parece ser parte do mesmo processo que induz o forte índice de crescimento populacional e desmatamento. Embora baseemos nossos argumentos em dados ambientais, há uma forte lógica para apoiar tais argumentos.

No caso de São Paulo, há diversas barreiras institucionais para a provisão de infraestrutura adequada e serviços sociais em áreas irregulares e/ou invadidas. Este alto nível de irregularidade "justifica" a não-provisão destes serviços ou limita sua disponibilidade potencial. Mesmo quando o Estado decide investir em assentamentos irregulares, é mais difícil achar local adequado para a estrutura social em terras ilegais ou irregulares. Além do mais, o Estado deve seguir procedimentos legais complexos para se apropriar de terra privada. Demora-se mais em achar terra adequada para o equipamento público perto de loteamentos ilegais e favelas. Às vezes, o Estado desiste destas áreas devido ao risco de perder o investimento público feito ali, se, mais tarde, seus proprietários privados decidirem se apropriar do equipamento instalado. Também podem acontecer processos jurídicos contra administradores públicos que não seguem o jogo complexo de procedimentos legais com respeito à regulamentação do uso da terra (Maricato, 1996; Torres, 2002).

Diferentes autores argumentam que o uso informal de terra é um problema fundamental para países em desenvolvimento. Alguns defendem a regularização da propriedade de terra e a simplificação de normas e regulamentação como condições prévias importantes para promover desenvolvimento social e econômico neste tipo de área urbana (Banco Mundial, 1999)[16]. No entanto, deve haver mais discussão pública a respeito do uso da terra e políticas sociais, porque serviços públicos devem estar presentes mesmo quando a regularização de terra não se aplica. No caso do Brasil, alguns desses serviços são tidos como direitos constitucionais.

Tab. 6 *População vivendo em favelas e loteamentos irregulares. Cidade de São Paulo, 2000.*

	Grupos de Áreas			
	Cidade consolidada	Periferia Consolidada > 0 e < 3%	Fronteira urbana > 3% a.a.	Total
População vivendo em favelas	208,478	527,462	430,283	1,166,223
População vivendo em loteamentos irregulares	470,112	591,009	529,862	1,590,983
Total	678,590	1,118,471	960,145	2,757,206
% População vivendo em favelas (*)	4,34	15,50	19,27	11,18
% População vivendo em loteamentos irregulares (*)	9,80	17,37	23,72	15,25
Total (%)	14,14	32,87	42,99	26,43

Fonte: IBGE, 2000 e Secretaria de Habitação da Cidade de São Paulo, 2002.

Nota: (*) Porcentagem de população vivendo em favelas ou loteamentos iregulares em relação à população total do grupo de área.

3 Alcance dos resultados em termos de contribuição para a sustentabilidade da Bacia do Alto Tietê

Os resultados do trabalho mostraram primeiramente que o crescimento demográfico da cidade de São Paulo é muito desigual. Enquanto o centro da cidade perde população, a periferia mais afastada cresce rápido. Associado a esta observação, também percebemos que essas áreas são as mais pobres e com menos infraestrutura da região. Elas

[16] "Só mercados imobiliários em bom funcionamento podem fornecer moradia em quantidade adequada, e manter estes mercados é outra tarefa que merece atenção do setor público. Prover regulamentação universal e estabelecer direitos claros de propriedade a toda terra urbana exigirão fortalecimento das instituições existentes. Regulamentação de terra mal definida faz a terra inútil e dissuade o redesenvolvimento de porções inteiras de uma cidade. Mas simplesmente fornecer posse segura cria incentivos para melhorar a habitação e a infraestrutura dramaticamente. Para evitar adicionar ao acúmulo de problemas habitação e vizinhança, o novo desenvolvimento deve chegar a padrões básicos – mas não excessivos – de conformidade" (Banco Mundial, 1999: 146).

apresentam altos níveis de desmatamento e informalidade em termos do uso da terra. A alta concentração de problemas sociais, ambientais e legais na fronteira urbana faz dela uma área inadequada para incremento populacional, o qual, ironicamente, continua ocorrendo ali a altas taxas[17].

Em segundo lugar, é importante destacar que não é o caso de colocar a culpa nos imigrantes pobres, que vão residir na fronteira urbana, gerando processos de expansão descontrolada da Mancha Urbana. Na verdade, eles são os primeiros a ser afetados pela degradação ambiental, não só pela exposição a riscos ambientais e vetores de doenças contagiosas, mas também porque seus domicílios são menos protegidos em termos de infraestrutura e de condições de moradia, o que revela elevado grau de vulnerabilidade socioambiental dessas famílias.

A lógica que produz a expansão da Mancha Urbana de São Paulo é bastante complexa e está relacionada ao papel de ramos diferentes do governo (regulamentação, impostos, infraestrutura, políticas habitacionais etc.) e ao papel de empresas privadas. Mais provavelmente, esta expansão estaria acontecendo mesmo em um cenário de crescimento zero de população[18].

Portanto, a questão mais significativa aqui é como mudar tais tendências perversas e indesejáveis de expansão descontrolada da Mancha Urbana para áreas cada vez mais distantes. A idéia de que a regulação de uso da terra poderia controlar tais problemas é bem ingênua, já que não pôde regular adequadamente os assentamentos ilegais em São Paulo. A legislação ambiental urbana, por exemplo, é muitas vezes vítima de tal lógica. A "lei de proteção de mananciais", para evitar ocupação de terra, é somente um exemplo trágico do fracasso de uma série de tentativas para impor regulamentação de terra.

Portanto, uma das nossas conclusões é que só uma mudança significativa na dinâmica dos mercados imobiliário e de terras poderia permitir um padrão de crescimento populacional e ocupação do solo *mais sustentável*. A lógica desses mercados faz com que as terras disponíveis nas porções mais centrais da metrópole não sejam ocupadas, tanto devido ao alto preço da terra nessas áreas quanto à ausência de políticas públicas que pudessem redirecionar o crescimento da população para muitas áreas já adensadas e dotadas de infraestrutura urbana, através de projetos habitacionais voltados para população de baixa renda.

4 Potencial de difusão da metodologia e da experiência para comitês de bacia hidrográfica em São Paulo e no Brasil, prefeituras municipais e órgãos estaduais com atuação regional na área metropolitana de São Paulo

Nosso trabalho pauta-se pela utilização de bases de dados públicas e de ferramentas simples de geoprocessamento e sensoriamento remoto, para o desenvolvimento de análises a respeito do crescimento populacional, expansão da mancha urbana e desmatamento das áreas periurbanas da RMSP.

Portanto, a metodologia desenvolvida no trabalho tem grande potencial de difusão para comitês de bacia hidrográfica em São Paulo e no Brasil, prefeituras municipais e órgãos estaduais com atuação regional na área metropolitana de São Paulo.

Neste sentido, cabe destacar que a transferência de tecnologias de geoprocessamento para prefeituras municipais e órgãos estaduais, com atuação regional na área metropolitana de São Paulo, é uma das atividades desenvolvidas pelo Centro de Estudos da Metrópole (CEM-CEBRAP), ao qual este projeto é vinculado.

5 Principais dificuldades na realização do projeto

As principais dificuldades estiveram relacionadas às etapas de pré-processamento e classificação de duas imagens de satélite LANDSAT que foram utilizadas no trabalho.

6 Referências Bibliográficas

ADR 1997. Asian Development Bank on Megacities. In: *Population and Development Review*, v. 23, n. 2, pp. 451-461.

Anselin, L. 1996. Interactive Techniques and Exploratory Spatial Data Analysis. In: *West Virginia University Regional Research Institute Working Papers, 9627.*

Arriagada, Camilo 2000. *Pobreza en América Latina: Nuevos escenarios e desafíos de políticas para el hábitat urbano*. In: CEPAL – Série Medio Ambiente de Dessarrollo, n. 27.

Baldassare, Mark 1986. *Trouble in paradise: the suburban transformation of America.* New York: Columbia University Press.

Bilsborrow, R. E. (ed.) 1998. *Migration, urbanization and development: new direction and issues.* New York: UNFPA and Kluwer Academic Publishers.

Bonduk, Nabil e Rolnik, Rachel. 1979. *Periferia – Ocupação do Espaço e Reprodução da Força de Trabalho*. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/Universidade de São Paulo/Fundação para a Pesquisa Ambiental.

Brockerhoff, Martin 1999. Urban growth in developing countries. A review of projections and predictions. In: *Population and Development Review*, v. 25, number 4, pp. 757-778.

Brockerhoff, Martin and Brennan, H. 1998. The poverty of cities in developing regions. In: *Population and Development Review*, v. 24, number 1, pp. 75-111.

Caldeira, Teresa P. 2000. *City of walls: crime, segregation and citizenship in Sao Paulo.* Berkeley: University of California Press.

Clark, D. 1996. *Urban world/global city.* London: Routledge.

Crósta, A.P. 1993. Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto. Campinas: Unicamp (Instituto de Geociências, Departamento de Metalogênese e Geoquímica).

Dean, Warren 1995. *With broadax and firebrand: the destruction of the Brazilian Atlantic Forest.* New York: Stuart B. Schwartz.

Duany, A.; Zyberk E. P. and Speck, J. 2000. *Suburban nation: the rise of the sprawl and the decline of the American Dream.* New York: North Point Press.

[17] Em outras palavras, concordamos plenamente com Martine (2001) que a densidade deveria ser estimulada para reverter tal tendência.

[18] De fato, já é o caso da cidade de São Paulo, que cresce bem lentamente (0,8% por ano, entre 1991 e 2000).

Elsom, Derek M. 1992. *Atmospheric pollution: a global problem.* Cambridge: Blackwell.

Fundação SOS Mata Atlântica. 1998. Atlas da Evolução dos Remanescentes Florestais e Ecossistemas Associados do Domínio da Mata Atlântica no Período 1990-1995. São Paulo, Fundação SOS Mata Atlântica/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Grostein, Marta D. 1987. A cidade clandestina: os ritos e os mitos. O papel da irregularidade na estruturação do espaço urbano no município de São Paulo – 1900-1987. São Paulo: FAU/USP (tese de doutorado).

Gugler, J. 1996. *The urban transformation of the developing world.* New York: Oxford University Press.

Habitat, 1996. The Istanbul declaration on urban settlements. In: *Population and Development Review*, v. 22, n. 3, pp. 591-594.

Hardoy, J.E. and Satterthwaite D. 1989. *Squatter citizen: life in the urban third world.* Londres: Earthscan.

Hogan, Daniel et al. 2001. *Migração e Meio Ambiente nas Aglomerações Urbanas.* Campinas: Nepo/Unicamp.

Hogan, Daniel J. et al. 2000. Um breve perfil ambiental do estado de São Paulo. In: Hogan, Daniel J. et al. (Eds.). *Migração e ambiente em São Paulo: aspectos relevantes da dinâmica recente.* Campinas: Nepo/Unicamp, pp. 275-381.

Hogan, D.J. 1992. Migração ambiente e saúde nas cidades brasileiras. In: Hogan, D.J. e Vieira, P.F. (orgs.). *Dilemas socioambientais do desenvolvimento sustentável.* Campinas: Editora da Unicamp, pp.149-70.

Inforregio, 2000. *The urban audit: toward a benchmark of quality of life in 58 European Cities.* Luxembourg: Office for Official Publications of the European Comunities. *www.inforegio.org*

Jacobi, P. R. 1994. Households and environment in the city of São Paulo: perceptions and solutions. In: *Environment and Urbanization.* Londres: vol. 6, nº2, pp.87-110.

Jones, Gavin, W. and Visaria P. (eds.) 1999. *Urbanization in Large Developing Countries China, Indonesia, Brazil, and India:* London: Oxford University Press.

Kovarick, L. 1979. *A Espoliação Urbana.* Rio de Janeiro: Paz e Terra.

Lim, Gill-Chin 1995. Housing policies for urban poor in developing countries. In: Stein, Jay M. *Classic readings in urban planning.* New York: McGraw-Hill, pp. 521-537.

Lino, L. F. (ed.). 1992. Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Plano de Ação. Vol. 1: Referências Básicas, junho/1992. Consórcio Mata Atlântica e Universidade Estadual de Campinas.

Livi-Bacci, M. and G. De Santis. 1998. *Population and poverty in developing countries.* Oxford, Oxford University Press, International Studies in Demography.

Marcondes, M. J. A. 1999. *Cidade e natureza: proteção dos mananciais e exclusão social.* São Paulo: Studio Nobel / Editora da USP / FAPESP (Coleção Diade Aberta).

Marcondes, M.J.A. 1996. Urbanização e meio ambiente: os mananciais da metrópole paulista. São Paulo: FAU/USP (tese de doutorado).

Maricato, Ermínia 1996. *Metrópole na Periferia do Capitalismo: ilegalidade, desigualdade e violência.* São Paulo: HUCITEC.

Martine, George. 2001. The sustainable use of space: advancing the population/ environment agenda. Paper presented at the Cyber Seminars of the Population-Environment Research Network. *www.populationevironmentresearch.org*

Martine, George. 1996. *Population and environment in the current development scenario.* Harvard Center for Population and Development Studies, Working Paper Series No. 96.02, Harvard University, Cambridge MA.

Massey, Douglas S. 1996. The age of extremes: concentrated affluence and poverty in the 21st century. In: *Demography* 33, n. 4, pp.395-412.

Marques, E. e Saraiva, C. 2004. As políticas de habitação social no município de São Paulo. In: Marques, E. e Torres, H.G. (eds.). *São Paulo: Segregação, pobreza e desigualdade social.* São Paulo: Editora do Senac

Melo, M.C. 1995. State retreat, governance and metropolitan restructuring in Brazil. In: *International Journal of Urban and Regional Planning,* vol. 19, n.3, pp. 342-357.

North, Douglass C. 1990. *Institutions, institutional change and economic performance.* New York: Cambridge University Press.

Olmsted, F.L. 1870. Public parks and the enlargement of towns. Republished by Gates, R.T. and Stout, F. 1996. *The City Reader.* Londres: Routledge, pp. 337-344.

Pick, James B. and Butler, E. W. 1997. *Mexico Megacity.* Boulder: Westview Press.

Platt, R.H. 1994. The Ecological city: introduction and overview. In: Platt, R.H., Rowntree, R.A and Muick, P.C. *The ecological city: preserving and restoring urban biodiversity.* Boston: The University of Massachusetts Press, pp. 1-20.

PMSP 2002. *Atlas Ambiental do Município de São Paulo.* Prefeitura do Município de São Paulo: Secretaria Municipal do Meio Ambiente. São Paulo.

Portes, A. 1998. Economic sociology and the sociology of immigration: a conceptual framework. In Portes, A. (ed.). *The economic sociology of immigration: essays on networks, ethnicity, and entrepreneurship.* New York: Russell Sage Foundation.

Portes, A. 1997. Neoliberalism and the sociology of development. In: *Population and Development Review*, v. 23, n. 2, pp. 229-260.

Portes, A., Dore-Cabral, C. and Landout, P. 1997. *The urban Caribbean: transition to the new global economy.* London: John Hopkins University Press.

PRODES-INPE. 2004. Monitoramento Ambiental da Amazônia por Satélite. *www.inpe.br*

Richards, J.A. 1986. Remote sensing digital image analysis – an introduction. Berlin:Springer-Verlag.

Roberts, Bryan R. 1994. Urbanization and the environment in developing countries: Latin America in comparative perspective. In: Arizpe, L., Stone, M.P. and Major, D.C. *Population and environment: rethinking the debate.* Boulder: West View Press, pp. 303-338.

Sabatini, F. 2001 *Residencial segregation pattern changes in Chile's main cities: scale shifts and increasing malignancy*. Cambridge,

Lincoln Institute of Land Policy. International Seminar on Segregation and the City.

Savedoff, William D. and Spiller, Pablo T. 1999. *Spilled Water: Institutional Commitment in the Provision of Water Services.* Washington: IADB Publications.

Schteingart, Martha 1989. Los produtores del espacio habitable: estado, empresa y sociedad en la Ciudad de México. Mexico City: El Colégio de México.

SEHAB. Plano Municipal de Habitação. São Paulo: PMSP, 2003.

Stein, M. et. al. 1992. *Urban research in the developing world: towards an agenda for the 1990s.* Toronto: University of Toronto, Center for Community Studies.

Torres, H. 2004. Segregação residencial e políticas públicas: São Paulo na década de 1990. In: *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, n.54, pp.41-56.

Torres, H.G. 2002a. Population and the environment: a view from Brazilian Metropolitan Areas. In: Hogan, D., Berquó, E. and Costa, H.M. *Population and Environment in Brazil.* Campinas, CNPD/ABEP/NEPO, pp. 147-166.

Torres, H.G. 2002b. Social Policies for the urban poor: the role of population information systems. Mexico city: UNFPA Country Support Team for Latin America and Caribbean.

Torres, H.G. e Marques, E. 2001. Reflexões sobre a hiperperiferia: novas e velhas faces da pobreza no entorno metropolitano. In: *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, n.4.

United Nations. 1999. *World population prospects: the 1998 Revision.* New York, United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division.

United Nations, 1995. *The challenge of urbanization: the world's large cities.* New York: United Nations.

Waldvogel, B.C. 2003. Projeção de População como instrumento de planejamento. In: *São Paulo em Perspectiva*, 17(3-4), pp. 67-79.

World Bank 1999. *Entering the 21st Century: World Development Report 1999/2000*. Oxford University Press.

World Resources Institute (1992). *Population, poverty and environment stress.* Washington: World Resources Institute.

O Programa para a Governança Municipal em Francisco Morato

José Luís Bizelli

Colaboraram na consecução deste trabalho – além do coordenador-geral, Dr. José Luís Bizelli, Faculdade de Ciências e Letras da Unesp de Araraquara – o vice-coordenador geral, Dr. José Xaides de Sampaio Alves, Faculdade de Artes, Arquitetura e Comunicação da Unesp de Bauru; o coordenador técnico Luciano Pezza Cintrão; os coordenadores de área Adriana Cintrão Maltempi e Fábio Cigoli (Informática); Sabrina Sinabucro Kanesiro Bizelli (Saúde); Lívia Soares de Carvalho Gutierrez (Administração Pública); Júlio César Rodrigues (Cadastro Imobiliário); Fábio Rinaldi Manzano e Catarina Medeiros (Tributária); Sheila Alessandra Jacintho e Stephane Malheiro Launay (Vereança); Alessandro Maltempi, Raphael Machado e Marcelo Taranto (Suporte).
Contato: bizelli@fclar.unesp.br

1 Introdução

O trabalho apresentado avalia a implantação de ferramentas de gestão municipal – elaboradas pela Unesp, durante vários anos de pesquisa e desenvolvimento, e sistematizadas através de projeto abrigado pela Fundunesp – com o intuito de dotar as administrações locais de capacidade para enfrentar as crescentes demandas por políticas públicas de qualidade.

Por um lado, a construção da sociedade brasileira contemporânea expressa as assimetrias de seu modelo econômico, as quais dão uma conotação muito diferenciada aos contextos locais e regionais: a modernização e a pobreza convivem juntas delineando seus contornos espaciais. Polos de desenvolvimento econômico convivem com regiões deprimidas que não se viabilizam enquanto alternativa de vida sustentável para seus habitantes. Periferias e bairros rurais esgarçam a malha das cidades brasileiras, criando bolsões de pobreza absoluta.

Para o resgate cidadão das regiões deprimidas, das periferias e das populações pobres dos bairros rurais, o Estado tem que agir criando uma porta de entrada alternativa ao mercado para o consumo das condições básicas de vida: saúde, educação, promoção social, saneamento e equipamentos urbanos, habitabilidade, mobilidade espacial, lazer, inclusão digital, preservação ambiental, enfim, tudo aquilo que a vida material exige para se reproduzir com dignidade.

Por outro lado, na divisão de responsabilidades entre os entes federados do Estado brasileiro, ganhou força a idéia de que o município tem que fazer a gestão estratégica e sustentável das políticas públicas voltadas ao cidadão. Mais que isso, a esfera local passou a ser considerada como o espaço privilegiado de interlocução entre o cidadão e a administração pública.

O perfil do administrador público local mudou (BIZELLI, 2002). Para criar as condições de interlocução – entre a administração municipal e o munícipe –, formas de ouvir diretamente as demandas cidadãs para a construção e o acompanhamento de políticas foram absorvidas pela estrutura jurídico-institucional vigente: orçamentos participativos, planos diretores participativos, audiências públicas, entre outras.

Nesse sentido, a capacidade de governança local passa a constituir-se enquanto gargalo para a elaboração, implementação, avaliação e correção das políticas públicas estratégicas e sustentáveis. Governança, no sentido utilizado por Frischtak e Atiyas (1996), é a capacidade financeira e administrativa do governo de implantar decisões tomadas. Com o avanço da democracia, porém, torna-se imprescindível que o cidadão perceba a eficácia das políticas concretizadas, através da transparência pública. Assim, o conceito de governança agrega, além dos aspectos administrativos e financeiros, uma dimensão política (BIZELLI E CINTRÃO, 2005).

Sem governança, uma liderança legitimamente eleita pode deteriorar as condições de governabilidade. Um governo que não reúne condições financeiras e administrativas para transformar em realidade as decisões que toma, acaba por negar os direitos de seus cidadãos e perde credibilidade frente a eles.

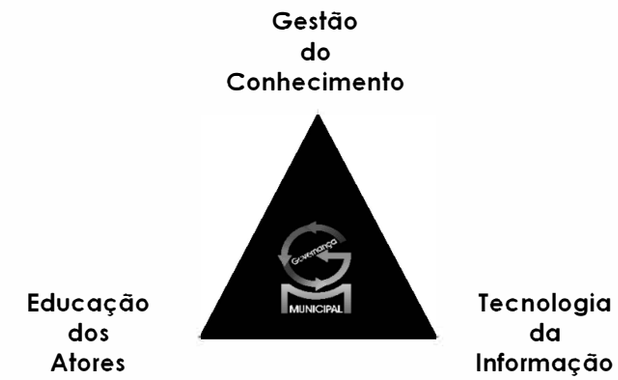
Fica claro, portanto, que na construção da governança municipal – caminho para o fortalecimento da governabilidade e da própria Democracia –, os outros entes federados têm papéis decisivos ligados à elaboração de um projeto para direcionar estrategicamente a melhoria do desempenho administrativo local.

Proporcionar condições estratégicas de governança, no âmbito da cidade, permite que o cidadão garanta seu acesso à rede de serviços que materializam os direitos sociais que estão fixados na Constituição brasileira. O direito à saúde será efetivado – ou não – no posto de saúde do bairro rural; a educação, na escola municipal; os benefícios sociais, na rede de instituições sociais; e assim por diante.

O conhecimento sobre a cidade é produzido, porém, por diferentes atores sob diferentes olhares. A cidade é vista pelo administrador público como seu desafio profissional, como objeto de intervenção a partir da sua criatividade para solucionar demandas específicas. Como foi dito, a cidade é objeto de consumo do cidadão para realizar uma infinidade de ações que suportam a sua existência e as suas mais diversas atividades. A cidade é vista pelo político como local onde o poder de mando se materializa, no qual o seu programa de governo se estabelece ou não. A cidade é vista pela criança enquanto espaço lúdico. Cada ator que olha para a cidade usa os seus conhecimentos para entendê-la e utilizá-la de formas diversas.

Todo este conhecimento plural produzido pelos diferentes olhares sobre a cidade está retido em atores dispersos, sendo difícil sistematizá-lo e compartilhá-lo de forma a construir um novo tipo de gestão do espaço público. Para que a sistematização do conhecimento seja possível, é necessário um processo educativo dos atores envolvidos, o qual tenha como lastro a *publicização* da informação.

Quando a Gestão da Informação está aliada à Formação Continuada no Trabalho para os atores que participam dos processos de construção da coisa pública – da *Res Publica* – é possível se pensar na construção de uma Gestão do Conhecimento para enfrentar os desafios administrativos da cidade para todos.



Com o intuito de ajudar os municípios a encontrar esse caminho para a administração da cidade nasceu o projeto Governança Municipal (Progam), que conta com um conjunto de ferramentas baseadas em Gestão da Informação e em Educação Continuada para o Trabalho. É esse programa, seus resultados e seus limites enquanto processo de gestão de políticas públicas que passamos a analisar.

1.1 Programa de apoio à governança municipal – progam

O Progam, por um lado, utiliza um conjunto de ferramentas – o ***sistema de informações para a governança municipal*** – que disponibilizam e cruzam, de forma ágil e confiável, informações globais sobre a dinâmica socioeconômica que se materializa na malha urbana. Permite, assim, uma constante transparência sobre o processo de tomada de decisões voltadas ao atendimento das demandas da comunidade por prestação de serviços públicos e sua avaliação.

Por outro lado, o projeto oferece um ***programa de educação continuada para a governança municipal***, fortalecendo os atores envolvidos com o processo compartilhado de gestão. Diminui, assim, a resistência da administração local às mudanças que advêm da implantação do sistema de informações e habilita a todos para que venham a desempenhar suas funções de forma *gerencial e comprometida* com as transformações propostas pelo planejamento estratégico sustentável, garantindo o Direito à Cidade (BIZELLI, 2005) como forma de inclusão social. Mais do que expandir o volume de conceitos que possam estar incluídos nos cursos de gestão tradicional, o propósito é transformar a sala de aula e os espaços de discussão sobre a cidade em um processo pedagógico de aprendizagem e *empoderamento*.

1.2 Sistema de informações para a governança municipal

O *sistema de informações* integra, sob um único banco de dados, diversos setores da administração municipal, que passam a compartilhar informações sem perder de vista as necessidades particulares de cada área. As informações e as funções de uso comum (*intersetoriais*) formam a área ***corporativa*** da aplicação, enquanto aquelas de uso predominante ou específico de uma determinada área formam o segmento ***departamental***.

O trabalho inicia-se com a composição do *cadastro técnico* – base para o banco corporativo –, o qual reúne informações para a composição do *cadastro único do cidadão*, para o *cadastro das atividades econômicas do município* e para o *cadastro físico-territorial*. Os dados departamentais – prontuários dos pacientes do sistema de saúde, registro acadêmico dos alunos da rede básica da educação, fichas de atendimento do sistema de promoção social, cadastro de fornecedores, entre outros – vão se articular à base corporativa na construção de um *Banco Multifinalitário Único*.

No *Banco de Dados Multifinalitário*, formam-se as relações de integração lógica entre os dados corporativos e os dados departamentais, através de conjuntos que se hierarquizam – por meio de senhas de acesso – para produzir uma informação (GOLDRATT, 1992) que seja a um só tempo *intersetorial* e específica.

Ferramentas de geoprocessamento criam – a partir dos cadastros técnicos – o *modelo virtual de cidade*, permitindo, assim, que os agentes públicos possam acompanhar, analisar e redirecionar as ações públicas que ordenam a malha urbana. Abre-se caminho para que as políticas públicas traçadas para a cidade possam ser avaliadas com transparência, medidas no seu impacto na qualidade de vida do munícipe. Abre-se caminho, então, para que se possa garantir um índice de governança municipal.

Ao mesmo tempo, o modelo virtual de cidade permite ensaios em complexas análises de *futurabilidade*, proporcionando ao gestor local ferramentas de avaliação dos impactos provocados por novas medidas propostas. No momento em que a prefeitura acolhe o projeto de um *shopping center*, localizado no centro da cidade, quais serão as consequências de um maior fluxo de pessoas convergindo para aquele local? Quais os efeitos sobre o sistema de transporte, sobre os dispositivos viários, sobre o consumo de água, esgoto e energia elétrica, sobre a incidência de crimes ou delitos?

Os produtos compreendidos no sistema de informações para a governança municipal reúnem ***doze módulos de atuação***, sendo o primeiro justamente a ***normalização das bases de dados corporativas do município***, para fins de povoamento do *Banco de Dados Multifinalitário Único*, eliminando as redundâncias e procedendo à devida integridade lógica referencial entre a base digital cartográfica e a base alfanumérica. Essa integridade deve permitir, por exemplo, que a existência de um logradouro, de um bairro ou de um imóvel localizado no município tenha seu respectivo cadastro na base alfanumérica associado a uma entidade cartográfica. Através dessa associação torna-se possível analisar as divergências entre as entidades existentes na base cartográfica e aquelas existentes na base alfanumérica.

Paralelamente ao trabalho de normalização, um segundo produto a ser oferecido é um ***curso de formação e aprimora-***

mento para o pessoal da área de Tecnologia da Informação (TI). São os profissionais da área de TI do município que irão – conhecendo os princípios que regem a arquitetura dos sistemas – administrar o processo de implantação, fornecer os serviços de customização e de desenvolvimento da plataforma utilizada.

Ao mesmo tempo, os funcionários da área de informática que concluem o curso de TI passam a compor uma "comunidade de desenvolvedores" que terá como desafio traçar os novos aplicativos e plataformas do sistema como um todo. Para tanto, os programadores que desenharam a arquitetura do Progam criam um ambiente, no qual os técnicos locais possam conhecer os *fonts* do sistema e possam, passo a passo, formarem-se melhor nos conhecimentos de programação em informática.

Com o apoio dos profissionais da informática que atuam no município, criam-se as condições para implantação dos três próximos produtos, que dizem respeito à gestão das políticas públicas de saúde, educação e promoção social.

O ***sistema informatizado de controle e administração escolar*** – composto pelos módulos de Cadastro Básico Escolar e de Gerenciamento Escolar – permite que se faça o controle sincronizado de todas as escolas municipais, garantindo o acesso às informações de forma mais rápida e segura. Agilizam-se os processos que dependem da disponibilidade e do cruzamento de dados, tais como transferência, escala e substituição de professores, remanejamento, mudanças de calendário, entre outros.

Ao se implantar um sistema informatizado que possibilite a precisão das informações pessoais e acadêmicas de cada aluno, viabilizando um controle de demanda e otimização dos recursos municipais na área da Educação, sabe-se que a questão pedagógica – fundamental para a mudança do padrão da educação em cada unidade escolar – não se resolve. No entanto, ao transferir para o sistema informatizado rotinas que estão ocupando o tempo de gestores qualificados, libera-se capacidade de intervenção para que os agentes educacionais utilizem a sua criatividade e inteligência com ações que tenham impacto na qualidade efetiva da educação oferecida às crianças e aos adolescentes do município.

O ***sistema informatizado de saúde*** vem atender aos requisitos das diretrizes e políticas preconizadas pelo Sistema Único de Saúde – SUS. A saúde privada, no Brasil, está disponível a um pequeno contingente de pessoas que podem pagar os altos custos dos sofisticados serviços que a medicina moderna oferece. O SUS veio para integrar as diversas ações e serviços de saúde mantidos pelo poder público e, em algumas situações, complementar aqueles mantidos pela iniciativa privada, já que saúde é um direito constitucional de todos os cidadãos brasileiros.

Na própria concepção do SUS, é possível identificar os conceitos da governança que se quer introduzir na esfera pública: o sistema fala da gestão na formulação das políticas públicas de saúde e da revisão organizacional das estruturas que prestam as ações e os serviços; o sistema fala de busca não só da eficiência, mas também da eficácia, através da melhoria dos resultados nos aparelhos de saúde; o sistema fala de descentralização, colocando a gestão nas mãos dos agentes locais; e o sistema fala em participação, tanto dos agentes promotores da saúde quanto dos usuários.

O sistema de saúde oferecido pelo Progam aos municípios ajuda na construção da integralidade proposta pelo SUS, integralidade esta que não é vista apenas como uma forma holística de entender o paciente, mas é também uma superação da compartimentalização das ações de promoção, proteção e de recuperação da saúde. As próprias unidades prestadoras de serviços de saúde têm que formar um todo indivisível que só pode se efetivar se houver a troca, em tempo real, de informações departamentais e corporativas, viabilizando a tomada de decisão e a gestão de procedimentos de forma integrada.

A disseminação da informação é o único processo que garante a efetiva participação na construção de um modelo melhor de saúde. O sistema de saúde dá transparência à gestão dentro das unidades de saúde – para os trabalhadores e agentes promotores da saúde – e garante que os resultados – portanto, a eficácia – possam ser verificados pelos usuários e pela população em geral.

Paralelamente, quando o sistema municipal de saúde melhora as decisões tomadas, melhora a participação dos trabalhadores na construção dos procedimentos de atendimento, melhora a comunicação, interna e externa, com as demais unidades que oferecem ações de promoção, proteção e recuperação da saúde. Melhora-se, assim, a saúde do cidadão, garantindo-se a melhoria do princípio de acessibilidade da população aos serviços.

O SUS preconiza ainda que as unidades modernizem sua estrutura administrativa e informatizem seus procedimentos. O sistema de saúde do Progam traz para os gestores – do agente comunitário ao secretário municipal – ferramentas (*softwares*) que, acopladas à rede departamental e corporativa, auxiliam na construção, implantação e acompanhamento das políticas públicas que visam às ações de promoção, de proteção e de recuperação da saúde da população. Facilita-se o acesso às informações produzidas, possibilitando, com isso, condições do exercício da gestão sobre as atividades e maior racionalidade na tomada de decisões. O *banco multifinalitário* é abastecido cotidianamente na própria utilização do sistema que está incorporado no processo de trabalho dos serviços essenciais de saúde.

Fazem parte do sistema informatizado de saúde os seguintes módulos: cadastro e agendamento de profissionais; agendamento de pacientes; lançamento de fichas; prontuário clínico; laboratório; SADT; relatório de lançamento de fichas; controle de estoque.

Fechando o conjunto de sistemas que se voltam diretamente às políticas públicas de inclusão através do poder local, está o ***sistema informatizado da promoção social***. Muito embora os governos estadual e federal mantenham uma gama imensa de programas direcionados às demandas cidadãs, na composição da *rede de atendimento*, cada vez mais, ganham espaço as entidades sem fins lucrativos que se

dedicam ao trabalho de promoção social, ou seja, ganham espaço aquelas entidades que passaram a compor o que se convencionou chamar de terceiro setor – Organizações não-governamentais (ONGs), Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público (OSCIPs), associações sem fins lucrativos, associações religiosas, sindicatos.

Quando se trabalha com uma gama tão variada de agentes envolvidos com uma atividade pública – a promoção da cidadania, a geração de trabalho e renda –, ganha importância para a gestão, por um lado, a preocupação com a transparência na distribuição e no repasse de recursos e, por outro lado, o acompanhamento da execução dos programas propostos pelos diversos agentes do terceiro setor, bem como a avaliação dos resultados efetivos alcançados junto aos cidadãos necessitados.

O controle transparente – através da utilização do sistema informatizado para a liberação dos benefícios sociais em toda a extensão da rede de assistência – proporciona maior justiça na distribuição dos recursos, garantindo que entre os usuários estejam aqueles cidadãos que mais precisam dos auxílios, restringindo a retirada indevida.

A articulação da rede de comunicação entre as entidades que participam do sistema permite ações integradas para o atendimento do assistido, viabilizando a troca de informações sobre os beneficiários e sobre os repasses governamentais de subvenção social que estão sendo proporcionados a eles. Gera-se um prontuário unificado do atendimento municipal em programas de promoção social – seja ele efetuado pelo governo local, pela rede privada ou pelo terceiro setor.

A transparência torna-se uma meta para todo o sistema, já que a sociedade civil – parcela financiadora de muitas entidades – pode fiscalizar todas as ações que estão sendo realizadas para garantir o processo de inclusão dos cidadãos que são excluídos pelo mercado. Sites da Secretaria de Promoção Social e de cada entidade passam a estar disponíveis para que a prestação de contas sobre atividades e utilização de recursos públicos ou privados esteja ali demonstrada.

O sistema ainda disponibiliza informações confiáveis e atualizadas em tempo real pela rede integrada, por meio de busca ativa na base de dados – seja ela departamental ou corporativa –, e gera relatórios que possibilitam a tomada de decisão dos gestores.

Os sistemas que atendem à área das políticas sociais visam a, conjuntamente, fornecer ferramentas que fortalecem um dos braços da governança municipal: a melhoria na utilização dos recursos públicos.

Quando se trabalha com um banco unificado de informações, permite-se que o gestor saiba se a criança que recebe a Bolsa-escola está com sua frequência escolar no índice desejado ou se ela está faltando às aulas porque passou no serviço de saúde e está sob observação, com suspeita de uma doença contagiosa. O professor pode ficar atento aos sintomas da doença para alertar os pais dos alunos que dividem a mesma classe com o aluno doente. Através dos dados georreferenciados é possível identificar se no bairro existem mais casos da doença. Enfim, ganha-se capacidade de gestão sobre os acontecimentos.

É claro que para enfrentar a questão da melhoria do perfil do gasto público, ferramentas de gestão ainda são insuficientes se não forem acompanhadas de uma mudança no perfil do gestor e dos atores sociais, mas este é um assunto para ser tratado no próximo tópico, sobre os programas de educação continuada.

Se tomarmos a governança pelo aspecto da melhoria do perfil da arrecadação pública, também teremos um conjunto de produtos que auxiliam os gestores locais a aumentar a capacidade arrecadadora própria do município. O sexto produto é composto por *softwares* de ***gerenciamento do cadastro imobiliário*** e pelos ***procedimentos de recadastramento imobiliário municipal***, os quais proporcionam oportunidades de melhoria de receita no que diz respeito ao *Imposto Territorial Urbano* (IPTU), às *Taxas de Serviços Urbanos* (TSU), ao *Imposto sobre Transmissão Intervivos de Bens Imóveis* (ITBI), às *Contribuições de Melhorias* (CtM).

Ter capacidade de gestão sobre o cadastro imobiliário significa tanto trabalhar com os *softwares* de gerenciamento quanto lançar mão – sempre que preciso for – da atividade de recadastramento imobiliário, ou seja, da busca ativa de informações na malha urbana.

Um sistema assim constituído permite – em tempo real – que os agentes públicos tenham uma visão abrangente da cidade, possibilitando o planejamento estratégico sobre áreas de expansão desordenada – ou sobre áreas de invasão – que necessitem de infraestrutura, de saneamento básico, de escolas, de postos de saúde, de lazer e cultura, de transporte coletivo e de serviços públicos em geral.

Desenha-se um conjunto de informações necessárias e suficientes para que a municipalidade exerça a sua competência tributária. A informação pode ser genérica: classificada pelos serviços e equipamentos públicos oferecidos a uma área ou classificada por setor, lote, quadra. A informação pode ser específica para cada imóvel, contendo, por exemplo, suas características físicas, área e testada. De qualquer forma, a informação está ordenada para permitir o manuseio, o controle e a atualização, possibilitando a construção de simulações na arrecadação de tributos, os quais irão retornar aos contribuintes nos locais onde forem necessários.

A base SIG – Sistema de Informações Geográficas – permite a interação entre Zonas Tributáveis Urbanas e o lote do contribuinte; permite, portanto, ligar cartografia digital e banco multifinalitário – o qual detém informações sobre cidadãos, empresas e logradouros.

É preciso entender, porém, que aumento de arrecadação não significa aumento de impostos, mas significa a introdução do princípio de justiça tributária, ou seja, de tributação apropriada segundo a capacidade contributiva do munícipe. No entanto, fixar impostos mais justos é parte do desafio para buscar a justiça tributária, pois além de lançar o imposto, o município deve ter capacidade efetiva de cobrá-lo. Senão, os que apostam na incapacidade municipal de cobrança levam vantagem sobre os outros, que contribuem regularmente.

Para tanto, é disponibilizado aos gestores públicos locais o ***sistema informatizado para ajuizamento de feitos processu-***

ais de primeira instância e para a administração do executivo fiscal do município. A ferramenta oferece uma administração mais eficaz da dívida ativa do município, permitindo seu acompanhamento processual e a sua cobrança.

Três são as fases que compõem a implantação do sistema. Primeiro, é feita uma auditoria dos dados, da qual resultará a apuração da liquidez, da certeza e da exigibilidade do crédito. Para tanto, efetua-se a coleta e o tratamento nos dados do sistema de arrecadação local, analisando-se a consistência das informações à luz da legislação, a legalidade dos atos de lançamento e a legalidade da cobrança dos tributos.

Na segunda fase, são introduzidas as rotinas informatizadas: distribuição eletrônica de feitos processuais de primeira instância; materialização dos feitos processuais de primeira instância; atendimento ao contribuinte; acompanhamento do processo de execução fiscal; gestão financeira dos créditos pagos da dívida ativa.

Finalmente, todas as informações são integradas ao *banco multifinalitário*. Essa arquitetura de tratamento de dados é a única que permite conhecer o contribuinte através de análises combinadas. É possível saber o grau de dependência do contribuinte nos sistemas de atendimento municipal – educação, saúde e promoção social –e a sua capacidade econômica efetiva – número de imóveis dos quais é proprietário –, permitindo traçar seu perfil contributivo para uma avaliação administrativa. Possibilita-se, assim, sobrestar, por exemplo, execução fiscal ou cobrança administrativa ostensiva contra contribuinte que se encontre amparado por programas de renda complementar. Essa cobrança, além de ineficaz – face à situação de exclusão econômica – deixa o cidadão mais vulnerável.

Outro produto desenvolvido para dar maior gestão nas questões referentes aos tributos locais é o ***modelo digital de atualização do Cadastro de Atividades Econômicas*** do município. Com o sistema informatizado, a gestão e a baixa de tributos mobiliários – em especial, o *Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza* (ISSQN) – ganham efetividade.

Embora em muitas cidades o processo de produção – responsável pela geração de trabalho e de renda – esteja baseado na atividade econômica rural, criar um ciclo virtuoso de desenvolvimento local sustentável passa, necessariamente, pela expansão da atividade econômica urbana, ligada, em especial, ao comércio e aos serviços.

Os agentes municipais devem estar aptos a regrar a implantação de atividades econômicas na malha urbana, garantindo as condições necessárias à produção de riqueza e permitindo a melhoria contínua da qualidade de vida. Espaço não regulado afasta atividades econômicas responsáveis, deteriora o meio ambiente e coloca em risco o Direito à Cidade.

Se, por um lado, a atividade econômica dá vida ao município, incrementando positivamente a capacidade de compra dos cidadãos através de salários e renda, por outro lado, as empresas geram impostos, que auxiliam a administração a melhorar a arrecadação, permitindo que a população excluída do mercado – de trabalho e de consumo – possa, através do poder público local, ter acesso a bens e serviços necessários à sua reprodução.

O conjunto de *softwares* aplicativos franqueia vias de acesso ao poder municipal, aproximando o contribuinte de tributos mobiliários em geral da administração e facilitando o trâmite de processos dentro da municipalidade. O sistema permite, por exemplo, o uso da internet para a abertura de empresas, alteração de dados cadastrais e pagamento de tributos.

Agilizando-se os trâmites dos processos, ganham o cidadão – que vê reduzido o custo da burocracia sobre a atividade econômica – e o município – que passa a contar com informações atuais e confiáveis para acompanhar a dinâmica econômica local e para a construção das práticas fiscais necessárias ao combate à sonegação.

Naturalmente, a introdução de todos os sistemas considerados acima acaba por exigir uma revisão geral da estrutura organizacional da prefeitura. O nono produto, portanto, é uma ***reforma administrativa***.

Quando se fala em reforma administrativa, logo vem à lembrança o Ministério da Administração e Reforma do Estado – MARE e o seu principal produto, a Emenda Constitucional 19, de 4 de julho de 1998 (EC 19). O intuito das regulamentações propostas foi dar eficácia às estruturas governativas, ou seja, capacidade de produzir resultados que melhorassem a vida do cidadão, introduzindo conceitos da administração gerencial – medida por resultados – em complemento à administração burocrática – medida por procedimentos.

A EC 19 acrescentou aos princípios gerais que regiam a administração pública a partir da Constituição de 1988 – legalidade, moralidade, publicidade e impessoalidade –, a *eficiência*, o que exige uma reorientação dos procedimentos administrativos, ou seja, exige que cada setor da máquina pública estabeleça suas metas, descreva seus medidores de desempenho e institua um sistema de avaliação continuada. À EC 19 somam-se a Lei de Responsabilidade Fiscal e a Lei Federal 10.028 configurando um novo arcabouço jurídico-institucional, no qual os atores políticos e administrativos brasileiros devem agir.

Todos os esforços do MARE, porém, estavam voltados para implantar a reforma administrativa na esfera federal. Com a descentralização, tornou-se inadiável investir na adequação das administrações locais às prescrições legais vigentes, dando governança aos municípios. Sem a revisão organizacional das prefeituras perde-se capacidade de governança, o que compromete a governabilidade dos agentes políticos sobre a máquina administrativa, enfraquecendo a crença na democracia, aumentando a centralização e a rigidez dos procedimentos, impossibilitando a melhoria na gestão com ênfase nos resultados.

Uma reforma administrativa vai além das mudanças remuneratórias. Ela é um conjunto de procedimentos que contempla programas de mudança, revisão das estruturas organizacionais e reformas na legislação. A reforma administrativa visa a: redução dos gastos públicos, eliminando duplicidade de distribuição de tarefas, de coordenações e de planejamen-

tos; modernização dos órgãos públicos, inserindo conceitos de gestão do conhecimento e fornecendo ferramentas de TI; aumento da transparência, permitindo um eficaz combate à corrupção; criação de novas formas de prestação de serviços, promovendo a cidadania e a busca de eficiência nas atividades da administração pública (conforme Art. 37, caput, CF/88). Como trabalharemos mais tarde, todo o processo de revisão organizacional vai criar, também, um espaço de aprendizagem que fortalece os atores envolvidos.

O décimo produto fecha o ciclo de intervenções no *hard core* da administração, canalizando esforços para a sistematização, informatização e controle do ***sistema municipal de administração de materiais***, envolvendo estoque, patrimônio, licitações e compras.

A gestão de materiais na administração pública sempre foi pensada de forma isolada e independente. Não se tinha como foco dar resposta aos desafios da logística de distribuição de produtos essenciais para o funcionamento da máquina, ocasionando o desabastecimento e a paralisação dos serviços básicos que garantem o Direito à Cidade.

O sistema de administração de materiais gera um procedimento de recuperação da governança sobre o processo de distribuição e *otimização* dos parcos recursos orçamentários, conscientizando servidores para o bom uso do dinheiro público e evitando o desabastecimento e o desajuste no fluxo de materiais.

Diversos são os objetivos a serem atingidos: padronização dos produtos utilizados; introdução dos procedimentos de compras com adequada especificação técnica, como forma de garantia da qualidade das aquisições; manutenção de cadastros atualizados de fornecedores, para garantir a impessoalidade na compra e a competitividade na oferta; controle preventivo do gasto das repartições, através de quotas de consumo; controle da execução orçamentária por prévio-empenho da despesa e por cronogramas financeiros de desembolso; desconcentração das atribuições relativas ao consumo de produtos (requisição de estoque) e solicitação de compras, para que cada repartição possa, dentro das quotas de despesa, ampliar sua capacidade de gestão; e manutenção do controle de gastos por programa ou projeto.

Se retomarmos os conceitos trazidos pela EC 19, veremos que a modernização através da informatização da área de Materiais é condição indispensável para que as unidades de despesa do município ganhem eficiência e, assim, elevem a eficácia na prestação de serviços à comunidade.

Os dez módulos que apresentamos até agora compõem o *Sistema de informações para a governança municipal* e estão sintetizados na sinopse abaixo.

Sistema de informações para a governança municipal

1. Normalização das bases de dados corporativas do município

2. Curso de formação em tecnologia da informação

3. Sistema informatizado de controle e administração escolar

4. Sistema informatizado de saúde

5. Sistema informatizado de promoção social

6. Gerenciamento do cadastro imobiliário e recadastramento imobiliário

7. Sistema de dívida ativa e execução fiscal

8. Modelo digital de atualização do cadastro de atividades econômicas

9. Reforma administrativa

10. Sistema municipal de administração de materiais

Educação continuada para a governança municipal

Embora os sistemas descritos aperfeiçoem a captação de recursos próprios e gerenciem melhor o gasto público, permitindo maior transparência governamental, o grande desafio da administração pública atual recai na construção de um modelo de gestão compartilhado entre os atores locais do Executivo – equipe de governo e máquina administrativa –, do Legislativo – vereadores e funcionários – e a população – cidadãos e suas lideranças organizadas.

Não se trata apenas de criar um espaço para a participação. Trata-se de criar um espaço ***educativo*** para a participação, ou seja, de transformar o espaço participativo em um espaço pedagógico, que fortaleça todos os agentes comprometidos com o processo de gestão da cidade. O princípio que rege esse exercício é o da responsabilidade social para com a gestão democrática, comprometida com a garantia do Direito à Cidade para todos!

Não é um exercício simples e, dentro do Progam, a educação continuada para a governança municipal reúne três processos. Um direcionado especificamente à ***educação continuada para o trabalho dos gestores do executivo municipal***, divididos nos dois grupos citados: equipe de governo e máquina administrativa local. O segundo processo se dá na Câmara Municipal e se utiliza da própria reestruturação e adequação dos procedimentos adotados pela casa como matéria da construção de seu processo pedagógico de fortalecimento, recebendo o título de ***projeto vereança***. O terceiro reúne os dois primeiros segmentos com a população em um processo que tem como finalidade traçar o ***Plano Estratégico de Desenvolvimento Saudável e Sustentável – PEDESS***.

A estruturação das três ações de forma conjugada visa a remover os resquícios de centralismo e de autoritarismos que permanecem nas práticas administrativas locais, resultado do regime ditatorial que encastelou as esferas públicas locais em gabinetes blindados contra a participação.

É importante frisar que a remoção do entulho autoritário na administração brasileira começou com a tarefa de redigir a nova Constituição. Seguindo os anseios da população, a Carta de 1988 – complementada por legislação posterior – amplia as oportunidades de participação direta do cidadão na gestão pública: criam-se os Conselhos de Gestão – como, por exemplo, os Conselhos de Saúde, de Educação e da Promoção Social –; passa-se a exigir que os gastos públicos sejam *publicizados* através de audiências públicas; introduzem-se formas compartilhadas de definição de prioridades para atender às demandas populares e de definição de prioridades para orientar os gastos com investimentos locais, como acontece no Orçamento Participativo.

Essas transformações – associadas ao novo arcabouço jurídico-institucional apresentado pela EC 19, pela Lei de Responsabilidade Fiscal e pela Lei Federal 10.028 – obrigam

os servidores públicos e os agentes políticos locais a uma mudança fundamental de comportamento. Exigem da organização municipal um projeto permanente de educação para o trabalho que a habilite à gestão eficiente das rotinas do serviço público eficaz. Ela terá que fixar as metas e as avaliações de desempenho, às quais todo órgão público está sujeito.

Para atender à demanda de qualificação dos servidores municipais, são organizados dois grupos: a equipe que dá sustentação ao prefeito e os servidores da máquina local.

Para os primeiros, o curso é mais rápido e mais intenso. Durante um fim de semana, os secretários ou gestores que estão ajudando o prefeito são incentivados a discutir as metas do governo, as potencialidades e vulnerabilidades dos meios para a sua execução e os indicadores de avaliação que serão usados para medir os resultados obtidos.

Para os servidores, o curso tem um conteúdo maior e busca uma formação mais holística sobre a administração. São ministradas disciplinas de administração pública – Gestão organizacional; Organização e métodos (O&M); Finanças públicas municipais; Gestão de RH; Direito administrativo; Estado, governo e política; Gestão de políticas públicas; Planejamento estratégico do território – que visam a formar um gestor público generalista.

No entanto, o intuito principal dos encontros não é apenas transmitir conteúdos. O curso é estruturado para transformar a sala de aula em local de discussão sobre o "serviço" oferecido pelo município, seja nas áreas meio, seja nas áreas fim. Essa discussão alimenta toda a equipe do Progam para projetar as transformações estruturais que vão impactar na melhoria do funcionamento dos setores da administração.

Trata-se de confrontar, dentro da sala de aula, os diferentes olhares produzidos por servidores que incorporaram em suas práticas a visão do seu departamento, da sua seção, do seu órgão administrativo. A "aula" torna-se o espaço de percepção do outro, do conflito com o outro e da busca de consensos para a sobrevivência da estrutura, que tem no bom atendimento às demandas do cidadão a sua missão precípua.

O processo de educação do qual estamos falando extrapola a sala de aula e invade o "serviço", nos próprios treinamentos sobre os aplicativos para cada setor da organização. O conjunto de discussões e interações entre equipe gestora local, equipe do programa e novas tecnologias para comunicação de dados, para avaliação de resultados e para a modernização da administração pública é que passa a constituir o processo de Gestão do Conhecimento.

É a Gestão do Conhecimento que transforma as bases da cultura organizacional no município, criando sinergias para uma mudança profunda, com ganhos para o cidadão. A transparência pública decorrente da melhoria de comunicação entre prefeitura e munícipe incrementa positivamente a "percepção" do cidadão para os ganhos. Assim, fortalecem-se os gestores locais para a construção do diálogo com o Legislativo e com a população.

Ao tratarmos a questão do Legislativo local, temos que recordar que o poder público, no Brasil, rege-se pelos princípios do Estado democrático de direito e da tripartição dos Poderes – Executivo, Legislativo e Judiciário. No âmbito municipal, é a Câmara de Vereadores que exerce o Poder Legislativo, através de seus representantes eleitos diretamente pelo voto dos cidadãos.

As ferramentas propostas pelo Progam no produto vereança visam a modernizar os procedimentos utilizados pela Câmara Municipal, facilitando o relacionamento desta com o Executivo e com a população, dando publicidade às ações legislativas. São colocados ao alcance dos vereadores e de seus assessores diretos sistemas informatizados que auxiliam não só na construção legislativa das matérias que dizem respeito aos interesses locais, mas também nas funções de fiscalização, controle e assessoramento ao Poder Executivo, de elaboração de critérios para o julgamento político-administrativo e de gestão de assuntos de economia interna. O programa provoca ações que vão além da simples implantação de um conjunto de softwares aplicativos e de cursos sobre as tecnologias básicas de informação.

A intervenção na Câmara começa com formação e preparação de grupos que possam auxiliar na reconstrução do seu Regimento Interno. O resultado é um Regimento Interno que atenda às necessidades do vereador – principalmente daqueles que estão no primeiro mandato – e da própria cidade, um regimento que seja *visual*, ou seja, que transforme as sessões e os procedimentos de construção de proposições em fluxogramas e tabelas explicativas facilmente percebidas.

O segundo passo é uma Reforma Administrativa para que seja possível adequar a estrutura do Legislativo, os cargos e as competências dos funcionários às legislações em vigor.

A partir daí, implanta-se a Câmara Virtual para *publicizar* os atos dos vereadores e dar condições para que sejam criados caminhos de interatividade entre o edil e seus eleitores: o *e-mail* de cada vereador fica disponível. São digitalizados: as atas das sessões legislativas; as ordens do dia; as proposições que estão tramitando; as leis e os códigos municipais. Cria-se um *site*, permitindo consultas a leis, códigos e demais dispositivos.

Os *softwares*, os cursos, as revisões no regimento, a reforma administrativa e a prestação – pelos vereadores – de novos serviços – intensificados pela TI – resultam em uma aproximação entre a Câmara e a população como um todo, dando maior transparência às ações dos legisladores, aumentando a governabilidade e fortalecendo a democracia.

Finalmente, o espaço que reúne democraticamente os três atores decisivos para a nova gestão pública é o ***Plano estratégico de desenvolvimento saudável e sustentável – PEDESS*** (XAIDES, 2001). Para que a governança gere resultados nas organizações locais, faz-se necessário que o princípio da transparência consolide práticas que ultrapassem um cenário de disponibilidade de informações, ou seja, ultrapassem o fato de o cidadão poder enxergar e avaliar as ações que os agentes públicos realizam. Torna-se necessário que a população participe diretamente da construção da gestão pública, ajudando a decidir a agenda das políticas públicas locais.

Neste sentido, o PEDESS utiliza-se do método participativo para a construção de um plano estratégico – municipal

e regional – reunindo todos os setores representativos da sociedade e a população em geral.

A questão é identificar as diretrizes necessárias para o desenvolvimento futuro nos aspectos econômicos, sociais, ambientais, políticos, administrativos e culturais, abrindo novas possibilidades para a geração de renda e empregos; para a melhoria das políticas públicas; garantindo a qualidade de vida para os cidadãos; agindo para elevar o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) ou o Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS) através de projetos de sustentabilidade lastreados na justiça social.

Fortalecer os atores durante o processo de construção do planejamento estratégico – enquanto consolidação de um espaço pedagógico local e regional – torna-se o centro da preocupação. A cidadania só se concretiza quando o poder público ouve as lideranças e as representações dos vários seguimentos que compõem o tecido social – ou seja, dos vários setores que compõem a comunidade em geral –, identificando valores, anseios, interesses específicos e necessidades imediatas; descobrindo e revelando as diferentes capacidades e as diferentes competências.

As decisões sobre as prioridades da gestão e o acompanhamento de todo o processo de implantação são feitos através da parceria entre as representações sociais e a própria equipe de governo liderada pelos técnicos do Progam. O grupo assume o papel de garantir que o método participativo ganhe espaço democrático, fornecendo ferramentas técnicas de gestão do território e articulando os projetos resultantes com outras esferas governativas, de forma que sejam respeitadas as diretrizes, os projetos e as metas traçados para o desenvolvimento de médio e de longo prazo do município e da região como um todo.

Reiterando, então, o objetivo final do PEDESS é possibilitar que a sociedade local – coordenada pelo poder público municipal, em parceria com entidades estaduais – e outros parceiros – públicos e privados – encontrem soluções e apontem os meios fundamentais para que o município e a região possam ter o seu desenvolvimento ordenado e sustentado. Cria-se um caminho para que haja crescimento endógeno e para que seja possível atrair novas empresas, equilibrando o crescimento populacional, a geração de renda, as ofertas de emprego necessárias, a educação para o trabalho e a qualificação global dos recursos humanos.

Os três processos que compõem o módulo de Educação continuada para a governança municipal geram um ambiente de compromisso e responsabilidade entre os atores sociais. Assim, sintetizando, temos o quadro abaixo.

Educação continuada para a governança municipal

1. Curso de educação continuada para o trabalho

2. Projeto vereança

3. Plano estratégico de desenvolvimento saudável e sustentável

Avanços e limites da implantação do programa: o caso de Francisco Morato

Como foi descrito até aqui, o Programa de apoio à governança municipal coloca estratégias de Gestão do Conhecimento – tecnologias de informação e de formação – a serviço das administrações municipais. Assim, essa metodologia de ação vem sendo aplicada em diversos municípios paulistas. Muitos deles têm se responsabilizado pelos custos da implantação, já que veem no programa uma forma de efetivamente arrecadar e gastar melhor seus recursos e dar transparência às ações públicas. Exemplos são os municípios de Bauru, Americana, Catanduva, Lençóis Paulista, Américo Brasiliense.

No entanto, no final de 2005, a Casa Civil do Governo do Estado de São Paulo resolveu patrocinar a implantação do programa em dez municípios de baixo IPRS – Índice de Responsabilidade Social. Criou-se, portanto, um piloto para o que poderia vir a ser um programa estadual de apoio à governança municipal.

O intuito era permitir que o governo recuperasse a sua capacidade de interferir positivamente em um projeto de desenvolvimento que atingisse o cidadão através da melhoria da gestão do poder local. Ao mesmo tempo, o governo estadual facilitaria a criação de uma rede de dados compartilhados que lhe oferecesse a oportunidade de verificar os resultados das ações públicas no município.

É missão do governo estadual combater as causas da pobreza e os fatores de marginalização, promovendo a integração social de setores desfavorecidos, mediante a adoção de uma estratégia de desenvolvimento social (Constituição Federal, art. 23, X). Enquanto os municípios planejam e executam iniciativas de desenvolvimento sustentado e prestação direta de serviços à comunidade, as esferas estadual e federal devem atuar criando mecanismos de indução estratégica ou apoio às políticas públicas locais, oferecendo fontes de financiamento para os gastos públicos e implantando políticas subsidiárias de assistência social.

Quando o município tem reduzida capacidade de governo, ou seja, baixa ***governança*** – resultado da absoluta ausência de recursos financeiros, materiais e humanos que viabilizem um processo de planejamento estratégico e resultado da incapacidade de articulação política local –, cabe ao estado interferir proativamente. Dessa forma, investir em governança para as administrações municipais é incentivar a superação de um gargalo que traz obstáculos ao desenvolvimento local e regional.

A seleção dos municípios a serem alvo do projeto piloto recaiu sobre as regiões do Vale do Paraíba – Lagoinha, Natividade da Serra, Redenção da Serra e São Luís do Paraitinga –; do Vale do Ribeira – Barra do Chapéu, Bom Sucesso do Itararé, Itaóca, Itapirapuã Paulista e Ribeira – e da Grande São Paulo – Francisco Morato.

Outros parceiros institucionais acompanharam o piloto: o Cepam – Centro de Estudos e Pesquisas de Administração Municipal da Fundação Faria Lima, agregando sua experiência em assessorar os municípios paulistas; a Fundap – Fundação do Desenvolvimento Administrativo, adensando o conhecimento na área da educação para servidores públicos; a Fundação Seade – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados, com sua experiência em acompanhamento e avaliação de resultados de projetos – e a Imesp – Imprensa Oficial de São Paulo, local onde se encontra o programa Acessa São Paulo, que utiliza redes de comunicação para propiciar a inclusão

digital no Estado de São Paulo. A Prodesp ficou responsável pela instalação das redes locais e dos *links* para os municípios, administrando os dados em seu *data center*.

Ao considerarmos os resultados do projeto, é preciso que se diga que o modelo proposto pela Unesp através do Progam – modelo este que funciona em municípios como Américo Brasiliense, Lençóis Paulista e Catanduva, por exemplo –, utiliza uma base material de suporte dos aplicativos construída a partir de uma rede metropolitana de comunicação conectada via rádio – *wireless* –, modelo este que hoje se popularizou nas experiências das chamadas cidades digitais. Por questões de opção governamental, o modelo proposto – *wireless* – foi substituído por uma rede, na qual os municípios acessam os aplicativos na Prodesp e enviam dados via cabo.

Os limites impostos por essa opção restringiram a capacidade operativa de implantação do projeto. A ligação dos pontos de conexão da rede de municípios com a Prodesp foi instalada a partir de um contrato que o governo do Estado mantinha com uma empresa de telefonia, provocando atraso de até um ano no cronograma de execução do *project* acordado no contrato inicial. Os *links* instalados mostraram-se de velocidade inferior à necessária para o fluxo de dados, além do que, no início, os municípios se viram impedidos de utilizar a rede de comunicação para acessar outros conteúdos que não os previstos no Progam, inviabilizando a idéia de um banco único que facilitasse o preenchimento, por exemplo, de formulários com o *DataSus*.

Dentro da estratégia elaborada pelo governo para selecionar a amostra, Francisco Morato – que pertence à Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – foi escolhido como variável que diferia dos demais municípios pelo maior grau de complexidade. Os nove municípios dos vales – do Ribeira e do Paraíba – além de baixo IPRS, contavam com população abaixo de 10 mil habitantes. Francisco Morato já passava dos 150 mil habitantes. É claro, portanto, que o município sentiu de forma mais intensa os limites citados, consequência da opção tecnológica de comunicação implantada.

Por ser um município maior, vinculado à região da Grande São Paulo, Francisco Morato também contava com um perfil diferenciado de servidores municipais e com um conjunto de sistemas contratados que ofereciam muitas das funcionalidades que o Progam trazia consigo. Assim, todos os dados da administração da prefeitura, hoje, estão nas mãos de uma empresa que presta este tipo de serviço. O planejamento urbano e o processo de construção da malha digital georreferenciada da cidade – inclusive o próprio Plano Diretor, que em muitas cidades nasceu em decorrência do PEDESS – já estavam sendo implantados através de outra empresa especializada.

É importante frisar que a não substituição dos contratos vigentes com empresas privadas de aplicativos é uma estratégia respeitada pela equipe do Progam. O fundamental na implantação de um programa como este é a adesão dos servidores municipais e dos agentes políticos ao processo. Assim, muitas vezes, os sistemas que estão funcionando em um município, com o qual os servidores já estão acostumados, cujos contratos estão em vigor, são mantidos desde que os dados possam ser compartilhados com o Banco multifinalitário único. Evita-se sempre o desgaste de ferir os interesses de empresas que estão prestando serviços que são bem avaliados pelo município.

Do ponto de vista efetivo, os produtos ligados à ***Educação continuada para a governança municipal*** – o Curso de educação para o trabalho, o Projeto vereança e o Plano estratégico de desenvolvimento saudável e sustentável – não sofreram restrições objetivas. Seus cronogramas de implantação foram seguidos normalmente.

A sala de aula do Curso de educação para o trabalho desenvolveu as suas atividades, sendo que os resultados das dinâmicas ali vivenciadas foram fundamentais para outras áreas do Progam. Os diagnósticos, os prognósticos e os planos estratégicos discutidos durante as diversas disciplinas propiciaram, por exemplo, material de grande utilidade para a construção do projeto da Reforma Administrativa da Prefeitura de Francisco Morato, projeto este que se encontra ainda tramitando na Câmara de Vereadores.

É interessante notar que a percepção holística que passa a ter o gestor no curso, facilita a visão da divisão de tarefas necessárias para a execução de um projeto compartilhado de fôlego, como é a revisão geral dos procedimentos orientadores do trabalho de uma prefeitura. Na sala de aula, os atores se percebem dentro da organização como um todo e têm a oportunidade de pactuar outras formas de trabalho.

Na verdade, há uma forte necessidade de otimização dos recursos disponíveis para alcançar as metas propostas pelo setor público municipal. Os servidores e os agentes políticos sentem-se cada vez mais pressionados, por um lado, pelas demandas crescentes dos cidadãos que cobram eficiência, e, por outro lado, pelo setor privado, sempre desconfiado sobre o destino dado aos impostos e tarifas arrecadados.

A distância temporal criada, porém, entre o curso oferecido pelo Progam – com seus conceitos trabalhados nos conteúdos – e a implantação dos sistemas informatizados atrapalharam a obtenção de melhores resultados. Toda a expectativa positiva por mudanças no processo de trabalho – advinda da vivência de interação entre servidores, agentes políticos e equipe técnica do programa – ficou frustrada quando os *links* demoraram a ser disponibilizados para os municípios ou não atingiram a velocidade e a interatividade suficientes para atender às demandas funcionais do cotidiano.

Com relação ao projeto Vereança, principalmente as assessorias dos vereadores participaram dos processos de construção do *site* da Câmara, enquanto os servidores do Legislativo local e os vereadores centraram seus esforços na revisão do regimento interno.

No entanto, foi no processo inaugurado com o PEDESS que todos os agentes públicos, os representantes da sociedade civil organizada e a população em geral reuniram-se para pensar estrategicamente o futuro. Foi a oportunidade para que os interesses particulares passassem pelo crivo público e para que os atores se fortalecessem enquanto defensores de princípios democráticos de convivência institucional. A participação provocou a qualificação dos atores no processo.

Embora todo esforço de articulação do Plano tenha servido como subsídio para a equipe que conduzia os trabalhos de elaboração do Plano Diretor Participativo em Francisco Morato, é preciso salientar que em outros locais pudemos acompanhar mais de perto o resultado benéfico para o processo de planejamento participativo municipal advindo da implantação dos sistemas que acompanham o Progam.

Só para registrar, o trabalho de construção do Plano Diretor Participativo do município de São Luís do Paraitinga absorveu toda a metodologia do Progam e suas ferramentas de coleta e tratamento de dados, produzindo uma experiência inédita no enfrentamento de questões referentes à disseminação da monocultura nos espaços agrícolas, à preservação histórica e ambiental e à própria participação popular.

A implantação do ***Sistema de informações para a governança municipal*** foi a mais prejudicada pelos problemas citados – aqueles ligados à construção da rede lógica de comunicação metropolitana de Francisco Morato.

O módulo de Normatização da base de dados corporativos – condição para o funcionamento do banco de dados único – e o curso de Formação em tecnologia da informação marcaram o início dos trabalhos e atingiram seus objetivos. No entanto, a velocidade de implantação dos *softwares* para a gestão social – educação, saúde e promoção social – foi diminuída, devido aos problemas técnicos apontados. A opção dos dirigentes locais foi implantar os módulos paulatinamente, gerando um processo que ainda está em movimento.

Da mesma forma já apontada, outros municípios tiveram um desempenho muito melhor na utilização dos aplicativos para a gestão social. É o caso de Barra do Chapéu, em relação à educação, e de Lagoinha (PENZ, 2006), em relação à saúde. Percebe-se que quando um conjunto de ferramentas gerenciais passa a estar disponível, nas mãos de pessoal habilitado, o próprio processo de trabalho vai se modificando. As ferramentas oferecem uma oportunidade para que as pessoas provoquem as mudanças de forma produtiva, melhorando a governança e permitindo a participação de todos os funcionários e a transparência sobre as ações para o público externo.

Dos módulos que complementam o *Sistema de informações para a governança municipal*, a Reforma Administrativa – como foi dito – está sendo apreciada pela Câmara Municipal; o Gerenciamento do cadastro imobiliário e o processo de recadastramento ficaram sob a responsabilidade da empresa que fez o Plano Diretor; e os demais módulos – Sistema de dívida ativa e execução fiscal, Modelo digital de atualização do cadastro de atividades econômicas, Sistema municipal de administração de materiais – estão sendo gerenciados pela empresa que fornece os *softwares* de administração para o município.

2 Conclusão

Como conclusão, é importante ressaltar o papel estratégico dos governos – estadual e federal – e da sociedade civil organizada para incrementar positivamente a governança nos municípios. Com a descentralização, os resultados que podem ser obtidos através das políticas públicas dependem da criatividade e dos recursos – financeiros e humanos – de gestão da máquina local. É importante para a governabilidade e para o fortalecimento da democracia que os poderes municipais funcionem e garantam uma porta de entrada aos benefícios da modernidade para aqueles que são cotidianamente excluídos pelo mercado.

Apesar disso, é possível dizer que existe uma armadilha na afirmação de que compete aos municípios a prestação dos serviços de interesse local – em especial, educação, saúde e saneamento básico –, já que se busca, na maioria das vezes, responsabilizar o ente municipal pelas políticas compensatórias de combate às desigualdades econômicas estruturais e pela equidade social.

As políticas públicas municipais são custeadas através de dois mecanismos: pelas receitas próprias dos municípios (IPTU, ISSQN etc.) e pelas transferências correntes advindas do estado (ICMS, IPVA etc.) e da União (IR, IPI etc.).

Diante deste quadro, a armadilha do financiamento dos gastos públicos municipais apresenta três faces: 1) os municípios pobres não podem contar com as receitas próprias para financiar seu desenvolvimento: a capacidade contributiva da população local é reduzida face à pobreza; 2) as transferências correntes do Estado e da União são *retributivas*, sendo proporcionais ao nível de atividade econômica existente do município – ao valor agregado do ICMS, à quota parte do IPVA recolhido no município, entre outros. Na medida em que os municípios pobres têm baixa atividade econômica, as transferências correntes são pequenas e insuficientes para gerar a renda necessária ao desenvolvimento local; 3) por fim, os fundos orçamentários especiais, que têm natureza compensatória – como é o caso do Fundef e do Fundo Municipal de Saúde – repassam recursos insuficientes para o custeio do serviço público a que se destinam. Sem condições de suplementar as verbas necessárias, o município não consegue dar um salto de qualidade, vendo-se condenado a prestar serviços de baixa qualidade à população.

As condições estruturais que determinam o cenário descrito causam pobreza e marginalização, situação na qual se encontram as populações de alguns municípios e algumas regiões paulistas. A incapacidade de governança municipal, já que os atores locais encontram-se desprovidos de ferramentas gerenciais para atuarem na dinâmica do desenvolvimento, em suas regiões, solapa todos os esforços nos níveis estadual e federal de reversão estratégica do quadro de pobreza, refletido em índices como o IPRS.

O desenvolvimento sustentado deve ser construído a partir de uma ótica de longo prazo, baseada na articulação de esforços conjuntos do poder público, iniciativa privada e sociedade civil organizada. A cada um desses atores compete uma função específica no processo do desenvolvimento, a saber: 1) à iniciativa privada compete efetuar investimentos em áreas de atividade que apresentem sustentabilidade econômica, consideradas as potencialidades e vocações locais; 2) ao poder público compete propiciar o impulso que leve à superação das situações de pobreza e exclusão; e 3) à sociedade civil

organizada competem a participação nas decisões e o controle social do governo.

A boa administração do território municipal, para grande parte da população, é a única chance de apropriação dos serviços indispensáveis à reprodução da vida cidadã. A demanda é crescente, já que a tecnologia e a inventividade humana desenvolvem-se rapidamente. O poder local tem que responder não apenas pelo saneamento básico, mas também, por exemplo, pelas condições de inclusão digital, pela internet para todos. Os novos direitos cidadãos pressionam por um poder público cada vez melhor e por uma sociedade civil cada vez mais parceira. A cidade – e tudo o que ela tem e representa – tem que ser de todos. O direito à cidade tem que estar acessível a todos.

O projeto piloto de apoio à governança municipal cumpriu seu papel experimental, revelando aspectos positivos e limites que devem ser enfrentados claramente. As dificuldades – que apareceram mais acentuadas em Francisco Morato, mas que atingiram também todos os outros municípios – foram decorrentes da utilização de um modelo de construção tecnológico para a rede de comunicação que se mostrou incapaz de atender à funcionabilidade e à qualidade exigidas pelo programa.

Mesmo sabendo que as dificuldades encontradas funcionaram enquanto limites para os resultados obtidos, defendemos o papel estratégico do governo estadual para fortalecer a governança municipal com programas como o apresentado aqui.

3 Referências

BIZELLI, J. L. **As armadilhas do governo local: a tentativa de reforma administrativa em Araraquara**. Tese de Doutorado. Araraquara: FCL – UNESP, 2002.

_____ & CINTRÃO L. P. Quadro de referência. **Programa para a Governança Municipal**. In: http://www.governancamunicipal.fclar.unesp.br, 2005.

_____. **A socialização do Direito à Cidade: a questão da governança pública**. In Simpósio Internacional Interfaces das Representações Urbanas em Tempos de Globalização. Bauru: FAAC-Unesp, 2005.

FRISCHTAK, L. L. & ATIYAS, I. (orgs). **Governance, leadership and communication**. Washington: The World Bank, 1996.

GOLDRATT (1992). **A síndrome do palheiro: garimpando informações num oceano de dados**. Educator ed. São Paulo: 1992.

PENZ, C. Suporte Estadual à Governança Municipal. **Revista SP.GOV** número 8. Fundap: São Paulo, 2006.

XAIDES, J. **Voçorocas do Poder Público: na Lei, Forma e Gestão Urbana na "Cidade Sem Limites"**. Tese de Doutorado. São Paulo: FAUUSP, 2001.

A ocupação ao sul do Parque Estadual da Cantareira: um estudo empírico

Lucia Sousa e Silva

Laboratório de Urbanismo da Metrópole (LUME)
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP)
Departamento de História da Arquitetura e Estética do Projeto
Rua do Lago, 876 / CEP 05508-080 - Cidade Universitária / São Paulo / SP - Tel. 011 3091-4649 - E-mail: lumefau@usp.br
Arquiteta e Urbanista graduada pela FAUUSP, Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo (PROCAM / USP) e Pesquisadora do LUME da FAUUSP (luciass@uol.com.br).
Orientadora: Marta Dora Grostein
Arquiteta e Urbanista graduada pela FAUUSP, Mestre pelo College of Environmental Design / University of California / Berkeley / Estados Unidos, Doutora pela FAUUSP, Professora Livre-Docente da FAUUSP e Coordenadora do LUME (martagrostein@uol.com.br).
Identificação da área ou subárea (Tabela FAPESP): Ciências Sociais Aplicadas (6.00.00.00), Planejamento Urbano e Regional (6.05.99.00-6) e Métodos e Técnicas do Planejamento Urbano e Regional (6.05.02.00-2).

A pesquisa ora apresentada consiste na realização de um estudo dos processos de expansão urbana e de ocupação da franja ao sul do Parque Estadual da Cantareira (municípios de São Paulo e Guarulhos) entre as décadas de 1990 a 2000. Atendendo à lógica de periferização urbana e ao padrão de assentamento da população de baixa renda, a dinâmica de expansão urbana aí verificada põe em risco a conservação do Parque Estadual da Cantareira e de seus recursos, ainda que os mesmos encontrem-se legalmente protegidos. Complementarmente, ocorre sobre terrenos frágeis do ponto de vista ambiental, contribuindo para o desencadeamento de problemas ambientais e urbanos, locais e regionais. Se na escala regional estes problemas atingem a população metropolitana, na escala local atingem principalmente a população de baixa renda, relegada a habitar as favelas e os loteamentos clandestinos periféricos.

The purpose of this research is to study the urbanization of the southern fringes of the Cantareira State Park (municipality of Sao Paulo and Guarulhos) in the 1990 to 2000 period. Attending to the logical of urban pattern of settlement of the low income population, the dynamics of urban expansion found there threatens the survival of the Cantareira State Park and its natural resources, in spite of the legal protection of conservation. Furthermore, such occupation occurs on environmentally fragile terrains, contributing to the ensuing environmental urban problems both locally and regionally. If in the regional scale such problems affect the metropolitan population, in the local scale affect mostly the low income population that live in the favelas and in the illegal and irregular housings of the outlying areas.

Palavras-chaves: *questão ambiental urbana, proteção ambiental, expansão urbana, habitação social, metrópole. (urban environmental issue, environmental protection, urban expansion, low income settlement, metropolis.)*

1 Objetivos

O objetivo desta pesquisa foi qualificar a dinâmica de expansão urbana na área em estudo, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento em duas escalas de análise distintas – uma mais abrangente, envolvendo toda a porção ao sul do parque, e outra em escala mais aproximada, englobando uma sub-bacia da Bacia do Alto Tietê. Estas áreas foram denominadas, respectivamente, de Zona de Fronteira e de Bacia do Alto Cabuçu de Baixo.

2 Desenvolvimento do projeto

2.1 Introdução

A zona intermediária entre a Serra da Cantareira e a mancha urbana mais densamente consolidada dos municípios de São Paulo e Guarulhos apresentou características diversas no decorrer do século XX, essencialmente relacionadas à interação entre a dinâmica do centro urbano em expansão e aos diferentes papéis assumidos pela Serra. De forma simplificada, pode-se dizer que três períodos distintos pontuaram as metamorfoses ocorridas na "Zona de Fronteira", situada entre a área urbana consolidada e a floresta da Cantareira – de 1880 a 1950, de 1950 a 1980 e de 1980 a 2000.

Entre as últimas décadas do século XIX e meados do século XX, a Zona de Fronteira estabeleceu efetivamente um espaço de transição entre a cidade e a floresta, sendo recoberta por chácaras residenciais de produção frutícola e por extensas propriedades rurais – os então denominados cinturão de chácaras e cinturão caipira da cidade de São Paulo (Langenbuch, 1971; Vilaça, 1978; Rolnik, 1999). No centro destes cinturões figurava a área urbana do município de São Paulo, que apenas preparava as bases físicas à sua expansão (Langenbuch, 1971). Na extremidade oposta, ou seja, na periferia norte do cinturão caipira, figurava a Serra da Cantareira, rica em nascentes e distante do centro urbano, passível de ser incorporada ao sistema de abastecimento hídrico da metrópole. Por muitos anos, o antigo *Sistema Cantareira de Abastecimento* atuou como o principal fornecedor de água à população paulistana, e a sua implementação permitiu que a floresta degenerada da Serra fosse aos poucos se recompondo.

Entre 1950 e 1980 a cidade de São Paulo vivenciou um novo processo de explosão demográfica, associado à implantação do parque industrial metropolitano (Maricato, 1982; Costa,

1983; Grostein, 1987). A consolidação do modo periférico de expansão urbana foi uma das respostas encontradas ao problema de acomodação populacional no espaço físico da cidade, apoiada no tripé loteamento clandestino, autoconstrução e casa própria. Enquanto o cinturão de chácaras foi rapidamente absorvido pela área urbana da cidade, o cinturão caipira ao seu redor foi sendo paulatinamente reorganizado ao longo do período, assistindo à substituição de áreas rurais por novos assentamentos urbanos.

Como corolário deste mesmo processo, o *Sistema Cantareira de Abastecimento* tornou-se obsoleto, demandando a construção de um sistema de maior porte. O atual *Sistema Produtor Cantareira* substituiu o antigo, utilizando apenas as nascentes da vertente norte da Serra da Cantareira. Embora perdendo parcialmente a função infra-estrutural de abastecimento, a floresta da Serra da Cantareira passou a notificar-se dentro de um contexto urbano cada vez mais denso e carente de áreas verdes. Em 1963 a Reserva Florestal da Cantareira foi elevada à categoria de Parque Estadual, compreendendo uma área de 7.900 hectares sobre partes dos municípios de São Paulo, Caieiras, Mairiporã e Guarulhos (Mazzei, 1999).

A partir da década de 1980, o aumento da demanda por habitação, especialmente por parte da população de baixa renda, estimulou a expansão da mancha urbana em todas as direções da cidade, atingindo áreas extremamente frágeis do ponto de vista ambiental. Especificamente na porção ao sul do Parque Estadual da Cantareira, esta expansão passou a se caracterizar pelo avanço paulatino da ocupação precária e irregular sobre terrenos com solos superficiais de sedimentação terciária, propiciando o desencadeamento de problemas ambientais urbanos que atingem não somente a escala local, mas todo o conjunto da Bacia do Alto Tietê (Herling, 2002).

Em outros termos, a dinâmica urbana predominante a partir da década de 1980 na periferia metropolitana e, especificamente, na zona norte dos municípios de São Paulo e Guarulhos, passou a incorporar em seu processo de estruturação um novo componente: a desigualdade e a degradação ambiental (Grostein, 2001). Se até então a expansão da mancha na Zona de Fronteira representava uma ameaça efetiva à unidade de conservação, neste terceiro período passou a representar uma ameaça também à qualidade ambiental urbana nas áreas situadas externamente ao parque **(Imagem 1).**

A observação dessa dinâmica motivou a formulação da questão que estruturou esta pesquisa – em que medida o processo de expansão urbana verificado na porção ao norte dos municípios de São Paulo e Guarulhos põe em risco a conservação do Parque Estadual da Cantareira e de seus recursos? E ainda, qual a contribuição desse processo para o desencadeamento de problemas ambientais urbanos?

Por hipótese, considerou-se que a dinâmica de expansão urbana ocorre à revelia da legislação urbana e de proteção ambiental, apresentando fortes componentes de insustentabilidade. Além de pôr em risco diversas áreas de proteção ambiental situadas na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), dentre as quais o Parque Estadual da Cantareira, tal dinâmica contribui para agravar as condições relativas ao meio ambiente urbano. Também por hipótese, considerou-se que a análise destas áreas não deve se restringir aos seus limites, abrangendo a dinâmica urbana de suas áreas circunvizinhas.

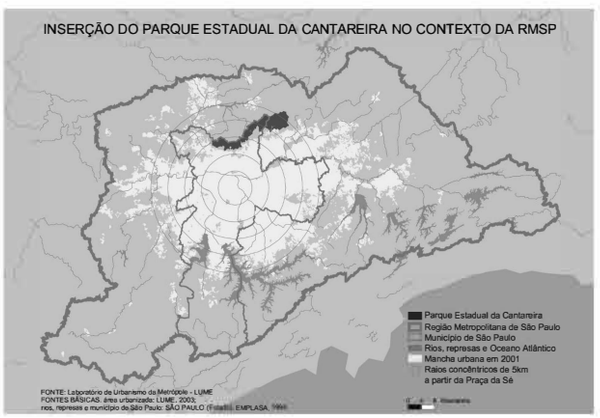


FIG. 1 *Inserção do Parque Estadual da Cantareira no contexto da RMSP*

Tendo como base a questão norteadora e as hipóteses traçadas, a dissertação de mestrado que deu origem a este artigo teve como principal objetivo desenvolver um estudo sobre a expansão urbana e a ocupação neste setor específico da periferia paulistana, sob a ótica da questão ambiental urbana. Para tanto, considerou necessária a construção de um panorama histórico enfocando a área em estudo, desde o final do século XIX até os dias atuais. Em adição, também considerou importante a construção de um panorama histórico da legislação incidente na região em estudo, de grande interferência para a sua conformação físico-territorial atual. Por fim, optou pelo desenvolvimento de um estudo empírico, no qual a dinâmica urbana prevalecente na área pudesse ser avaliada através de técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento, inter-relacionando dados relativos à sua base física, legal, socioeconômica e demográfica. O produto deste estudo empírico é exatamente o conteúdo a ser destacado no artigo que ora se apresenta.

2.2 A ZONA DE FRONTEIRA ENTRE A CIDADE E A FLORESTA: UM ESTUDO EMPÍRICO

Para a consecução do estudo empírico realizou-se um recorte temporal e espacial, de forma a circunscrever a área em estudo. Em relação ao recorte temporal, optou-se por concentrar o desenvolvimento do estudo na década de 1990, visto ser o período ao longo do qual o desencadeamento de problemas ambientais decorrentes da expansão urbana precária e predatória tornou-se especialmente agudo.

Em relação ao recorte espacial, optou-se por enfocar a região em duas escalas de análise distintas: a primeira mais abrangente, envolvendo toda a porção ao sul do Parque Estadual da Cantareira; e a segunda, mais aproximada,

[1] O recorte do objeto de estudo nas duas escalas de análise baseou-se no inter-relacionamento de dados relativos à base física do território com dados atinentes

envolvendo um trecho de uma sub-bacia da Bacia do Alto Tietê. Essas áreas foram respectivamente denominadas Zona de Fronteira e Bacia do Alto Cabuçu de Baixo **(Imagem 2)**[1].

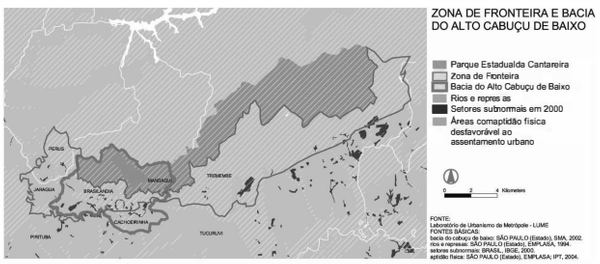


FIG. 2 *Zona de Fronteira e Bacia do Alto Cabuçu de Baixo*

Na escala da Zona de Fronteira, buscou-se examinar as tendências de expansão urbana mais notáveis, correlacionando-as ao processo de supressão de remanescentes vegetais. Em adição, procurou-se relacionar a dinâmica de expansão urbana à evolução da ocupação habitacional precária, confrontando-a com as condições naturais do meio físico. Na escala da Bacia do Alto Cabuçu de Baixo, as análises efetuadas na macroescala foram detalhadas, acrescentando à análise físico-territorial o exame de variáveis socioeconômicas e infraestruturais[2]. Os procedimentos metodológicos redundaram na elaboração de mapas temáticos que abordam a expansão urbana, o desmatamento, a evolução dos setores subnormais, a ocupação ilegal, a infra-estrutura urbana e domiciliar e a renda de chefes de família, nas duas escalas de trabalho.

2.2.1 *Zona de Fronteira*

Analisando-se o mapa A Expansão Urbana na Zona de Fronteira entre 1986 e 2001 **(Imagem 3)**, é possível observar um processo intenso de substituição de porções territoriais vegetadas por áreas urbanas consolidadas, extensivo a diversas regiões contidas na Zona de Fronteira. De fato, enquanto a imagem relativa ao ano de 1986 apresenta uma faixa de espessura significativa de áreas vegetadas ou de baixa densidade de ocupação beirando todo o limite do Parque Estadual da Cantareira, a imagem de 2001 revela uma sensível diminuição desta faixa, na qual zonas urbanas consolidadas se aproximam de forma vigorosa dos limites do parque.

Embora este processo seja observável na Zona de Fronteira em toda sua extensão, em alguns trechos específicos o mesmo se demonstra particularmente acirrado – como nos distritos de Jaraguá e Brasilândia, situados no extremo oeste da Zona de Fronteira, ou nos distritos de Tremembé e Jaçanã, situados em sua porção central. Nestes pontos, o processo de substituição de áreas vegetadas por urbanas aproxima-se sensivelmente dos limites do parque, representando uma ameaça efetiva à manta existente até 1986.

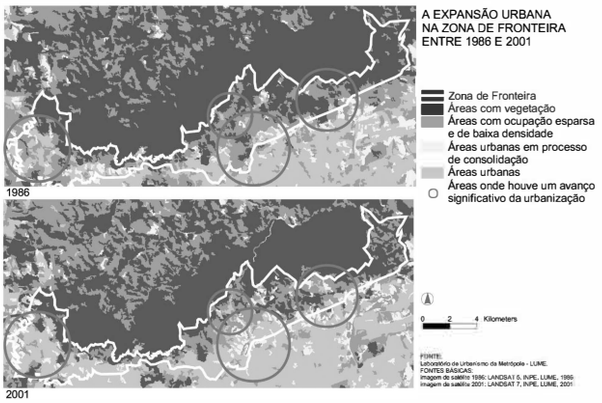


FIG. 3 *A expansão urbana na Zona de Fronteira entre 1986 e 2001*

O mapa O Desmatamento na Zona de Fronteira entre 1986 e 2001 **(Imagem 4)** destaca as áreas que tiveram desmatamento intenso ao longo do período. Tal como o mapa anterior, também esta imagem mostra um desmatamento acentuado nos distritos de Jaraguá, Brasilândia, Tremembé e Jaçanã, além daquele ocorrido em áreas menores situadas no município de Guarulhos. A coincidência entre as áreas com urbanização intensa, apontadas no mapa anterior, e aquelas com perda significativa de vegetação reforça a idéia de que o processo de supressão de vegetação levado a cabo na Zona de Fronteira ao longo da década de 1990 é, em grande medida, fruto da urbanização.

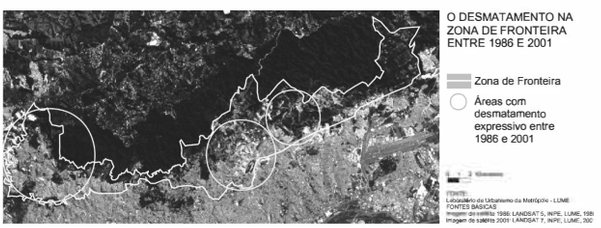


FIG. 4 *O desmatamento na Zona de Fronteira entre 1986 e 2001*

Ao se comparar o mapa Evolução dos Setores Subnormais na Zona de Fronteira entre 1991 e 2000 **(Imagem 5)** com os mapas de expansão urbana e de desmatamento, novamente atenta-se a uma coincidência: as áreas que sofreram processos mais intensos de urbanização e de perda de vegetação apresentam, igualmente, um ganho de setores subnormais entre 1991 e 2000. Este processo ocorre em alguns pontos isolados do distrito de Jaraguá e em algumas áreas do município de Guarulhos, e com bastante intensidade na já

à ocupação urbana, conforme o conceito de Zona de Fronteira desenvolvido por Herling (2002). As áreas que apresentam, simultaneamente, sérias restrições ao assentamento urbano e uma grande concentração de setores subnormais deram origem às denominadas Zona de Fronteira e Bacia do Alto Cabuçu de Baixo. Para maiores detalhes, consultar a dissertação de mestrado que deu origem a este artigo (Silva, 2005).

[2] A verificação das principais tendências de expansão urbana e de supressão de remanescentes vegetais apoiou-se no processamento de imagens de satélite referentes aos anos de 1986 e 2001. Já as análises pertinentes ao uso e ocupação do solo apoiaram-se em um SIG (Sistema de Informações Georreferenciadas), cruzando dados dos setores censitários de 1991 e 2000 produzidos pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), dados de favelas produzidos pelo CEM (Centro de Estudos da Metrópole) e dados sobre loteamentos clandestinos produzidos pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMMA).

mencionada divisa dos distritos de Tremembé e Jaçanã. Nessa área, além do aparecimento de diversos setores subnormais, verifica-se também a existência de inúmeros loteamentos clandestinos.

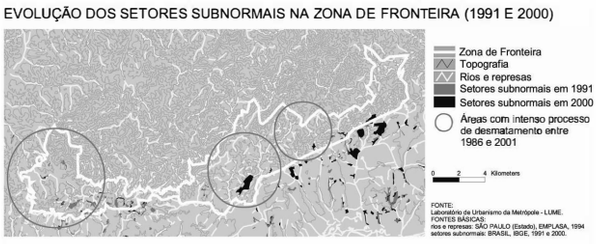


Fig. 5 *Evolução dos setores subnormais na Zona de Fronteira (1991 e 2000)*

Embora a análise dos mapas apresentados seja apenas parcial, pois não pôde considerar a evolução dos loteamentos clandestinos de forma paralela àquela pertinente aos setores subnormais, é possível alimentar a hipótese de que o processo de expansão urbana e de supressão de remanescentes vegetais na Zona de Fronteira associa-se ao avanço da informalidade na área em estudo. Paralelamente, a ocorrência desse processo em áreas de topografia acentuada leva a crer que a ocupação ilegal ocorre sobre áreas frágeis do ponto de vista ambiental, podendo comprometer não apenas a integridade do Parque Estadual da Cantareira, mas as próprias condições ambientais locais e de toda a Bacia do Alto Tietê. O exame na escala da Bacia do Alto Cabuçu de Baixo, contudo, fornece mais insumos para a verificação desta hipótese.

2.2.2 *Bacia do Alto Cabuçu de Baixo*

A exemplo do que ocorre na escala da Zona de Fronteira, a interpretação do mapa A Expansão Urbana na Bacia do Alto Cabuçu de Baixo (**Imagem 6**) denota a ocorrência de um processo intenso de urbanização interno à Bacia, associado à substituição de áreas vegetadas por áreas urbanas internas à mancha e em suas bordas. Esse processo implica uma sensível diminuição da faixa vegetada que até então atuava como uma barreira de proteção ao Parque Estadual da Cantareira, abrindo brechas para que a mancha urbana efetivamente adentre seus domínios.

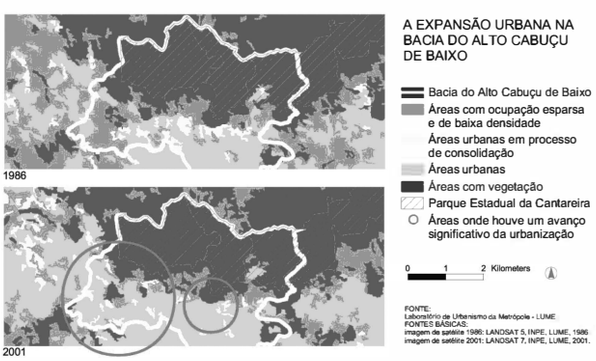


Fig. 6 *A expansão urbana na Bacia do Alto Cabuçu de Baixo*

De forma semelhante, a comparação do mapa anterior com o mapa O Desmatamento na Bacia do Alto Cabuçu de Baixo entre 1986 e 2000 (**Imagem 7**) evidencia, novamente, que áreas que sofreram processos intensos de supressão de vegetação correspondem exatamente àquelas que deram suporte a um processo intenso de urbanização, reforçando a idéia de que um fenômeno está intimamente associado ao outro.

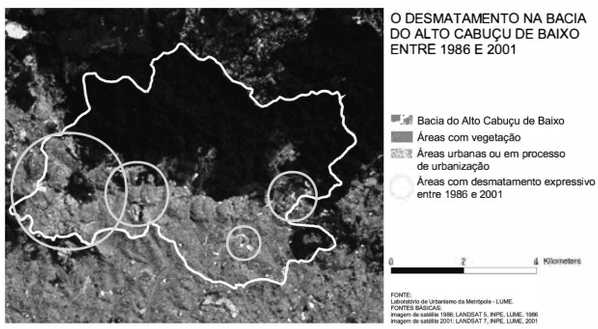


Fig. 7 *O desmatamento na Bacia do Alto Cabuçu de Baixo entre 1986 e 2001*

Contudo, esse mesmo mapa evidencia fenômenos não observáveis na escala da Zona de Fronteira – como um intenso desmatamento ocorrido ao longo de cursos d'água. Enquanto a imagem de 1986 demonstra alguma mata ciliar ao longo do Córrego Cabuçu de Baixo e seus tributários, especialmente dos córregos do Bananal, do Bispo e do Guaraú, a imagem de 2000 mostra suas margens completamente urbanizadas.

O mapa Evolução dos Setores Subnormais na Bacia do Alto Cabuçu de Baixo entre 1991 e 2000 (**Imagem 8**) revela uma presença maciça dessa modalidade habitacional dentro da Bacia, especialmente em áreas lindeiras aos tributários do Córrego Cabuçu de Baixo. Enquanto na porção oeste da Bacia não foi registrado um aumento significativo de setores subnormais ao longo da década de 1990, denotando uma ocupação por favelas mais antiga, na porção leste esse aumento foi notável. Ao comparar esse mapa com o mapa de desmatamento, nota-se que o crescimento de setores subnormais na porção leste da Bacia foi indubitavelmente acompanhado pelo desmatamento de matas ciliares.

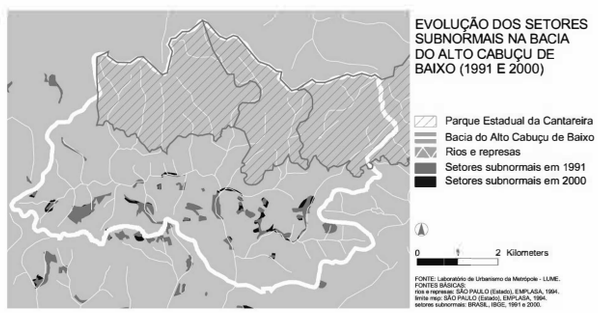


Fig. 8 *A evolução dos setores subnormais na Bacia do Alto Cabuçu de Baixo (1991 e 2000)*

A leitura do mapa A Ocupação Ilegal na Bacia do Alto Cabuçu de Baixo e a Hidrografia (**Imagem 9**) denota que a porção oeste da Bacia, além de concentrar muitos setores subnormais, também concentra uma quantidade expressiva de loteamentos clandestinos. Embora não existam dados

que possibilitem a construção da evolução histórica dessa modalidade habitacional, a coincidência entre as áreas mais intensamente desmatadas ao longo da década de 1990 e as áreas ocupadas por loteamentos clandestinos nesse ano mostra que estas ocupações são relativamente recentes. E, mais uma vez, que a urbanização na área em estudo se associa de forma inequívoca à escalada da ilegalidade.

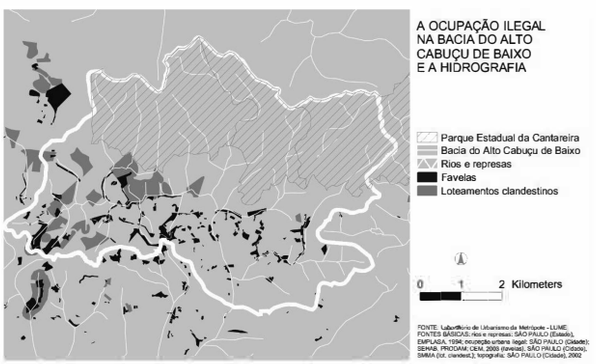


Fig. 9 *A ocupação ilegal na Bacia do Alto Cabuçu de Baixo e a hidrografia*

Ainda na porção oeste da Bacia estão assentados inúmeros conjuntos habitacionais produzidos pelo poder público ao longo da década de 1990 – como a Cohab de Taipas e o Conjunto Habitacional Vila Brasilândia B, promovido pela CDHU. De certa forma, a proliferação destes conjuntos associada a um intenso processo de desmatamento corrobora a idéia de que a atuação do poder público nessas áreas reproduz padrões de insustentabilidade semelhantes àqueles verificados na produção de loteamentos clandestinos e de favelas.

Por fim, a leitura desse mapa evidencia a proliferação de modalidade habitacional precária sobre terrenos extremamente frágeis do ponto de vista ambiental. Mais especificamente, demonstra uma concentração de favelas ao longo de cursos d'água e de loteamentos clandestinos em áreas pertencentes aos baixos esporões da Serra da Cantareira ou na Pré-Serra da Cantareira, onde prevalecem setores extremamente íngremes. Além de representar um grau agudo de violação às leis de proteção ao meio ambiente, esse tipo de ocupação representa riscos ambientais de toda ordem.

A análise do mapa Infraestrutura Urbana e Domiciliar na Bacia do Alto Cabuçu de Baixo (**Imagem 10**) revela uma cobertura bastante extensa dos serviços públicos de abastecimento de água e de coleta de lixo, tanto em 1991 quanto em 2000. As áreas que apontam um porcentual baixo de domicílios atendidos pelos serviços correspondem àquelas com densidade de ocupação muito baixa, quando não inteiramente recobertas por vegetação, ou setores restritos de urbanização ilegal e recente, situados nas proximidades do parque. Já em relação à cobertura da rede pública de esgotos, embora tenha havido uma sensível melhora na cobertura do serviço ao longo da década de 1990, ainda permanecem setores onde o mesmo encontra-se bastante deficiente, especialmente nas áreas ocupadas por loteamentos clandestinos e por favelas localizadas ao longo do Rio Cabuçu de Baixo e de seus afluentes.

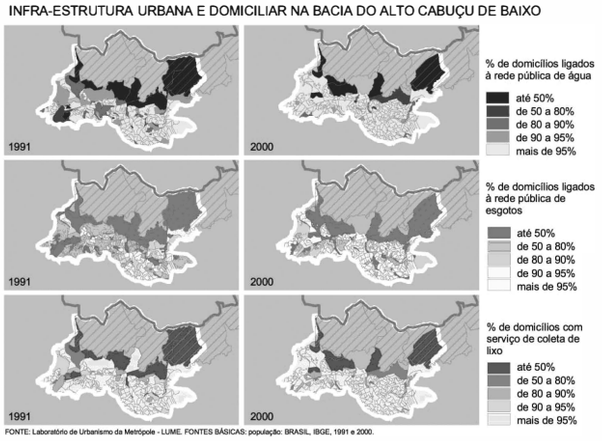


Fig. 10 *Infraestrutura urbana e domiciliar na Bacia do Alto Cabuçu de Baixo*

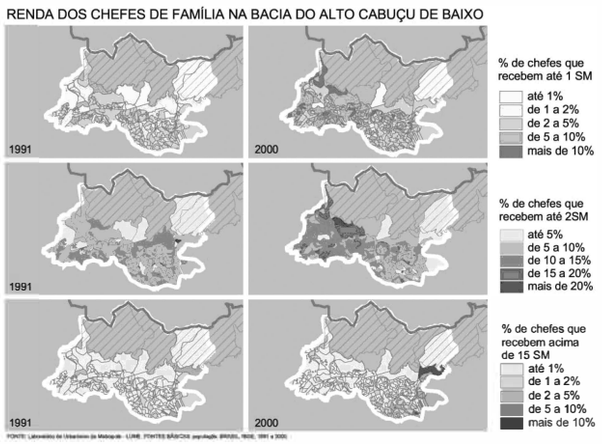


Fig. 11 *Renda dos chefes de família na Bacia do Alto Cabuçu de Baixo*

O mapa Renda dos Chefes de Família na Bacia do Alto Cabuçu de Baixo (**Imagem 11**) demonstra que as diferenças socioeconômicas internas à área em estudo se acentuaram ao longo da década de 1990: ao mesmo tempo em que aumentou o percentual relativo aos chefes de família que recebem até dois salários mínimos, também aumentou aquele relativo aos chefes que ganham acima de 15 salários mínimos. Grosso modo, as áreas que apontaram um incremento da população pobre correspondem aos setores censitários onde estão assentadas as favelas e os loteamentos clandestinos, ao passo que aquelas que apontaram um enriquecimento da população se assentam na porção sul do distrito de Cachoeirinha, situada dentro dos limites da Bacia.

2.3 A zona de fronteira como unidade de intervenção

A Zona de Fronteira e a Bacia do Alto Cabuçu de Baixo sofreram um processo vigoroso de expansão e de adensamento urbano ao longo de toda a década de 1990, tanto interno à mancha quanto em suas bordas. Grosso modo, essa dinâmica está associada a um processo de supressão de remanescentes vegetais, os quais ainda atuavam como uma barreira de

proteção ao Parque Estadual da Cantareira até o final da década de 1990. Embora a expansão da mancha ainda não tenha ultrapassado as bordas do parque, aproxima-se de forma cada vez mais vigorosa de seus limites. Caso persista a dinâmica de expansão observada no período em estudo, pode-se considerar iminente a sua invasão.

A análise pertinente ao uso e ocupação do solo nas duas escalas revelou que a expansão urbana e a supressão de vegetação estão intimamente associadas à proliferação de assentamentos habitacionais precários, caracterizados por loteamentos clandestinos e favelas. Em adição, também se associa à implementação de conjuntos habitacionais produzidos pelo poder público, que reproduzem padrões de insustentabilidade semelhantes àqueles que caracterizam a produção habitacional informal. Em outros termos, o processo de substituição de áreas florestadas ou de antigas propriedades rurais por glebas urbanas precárias tem relação com a baixa provisão habitacional voltada à população de baixa renda, assim como com as alternativas habitacionais de interesse social promovidas pelo poder público.

A relação entre a expansão urbana e a base física revelou que as áreas mais frágeis do ponto de vista ambiental, situadas internamente à área em estudo, vêm sendo paulatinamente ocupadas, especialmente pelas modalidades habitacionais representadas pelas favelas e pelos loteamentos clandestinos. Nesse sentido, verifica-se uma intensificação da ocupação ao longo de cursos d'água por favelas, bem como a proliferação de loteamentos clandestinos diversos em áreas de topografia acidentada e desfavoráveis ao assentamento urbano. Especificamente na Bacia do Alto Cabuçu de Baixo, essas ocupações se processam em áreas pertencentes aos baixos esporões da Serra da Cantareira, ou nas margens do Córrego Cabuçu de Baixo e de seus tributários.

Os dados de infraestrutura urbana e domiciliar e socioeconômicos apenas ilustram os processos em curso na área em estudo acima descritos. As áreas mais precárias, de acordo com os parâmetros mencionados, correspondem exatamente àquelas ocupadas por habitações precárias e ilegais, as quais dão abrigo à população de menores recursos. Além de disseminadas por todo o território da Bacia, algumas áreas especialmente próximas ao Parque Estadual da Cantareira possuem índices preocupantes no que tange à infraestrutura urbana e domiciliar e aos aspectos socioeconômicos.

Vale destacar que, sob todos os aspectos, a dinâmica urbana prevalecente na região em estudo ao longo da década de 1990 revelou-se absolutamente incongruente ao que estipula o conjunto normativo incidente, seja ele urbano ou ambiental, federal, estadual ou municipal. Em linhas gerais, tem como consequência o desencadeamento de uma série de problemas ambientais que se resumem no desmatamento intensivo, em processos erosivos, na instabilização de encostas, no assoreamento e impermeabilização de linhas de drenagem, no aumento da velocidade de escoamento das águas superficiais, na diminuição da capacidade dos leitos, no comprometimento da qualidade das águas e no aumento da vazão dos rios. Conjuntamente, têm como efeitos a elevação da temperatura urbana, a ocorrência de deslizamentos e desabamentos, a proliferação de doenças e o agravamento das enchentes.

Se na escala regional estes problemas atingem a população metropolitana como um todo, na escala local atingem principalmente a população de baixa renda, relegada a habitar nas favelas e nos loteamentos clandestinos periféricos. Além de arcar com o ônus da dificuldade de acesso à habitação, ao saneamento básico, à educação, ao transporte e à saúde, entre outros itens necessários à reprodução social, esta população também se encontra mais exposta e vulnerável aos riscos ambientais (Torres, 1997).

Em suma, a investigação pertinente à expansão urbana na porção ao sul do Parque Estadual da Cantareira demonstrou que é responsável pelo desencadeamento de problemas urbanos e ambientais diversos que transcendem a simples ameaça aos recursos naturais contidos na unidade de conservação. Embora a iminência de ocupação das áreas contidas no parque seja de fato preocupante, dada a importância ambiental associada à Serra da Cantareira, os problemas ambientais e urbanos já estão em curso na região em estudo e devem, com urgência, ser revertidos.

3 Alcance dos resultados em termos de contribuição para a sustentabilidade da Bacia do Alto Tietê

Ao qualificar a dinâmica de expansão urbana prevalecente na área em estudo, acredita-se que os resultados da pesquisa possam contribuir para o alcance da sustentabilidade deste trecho específico da Bacia do Alto Tietê nos parâmetros conceituais especificados. Revelando a incongruência entre essa dinâmica e a base física e social da área em estudo, a pesquisa aponta para a necessidade de revisão dos instrumentos legais existentes e de sua forma de gestão, pressionando para a formulação de políticas públicas mais adequadas à realidade local, que possam reverter o quadro de degradação socioambiental verificado.

4 Potencial de difusão da metodologia e da experiência para comitês de bacia hidrográfica em São Paulo e no Brasil, prefeituras municipais e órgãos estaduais com atuação regional na área metropolitana de São Paulo

A metodologia pode ser replicada em outras sub-bacias da Bacia do Alto Tietê, evidenciando questões específicas que apontem possíveis redirecionamentos na formulação de instrumentos legais e políticas de implementação e de gestão urbana e ambiental.

5 Principais dificuldades na realização do projeto

Escassez de dados que melhor qualifiquem o problema ambiental urbano da Bacia do Alto Tietê e de suas microbacias, apoiando a formulação de políticas públicas e de instrumentos de gestão adequados à sua realidade.

6 Bibliografia

BIRD (Banco Mundial). Agenda Ambiental Marrom e o Setor de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário no Brasil. Os problemas do atendimento às populações pobres e do controle da poluição hídrica. Minuta para discussão. São Paulo: BIRD, 2002 [mimeo.].

BONDUKI, Nabil e ROLNIK, Raquel. "Periferia da Grande São Paulo. Reprodução do espaço como expediente de reprodução da força de trabalho". *In:* MARICATO, Ermínia (org.). *A*

produção capitalista da casa (e da cidade) no Brasil industrial. São Paulo: Alfa-Ômega, 1982.

COSTA, Luiz Carlos. "Aspectos do processo de produção das periferias na Grande São Paulo". Dissertação de Mestrado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP (FAU/USP), São Paulo: 1983.

EPUSP (Escola Politécnica da USP); FAU/USP (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP) e FUSP (Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo). Projeto Plano de Bacia Urbana. A Bacia do Rio Cabuçu de Baixo. Zona Norte da Cidade de São Paulo. São Paulo: EPUSP, 2004 (http//*www.phd.poli.usp.br/cabucu*, 11/2004).

EPUSP (Escola Politécnica da USP); FCTH (Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica); SÃO PAULO (Cidade), SMMA (Secretaria Municipal do Meio Ambiente). Gerenciamento integrado de bacias hidrográficas em áreas urbanas. Projeto Cabuçu de Baixo. São Paulo: EPUSP, 2004 (http//*www.phd.poli.usp.br/cabucu*, 11/2004).

GROSTEIN, Marta Dora. "A cidade clandestina: os ritos e os mitos. O papel da irregularidade na estruturação do espaço urbano no município de São Paulo". Tese de Doutorado, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP (FAU/USP), São Paulo: 1987.

_____. "Metrópole e Expansão Urbana: a Persistência de Processos Insustentáveis". *São Paulo em Perspectiva.* São Paulo: Fundação SEADE, 2001.

_____. "Expansão urbana e planejamento na metrópole paulista: dinâmicas e conflitos no uso e ocupação do solo. Relatório Final". Integrated Water Management and Basic Services for the Poor in Metropolitan São Paulo. São Paulo: BIRD (Banco Mundial), 2002.

HERLING, Tereza. "A floresta em São Paulo, a cidade na Cantareira: fronteiras em transformação". Tese de Doutorado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP (FAU/USP), São Paulo: 2002.

JACOBI, Pedro Roberto. *Cidade e Meio Ambiente: percepções e práticas em São Paulo.* São Paulo: Annablume, 2000.

KOWARICK, Lúcio; ROLNIK, Raquel e SOMEKH, Nadia. *São Paulo: crise e mudança.* São Paulo: Ed. Brasiliense, 1991.

LANGENBUCH, J. Richard. *A estruturação da Grande São Paulo: estudo de geografia urbana.* São Paulo: Biblioteca Geográfica Brasileira, 1971.

MARICATO, Ermínia. *Metrópole na periferia do capitalismo: ilegalidade, desigualdade e violência.* São Paulo: Editora Hucitec, 1996.

MAZZEI, Kátia. "Manejo de unidades de conservação em áreas urbanas. Parque Estadual da Cantareira: discussão para incorporação de novas áreas". Dissertação de Mestrado. FFLCH, Departamento de Geografia da USP, São Paulo: 1999.

MEYER, Regina Maria Prosperi; GROSTEIN, Marta Dora e BIDERMAN, Ciro. *São Paulo Metrópole.* São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo (EDUSP); Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2004.

MONTE-MÓR, Roberto Luís de. "Urbanização extensiva e lógicas de povoamento: um olhar ambiental." *In:* SANTOS, Milton *et al. Território, globalização e fragmentação.* São Paulo: Hucitec, 1994, pp. 169-181.

MONTE-MÓR, Roberto e COSTA, Heloísa S.M. "Urbanization & Environment: trends and patterns in contemporary Brazil". *In:* HOGAN, Daniel Joseph; BERQUÓ, Elza e COSTA, Heloisa S.M. *Population and environment in Brasil: Rio +10.* Campinas: CNPD; ABEP e NEPO, 2002, pp. 127-146.

MORETTI, Ricardo S. e FERNANDES, Agnes. "Sustentabilidade urbana e habitação de interesse social". CD 8º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (Salvador). São Paulo: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2000.

ROLNIK, Raquel e SAULE JR., Nelson. "Habitat II – assentamentos humanos como tema global". *In:* BONDUKI, Nabil (org.). *Habitat: as práticas bem-sucedidas em habitação, meio ambiente e gestão urbana nas cidades brasileiras.* São Paulo: Studio Nobel, 1997, pp.13-17.

ROLNIK, Raquel. *A Cidade e a Lei: legislação, política urbana e territórios na cidade de São Paulo.* São Paulo: Studio Nobel; FAPESP, 1999.

SÃO PAULO (Cidade), SVMA (Secretaria do Verde e do Meio Ambiente). Efeitos ambientais da ocupação irregular na região da Serra da Cantareira no município de São Paulo. São Paulo: SVMA, 2001.

SOBRAL, Helena Ribeiro W. e SILVA, Carlos Celso do Amaral e. "Balanço sobre a situação do meio ambiente na metrópole de São Paulo." *São Paulo em Perspectiva.* São Paulo: Fundação SEADE, 1989.

TORRES, Haroldo da Gama. "Desigualdade ambiental na cidade de São Paulo". Tese de Doutorado. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH) da Universidade de Campinas (UNICAMP), Campinas: 1997.

VILAÇA, Flávio M. "A estrutura da metrópole sul brasileira: áreas residenciais e comerciais". Tese de Doutorado. FFLCH, Departamento de Geografia da USP, São Paulo: 1978.

Projeto Oásis – Conservação da Natureza para proteger a vida

Maria de Lourdes Nunes

FUNDAÇÃO O BOTICÁRIO DE PROTEÇÃO À NATUREZA

1 Apresentação

O Projeto Oásis visa a fortalecer a proteção de remanescentes de Floresta Atlântica e ecossistemas associados na Área de Proteção aos Mananciais da Região Metropolitana de São Paulo, especificamente na bacia hidrográfica da represa de Guarapiranga e nas Áreas de Proteção Ambiental municipais do Capivari-Monos e Bororé-Colônia, abrangendo uma região de aproximadamente 82 mil hectares. As ações deste projeto contribuirão com a manutenção a longo prazo de um manancial estratégico para esta metrópole, que abastece quase 4 milhões de pessoas. É de conhecimento geral que São Paulo enfrenta um risco crescente de colapso do sistema de abastecimento de água, e a perda de um manancial como o da Guarapiranga terá custos econômicos e sociais altíssimos para toda a região metropolitana.

O objetivo geral do projeto é a constituição de um modelo integrado de conservação de áreas naturais particulares, associado à aplicação de princípios de manejo de áreas naturais que garantam o equilíbrio hidrológico destes mananciais. Em consequência, espera-se contribuir decisivamente para a produção de água de boa qualidade, acarretando menores custos de tratamento para potabilidade.

A linha mestra do projeto é o apoio técnico e financeiro à conservação de áreas naturais em propriedades particulares, destinado a proprietários que se comprometam a conservar estes remanescentes, por intermédio de contratos de "premiação por serviços ambientais". Desta forma, será implantado um mecanismo inovador de pagamento por serviços ambientais que contribuirá com a proteção dos mananciais da maior região metropolitana da América do Sul. Serviços ambientais podem ser definidos como os benefícios gerados pelo funcionamento dos ecossistemas naturais, tendo valor indireto e de difícil mensuração. Estes serviços, como a produção de água doce, produção de oxigênio, proteção do solo, regulação do clima, captação de carbono atmosférico e polinização, são insubstituíveis em escala mundial e fundamentais para a manutenção da vida no planeta.

As atividades principais deste projeto serão: 1) a seleção de áreas a serem protegidas; 2) o diagnóstico e a valoração ambiental dos remanescentes naturais das propriedades; 3) o estabelecimento de contratos de "premiação por serviços ambientais" entre a Fundação O Boticário e os proprietários; 4) o desenvolvimento de um modelo integrado de conservação de áreas naturais particulares; 5) o monitoramento ambiental das áreas protegidas.

A Fundação O Boticário atua há mais de três anos na região, e já desenvolveu as bases conceituais deste projeto, tais como: a) Criação de um modelo de valoração ambiental de áreas naturais para fins de proteção de mananciais (Índice de Valoração de Mananciais – IVM); b) Levantamento fundiário e identificação de áreas prioritárias para criação de reservas particulares; c) Construção de parcerias com órgãos governamentais (SABESP, Secretaria do Verde e Meio Ambiente de São Paulo-SP, Conselho da APA Capivari-Monos, Subprefeitura de Parelheiros-Prefeitura de São Paulo-SP, Ministério Público Federal) e organizações não-governamentais.

Até o fim dos primeiros cinco anos do projeto, pretende-se estabelecer um modelo integrado de conservação de áreas naturais particulares que abranja no mínimo 2.500 hectares de remanescentes naturais nesta região. Esta meta é bastante ousada em se tratando de uma região que atualmente conta com cerca de 1.300 ha de terras protegidas por parques estaduais, municipais e Reservas Particulares do Patrimônio Natural, ou seja, menos de 1,5% da área abrangida pelo projeto. Até 2016 pretende-se ao mínimo manter a proteção de 2.500 hectares de áreas naturais, o que corresponde a 6% da vegetação natural remanescente da área de interesse.

2 Objetivo Geral

Contribuir para a proteção de mananciais da Região Metropolitana de São Paulo, pela implementação de um modelo integrado de conservação de áreas naturais particulares, aplicando um mecanismo inovador de premiação por serviços ambientais.

3 Objetivos Específicos

a) Implantar mecanismo de conservação de terras privadas que estabeleça um sistema de pagamento por serviços ambientais;
b) Contribuir para a conservação de áreas naturais na região de mananciais da Região Metropolitana de São Paulo;
c) Influenciar políticas públicas relacionadas à proteção de mananciais para abastecimento;
d) Divulgar o projeto mobilizando para a conservação da natureza e estimulando a replicação do mecanismo implementado.

4 Área de Abrangência

O Projeto Oásis abrange porções dos municípios de São Paulo, Itapecerica da Serra, Embu, São Lourenço da Serra, Cotia, Juquitiba e a totalidade do município de Embu-Guaçu (ver mapa 1 em anexo). A área de atuação do projeto é de aproximadamente 82 mil hectares.

5 Justificativa

A Floresta Atlântica está entre os cinco ecossistemas dotados de maior diversidade biológica do planeta, mas também é considerado um dos mais ameaçados. De uma área original

de cerca de 1,5 milhão de km^2, restam atualmente apenas 91 mil km^2 (7% da extensão original). Além de sua enorme biodiversidade, a Floresta Atlântica tem papel fundamental na conservação dos mananciais de água que abastecem metrópoles brasileiras como São Paulo e Rio de Janeiro. Porém, as áreas urbanas continuam avançando sobre os remanescentes naturais, principalmente através de ocupações irregulares. Em consequência dessas mudanças de uso do solo, os rios sofrem com erosão, assoreamento, poluição por esgotos e outros fatores de degradação, o que se reflete na piora de qualidade dos cursos d'água e consequentemente das represas de abastecimento público alimentadas por estes.

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) possui uma baixa disponibilidade hídrica natural e uma altíssima demanda de abastecimento de água. Existe uma forte dependência de abastecimento de água da represa de Guarapiranga (que recebe uma significativa contribuição hídrica da represa Billings), sendo que este reservatório abastece quase 4 milhões de pessoas, principalmente do município de São Paulo. Em 1976 foi instituída por lei a Área de Proteção aos Mananciais da RMSP, abrangendo, entre outras, as bacias de Guarapiranga e Billings. Visava-se com esta legislação regular o uso do solo nesta região, de forma a manter os processos naturais que garantissem a produção de água potável, a custos razoáveis. A despeito disso, desde a década de 70 desenvolveu-se um processo de mudança de uso do solo desordenada e sem critérios, que não respeitou as diretrizes das leis de proteção aos mananciais da RMSP, principalmente por falta de políticas públicas de fiscalização ou de incentivo à conservação dos mananciais. Em suma, os mecanismos públicos atuais de proteção das áreas de mananciais não se mostraram efetivos, apesar de importantes medidas neste sentido terem sido recentemente implantadas pelo Poder Público (lei específica da Guarapiranga, programa de fiscalização integrada dos mananciais, criação de Áreas de Proteção Ambiental etc).

Em contrapartida, existem exemplos bem-sucedidos de proteção dos mananciais através da conservação das características naturais das bacias produtoras de água para abastecimento público. Um caso notável é o da cidade de Nova York: toda água fornecida aos seus 9 milhões de habitantes é proveniente das bacias hidrográficas de Catskills, Delaware e Croton, onde as florestas constituem 75% da cobertura do solo. No fim da década de 80, a Agência Americana de Proteção Ambiental (EPA) estabeleceu que a água de todas as cidades americanas deveria ser tratada por métodos químicos, a não ser que condições naturais garantissem a pureza da água estabelecida. Em 1997 foi estabelecido por esta agência, pelo governo do estado e pela prefeitura de Nova York o "*Watershed Agreement*" (Acordo de Bacias Hidrográficas). Este acordo tem como linhas mestras: a) o incentivo a práticas de manejo das propriedades em mananciais que favoreçam a diminuição da poluição dos corpos hídricos; b) a aquisição de terras pela prefeitura; e c) a criação de "*conservation easements*", contratos nos quais os proprietários voluntariamente limitam o uso de certas áreas de suas propriedades de forma a conservar seus aspectos naturais, recebendo benefícios financeiros em troca deste compromisso. Os gastos previstos num horizonte de dez anos com a implantação desse acordo estão estimados em US$ 1 a 1,5 bilhão, enquanto que seriam necessários cerca de US$ 6 a 8 bilhões, mais US$ 350 milhões anuais de custos operacionais, para a instalação de uma estação de tratamento de água para atender à população de Nova York.

Se as bacias dos rios que fornecem água às represas Guarapiranga e Billings continuarem perdendo sua cobertura vegetal original, estes mananciais correm o risco de se tornarem operacionalmente inviáveis devido aos severos graus de poluição decorrente e aos altos custos de tratamento, comprometendo o fornecimento de água limpa para milhões de habitantes de São Paulo e municípios vizinhos. Frente a esse quadro preocupante, é preciso incentivar e implementar a conservação de florestas e várzeas nestes mananciais com ações complementares às políticas públicas de proteção aos recursos hídricos. Em decorrência disso é que o Projeto Oásis objetiva a proteção de remanescentes naturais de propriedades particulares na bacia de Guarapiranga e nas APAs Municipais Capivari-Monos e Bororé-Colônia, que abrangem uma região de aproximadamente 82 mil hectares, buscando o compromisso de proprietários em conservar estas áreas naturais em troca de apoio técnico e financeiro para o manejo voltado à conservação das mesmas. Dessa forma, pretende-se prestar uma contribuição significativa para garantir a continuidade do abastecimento de água potável da represa de Guarapiranga, o principal reservatório dentro da Região Metropolitana de São Paulo.

Atualmente, menos de 1,5% da região abrangida pelo projeto é protegida por unidades de conservação de proteção integral. Este projeto tem como objetivo ampliar as áreas naturais integralmente protegidas para mais de 7% da área total de interesse até 2015. Desta forma, o projeto terá um impacto direto e positivo sobre a qualidade de vida de uma das maiores metrópoles do mundo.

Mais do que uma ação única, o projeto visa a ser uma referência para iniciativas semelhantes em outras regiões brasileiras.

PERÍODO DE REALIZAÇÃO DO PROJETO

10 anos (início em 2007 e término em 2016)

VALOR INVESTIDO OU FINANCIADO E CONTRAPARTIDAS

Fontes externas de financiamentos: Fundação Mitsubishi International Corporation – US$ 400.000

Financiamento interno – R$ 1.000.000,00 (2003-2007)

PRINCIPAIS ATIVIDADES DO PROJETO

1) *Definição de regiões prioritárias para o desenvolvimento do projeto*

Para definir as localidades onde o projeto será iniciado, a área total foi dividida em 28 sub-bacias, e as estas foram agrupados três níveis de prioridade, de acordo com o seu grau de conservação e contribuição para a produção hídrica. Para esta definição, foram utilizados critérios de seleção relativos às seguintes características das sub-bacias:

- Porcentagem de vegetação natural;
- Porcentagem de áreas urbanizadas;
- Características físicas que favorecem a produção de água;
- Proximidade com unidades de conservação de proteção integral.

2) *Cadastramento de proprietários interessados*

Os proprietários que entraram em contato com a equipe do Projeto Oásis manifestando interesse em participar do projeto estão cadastrados em um banco de dados, para fins de análise preliminar de enquadramento dos mesmos nas prerrogativas do projeto. São registradas neste banco as características gerais de suas propriedades, tais como área total, área conservada e localização, além dos dados de contato dos interessados.

3) *Análise de localização de propriedades*

As propriedades inseridas dentro da área do projeto são avaliadas quanto à sua inserção em uma das sub-bacias definidas como de primeiro nível de prioridade para apoio ou se correspondem a um dos casos especiais (entorno imediato das represas Guarapiranga e Billings com área natural superior a 10 ha; propriedades vizinhas a Unidades de Conservação de proteção integral). As propriedades que atenderem a estes critérios de seleção passam à fase de Avaliação ambiental rápida.

4) *Avaliação ambiental rápida*

O analista de projetos realiza uma análise expedita das propriedades selecionadas na fase anterior, com o uso de imagens de satélite, cartas topográficas e mapas temáticos (dados secundários). Nesta avaliação ambiental rápida, o analista de projetos verifica se a propriedade apresenta características ambientais que indiquem sua compatibilidade com os objetivos do Projeto Oásis. São avaliados parâmetros como:

- porcentual de cobertura vegetal natural da propriedade;
- estágio predominante de sucessão vegetal;
- porcentual de Áreas de Preservação Permanente (APPs) preservadas.

As propriedades devem atender a parâmetros mínimos estabelecidos para as características acima relacionadas. Os parâmetros ambientais mínimos das propriedades para serem consideradas como áreas de interesse para o projeto estão descritos na tabela abaixo.

Característica	Parâmetro mínimo
Cobertura vegetal natural	30%
Estágio de sucessão vegetal predominante	médio
% de APPs conservadas	50%

5) *Visita às propriedades pré-selecionadas*

As propriedades que atenderem aos requisitos descritos nas etapas anteriores serão visitadas pelos técnicos do projeto para a execução de uma análise mais detalhada das áreas naturais de cada propriedade. Além da verificação de características físicas, serão avaliados aspectos relacionados à titularidade da terra e às práticas de manejo da propriedade.

Para atestar a elegibilidade da propriedade para uma eventual premiação, é realizado um diagnóstico da adequação da propriedade e do proprietário aos princípios do projeto e da Fundação O Boticário, compreendendo principalmente uma verificação das seguintes condicionantes:

- documentação da propriedade em ordem e atualizada;
- inexistência de práticas de manejo da propriedade nocivas ao meio ambiente;
- destinação correta do esgoto e resíduos produzidos na propriedade.

Somente as propriedades que não apresentarem irregularidades relacionadas aos aspectos acima serão consideradas como elegíveis para premiação e apoio pelo projeto, e passarão à fase de classificação de propriedades.

6) *Classificação e Valoração ambiental das propriedades*

Os técnicos do projeto compilarão as características ambientais verificadas na avaliação ambiental rápida e na avaliação *in loco* em um diagnóstico ambiental de cada propriedade. Os valores das características ambientais avaliadas em cada propriedade são inseridos em um modelo de cálculo chamado Índice de Valoração de Mananciais – IVM, desenvolvido pela Fundação O Boticário.

Cada característica ambiental utilizada no IVM recebe um peso específico dentro do modelo de cálculo, referente à importância desta característica para manutenção da qualidade ambiental da propriedade. Ao final deste cálculo é obtido o valor do IVM (entre 0 e 100). A definição do IVM para cada propriedade possibilitará a classificação das propriedades em um ranking em que as propriedades melhor colocadas serão indicadas para o recebimento da premiação por serviços ambientais prestados por suas áreas naturais, devido à maior qualidade ambiental das mesmas.

Neste processo também se determina o valor sugerido de premiação para a propriedade avaliada. O IVM gerará para cada propriedade um valor porcentual, proporcional à pontuação obtida. Este porcentual varia de 50% até 100% do valor máximo de premiação. Este valor foi estimado mediante a identificação dos serviços ambientais que as florestas e várzeas desempenham em relação à proteção de recursos hídricos, como armazenamento de água no solo, controle da erosão e manutenção da qualidade da água. Somando-se os valores estimados para esses serviços ambientais, foi estabelecido o valor máximo de premiação para áreas naturais selecionadas pelo Projeto Oásis: R$ 370/hectare conservado/ano.

O valor de premiação específico para cada propriedade selecionada é obtido multiplicando-se o respectivo Índice de Valoração de Mananciais (IVM) pelo valor máximo de premiação estabelecido pelo Projeto Oásis (R$ 370/hectare conservado/ano). Exemplo: IVM = 0,7; Valor de premiação = R$ 370 x 0,7 = R$ 259/hectare conservado/ano.

7) *Seleção das propriedades a serem premiadas*

Após a verificação do montante de recursos disponível para premiação, é realizada a pré-seleção de um conjunto de propriedades, conforme sua classificação e adequação aos recursos existentes. Os recursos disponíveis devem ser suficientes para custear todo o período de premiação (5 anos) do conjunto de propriedades indicadas.

A seleção final é realizada após consulta aos proprietários, confirmando-se o interesse do proprietário e o prévio aceite do mesmo às condições do projeto.

8) *Análise ambiental das propriedades selecionadas*

Após a seleção final das propriedades a serem premiadas, será iniciada a fase de avaliação detalhada das características ambientais das áreas naturais identificadas. Esta avaliação será feita por meio de levantamentos ambientais a serem realizados

com imagens de satélite, fotografias aéreas e diagnósticos *in loco* das propriedades. Serão registradas características como tamanho e qualidade dos fragmentos vegetacionais, rede de drenagem, conectividade com outras áreas naturais, entre outras. Esta avaliação servirá para se definir a linha de base para o contrato de premiação por serviços ambientais de áreas naturais, ou seja, a caracterização ambiental que servirá de referência para os futuros monitoramentos destas áreas, necessários para a avaliação da efetividade de cumprimento dos contratos.

[1] 9) *Elaboração dos contratos de "premiação por serviços ambientais"*

Após a geração de um valor de referência para o apoio financeiro à conservação de cada área natural, baseado no cálculo do IVM, se procederá a um trabalho de negociação com o proprietário, para definir: a) as características do contrato (obrigações, especificidades) e b) o valor final de apoio (com base no valor calculado pelo IVM). Foi desenvolvido um modelo de contrato específico para premiação pelos serviços ambientais das áreas naturais, adequado às peculiaridades deste projeto. Como referência, adotou-se uma duração de contrato de 5 anos, renovável por mais 5 anos.

10) *Registro legal dos contratos*

Após as rodadas de negociação e havendo o fechamento do contrato, este deverá ser averbado à margem da matrícula do imóvel ou documento de posse e registrado no cartório de imóveis da comarca competente. Este registro garantirá a validade legal dos contratos, sendo que o descumprimento das obrigações contratuais por uma das partes acarretará as penalidades previstas em cada contrato.

11) *Capacitação e orientação técnica aos proprietários das áreas adotadas*

Com base nos conhecimentos de manejo de áreas naturais protegidas que a Fundação O Boticário dispõe e a experiência adquirida através da aplicação de cursos de capacitação do Centro de Capacitação de Conservação da Biodiversidade, serão transmitidos princípios de manejo das áreas naturais apoiadas pelo projeto, com vistas a uma proteção mais eficiente das mesmas. Esta orientação técnica será realizada por meio de reuniões e visitas aos proprietários, e servirá para reforçar os conceitos do projeto, esclarecer dúvidas e receber contribuições dos mesmos para a melhoria dos processos de proteção das áreas naturais.

12) *Monitoramento ambiental das áreas "premiadas"*

Para avaliar a efetividade de conservação das áreas naturais apoiadas e a aplicação das técnicas de manejo transferidas aos proprietários, todas as áreas naturais serão avaliadas semestralmente, a partir da vigência dos contratos. A linha de base gerada pela análise ambiental de cada área, que descreve as características ambientais encontradas no início do contrato, servirá de referência para a verificação da manutenção ou melhoria das condições de conservação das áreas naturais fomentadas.

13) *Divulgação das experiências do projeto e dos conceitos que o orientaram*

Todas as informações do Projeto Oásis relativas aos seus conceitos, objetivos, metodologia, resultados e análises serão transformadas em uma publicação específica, que terá caráter de divulgação e principalmente de referência para o desenvolvimento ou aperfeiçoamento de outras ações similares.

6 ATIVIDADES COMPLEMENTARES DO PROJETO

1) *Divulgação do projeto*

O Projeto Oásis foi lançado oficialmente em um evento realizado na FGV-SP em 03/10/2006, e vem sendo divulgado por meio de várias inserções em mídia impressa e eletrônica. Esta divulgação visa a atingir dois públicos específicos:

a) proprietários de áreas naturais na região de abrangência do projeto comprometidos efetivamente com a conservação destas e interessados em receber apoio financeiro e técnico para tal;

b) tomadores de decisão tais como representantes de órgãos governamentais, organizações não-governamentais, empresas privadas, imprensa e outros, visando a estimular estes atores a também se envolverem no projeto, por intermédio de parcerias técnicas, doação de recursos e outras formas de participação.

2) *Captação de recursos*

Seguindo um plano específico de captação de recursos para o Projeto Oásis, vem sendo realizado um trabalho de prospecção de potenciais doadores, com vistas a garantir a destinação de recursos aos proprietários na forma de premiação por serviços ambientais, de acordo com as metas e prazos definidos. Foram elaborados materiais de comunicação para esta finalidade, que destacam o caráter inovador do projeto no Brasil e a importância ambiental do mesmo. Este material vem sendo enviado para empresas privadas identificadas como potenciais doadores, seja por apresentarem um histórico de investimentos em Responsabilidade Social, seja por estarem sediadas ou por desenvolverem atividades na região de abrangência do projeto.

Esta captação visa especificamente à obtenção de recursos financeiros que subsidiem os pagamentos das premiações por serviços ambientais das áreas naturais apoiadas pelo projeto. Os custos administrativos e operacionais serão arcados pela Fundação O Boticário. Até o momento, foi obtida uma doação da ordem de US$ 400.000 da Mitsubishi International Corporation Foundation. Estima-se serem necessários recursos da ordem de R$ 4 milhões para o pagamento das premiações referentes à meta de 2.500 hectares de áreas naturais protegidas (contratos de premiação de 5 anos).

ALCANCE DOS RESULTADOS EM TERMOS DE CONTRIBUIÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DA BACIA DO ALTO TIETÊ, SEGUNDO OS PARÂMETROS CONCEITUAIS ADOTADOS NO FÓRUM TIETÊ VIVO

a) *dimensão ecológica ou biofísica*: meta de proteção de 2.500 hectares de áreas naturais na região dos mananciais que abastecem a represa de Guarapiranga, sendo estas áreas

[1] Esta faixa de percentual foi calculada a partir da comparação com a rentabilidade de usos concorrentes passíveis de serem desenvolvidos na região, tendo em vista que existem restrições legais de uso do solo na região do projeto.

estratégicas selecionadas pelo seu maior grau de conservação e contribuição para o equilíbrio hidrológico desta região.
b) *sustentabilidade social*: contribuição para a manutenção das condições operacionais da represa de Guarapiranga, por estimular a conservação de fontes de água de boa qualidade que afluem a este manancial que abastece quase 4 milhões de habitantes da Bacia do Alto Tietê.
c) *sustentabilidade político-institucional*: participação nas discussões de políticas públicas que favoreçam a conservação de características naturais de mananciais estratégicos; parcerias institucionais sendo estabelecidas com SABESP e Secretaria Municipal do Verde e Meio Ambiente de São Paulo.
d) *sustentabilidade econômica*: contribuição para a diminuição de custos de tratamento da água ao incentivar a proteção de regiões produtoras de água de boa qualidade; estímulo ao aporte de recursos financeiros para a conservação de áreas naturais estratégicas para o fornecimento de serviços ambientais imprescindíveis para o equilíbrio econômico local.
e) *sustentabilidade geográfica*: contribuição para o controle da expansão urbana na Bacia do Alto Tietê, ao estimular o ordenamento do uso do solo em áreas de mananciais, levando-se em conta a vocação das áreas naturais ali existentes como provedoras de serviços ambientais.
f) *sustentabilidade cultural*: conservação de remanescentes naturais importantes para a população da Bacia do Alto Tietê, em razão dos valores espirituais, recreativos e educativos que essas regiões conservadas podem oferecer aos cidadãos, contribuindo para o desenvolvimento de uma cultura voltada para a recuperação do equilíbrio ambiental da metrópole existente na Bacia do Alto Tietê.

7 INSTRUMENTOS PARA A SUSTENTABILIDADE DO PROJETO

A sustentabilidade do Projeto Oásis é elemento fundamental para que o esforço de conservação dos mananciais da Região Metropolitana de São Paulo não seja efêmero e, sim, um movimento consolidado em benefício da qualidade da água que abastece parte significativa da população paulistana.

Divide-se a estratégia de sustentabilidade do Projeto Oásis em três pontos:

1) *sustentabilidade financeira*: plano de captação de recursos já implementado, buscando o aporte de recursos necessários para o pagamento por serviços ambientais para a extensão de terras definida como meta para a primeira fase do projeto;.

2) *sustentabilidade técnica*: sensibilização e capacitação técnica dos proprietários para o manejo conservacionista de suas propriedades, visando ao comprometimento destes com a conservação de suas áreas naturais, após o término do apoio financeiro da Fundação O Boticário;

3) *apropriação do projeto pela sociedade*:
a) influência em políticas públicas visando à garantia da destinação de recursos financeiros provenientes da cobrança do uso da água (lei estadual 12.183/06) em ações de conservação das bacias hidrográficas produtoras de água para abastecimento público, entre elas, o pagamento por serviços ambientais
b) mobilização da sociedade para participação no projeto e desenvolvimento de projetos similares, através da divulgação em eventos, peças de comunicação e publicações sobre o tema de conservação de mananciais.

Potencial de difusão da metodologia e da experiência para comitês de bacia hidrográfica em São Paulo e no Brasil, prefeituras municipais e órgãos estaduais com atuação regional na área metropolitana de São Paulo

Os termos de cooperação técnica que devem ser formalizados com SABESP e Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente de São Paulo preveem a difusão das informações do Projeto Oásis relativas aos seus conceitos, objetivos, metodologia, resultados e análises. Outras parcerias estão sendo discutidas visando à disseminação desta experiência para a agência de Bacia do Alto Tietê e para os subcomitês de bacias hidrográficas que compõem esta região. É prevista também a elaboração de uma publicação específica, que terá caráter de divulgação, mas principalmente de referência para o desenvolvimento ou aperfeiçoamento de outras ações similares.

8 INSTRUMENTOS PARA A SISTEMATIZAÇÃO DOS PROCESSOS, EXPERIÊNCIAS E RESULTADOS PARA DIVULGAÇÃO

Financeiros:

Previsão orçamentária para a divulgação do projeto através dos veículos de comunicação da Fundação O Boticário, publicações e em veículos de mídia impressa e eletrônica.

Técnicos:

Capacidade técnica da Fundação O Boticário em transferir conhecimentos técnicos relacionados à conservação da natureza, adquirida através da aplicação de mais de 60 cursos relacionados à conservação da natureza, da organização de quatro Congressos Brasileiros de Unidades de Conservação e do lançamento de várias publicações nos últimos 15 anos.

Políticos:

Parcerias com órgãos governamentais e organizações não-governamentais de São Paulo-SP, visando à mobilização destes para a replicação de iniciativas como essa em outras regiões.

9 PLANO DE DIVULGAÇÃO E COMUNICAÇÃO DO PROJETO

O Projeto Oásis conta com um plano de comunicação cujos objetivos são:

. Identificar, visualmente, a realização do projeto na região de atuação;

. Informar propósitos e resultados do projeto a parceiros;

. Motivar a ampliação da rede de parceiros e participantes do projeto;

. Dar visibilidade à iniciativa junto à sociedade;

. Mobilizar a sociedade para a conservação dos mananciais.

Para tanto, tal plano de comunicação inclui ações de assessoria de imprensa e produção de material institucional, além de suporte às ações de relacionamento com parceiros e participantes da iniciativa.

O plano de comunicação prevê a produção de peças de sinalização para a região em que o projeto será realizado (placas de sinalização nas propriedades participantes, etc.) e também a publicação de um site específico sobre as ações do Projeto Oásis. Este site terá como função a geração de informação institucional do projeto, bem como de dados sobre a região e sobre a importância da preservação da água.

Concomitantemente ao desenvolvimento do projeto, estão sendo produzidas peças institucionais de informação sobre a iniciativa, como folder, panfletos, papelaria necessária e um audiovisual, que deve mostrar tanto a realidade da região quanto as estratégias de solução dos problemas identificados. Todos os eventos de relacionamento com parceiros e participantes serão acompanhados pela área de comunicação da Fundação O Boticário, para que se mantenham neles também a identidade visual e a estratégia de comunicação proposta no plano geral.

Durante todo o processo, serão produzidas e realizadas ações de assessoria de imprensa, de modo a apresentar à sociedade a proposta do Projeto Oásis para a proteção dos mananciais da capital paulista, legitimar a iniciativa junto aos proprietários participantes e aos parceiros, e sensibilizar as pessoas sobre a iminência dos problemas relacionados à escassez de água e a importância da conservação da natureza para a reversão desse quadro. Os veículos de comunicação da Fundação O Boticário também serão utilizados para informar regularmente seus públicos quanto ao desenvolvimento e avanços do projeto.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Austin, S. **Riparian Forests Handbook 1.** Virginia Department of Forestry, Charlottesville, Virginia, EUA, 52 pp.

Camphora, A.L. & May, P. 2006. **A valoração ambiental como ferramenta de gestão em unidades de conservação: há convergência de valores para o bioma Mata Atlântica?** In MEGADIVERSIDADE vol. 2, nº 1-2. Dezembro 2006, pp. 24-38.

Constanza et al., 1997. **The value of the world's ecosystem services and natural capital.** Revista NATURE vol. 387. pp. 253-260.

Emerton, L., Bos, E. 2004. **Value. Counting Ecosystems as an Economic Part of Water**

Infrastructure. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 88 pp.

Hewlett, J.D. 1982. **Principles of Forest Hydrology.** University of Georgia Press, Athens, EUA, 183 pp.

Lima, W. de P. 1986. **O papel hidrológico da floresta na proteção dos recursos hídricos.** In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 5, 1986, Olinda. Anais...Olinda: Silvicultura, 1986, v. 41, pp.59-62.

_____. **Princípios de Hidrologia Florestal para o Manejo de Bacias Hidrográficas.** Piracicaba: Departamento de Silvicultura da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Universidade de São Paulo. 242 pp. (mimeo.).

Ranzini et al. 2004. **Processos Hidrológicos de uma Microbacia com Mata Atlântica, na Região da Serra do Mar.** *In* Scientia Forestalis n. 66, pp. 108-119.

Rebouças, R.; Braga, B. & Tundisi, J. G. (eds.) 2006. **Águas Doces no Brasil: Capital Ecológico, Uso e Conservação** – 3ª. edição revisada e ampliada. Escrituras Editora, 748 pp.

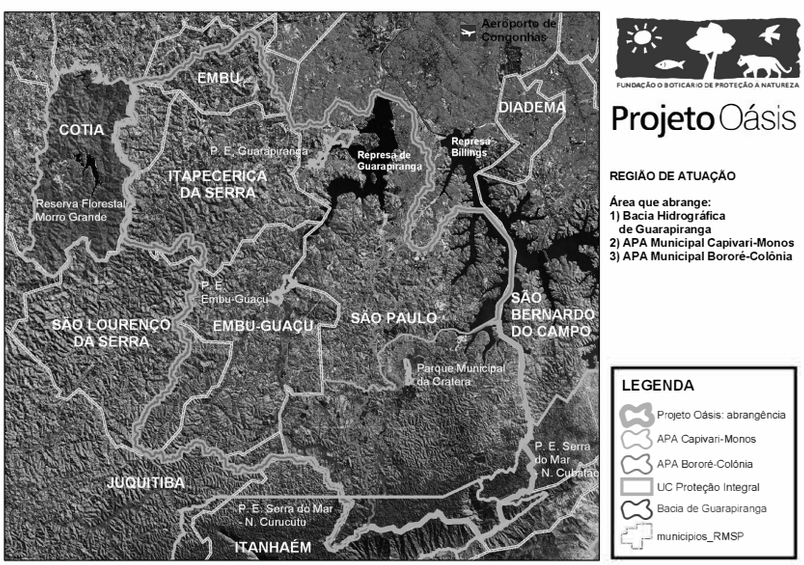
Reis, L.V. 2004. **Cobertura Florestal e Custo de Tratamento de Águas em Bacias Hidrográficas de Abastecimento Público: Caso do Manancial do Município de Piracicaba.** Tese de Doutorado, ESALQ-USP, 215 pp.

Smith, M., de Groot, D. and Bergkamp, G. 2006. **Pay. Establishing payments for watershed services.** IUCN, Gland, Switzerland, 109 pp.

Strobel, J.S. et al. 2006. **Critérios Econômicos Para a Aplicação do Princípio do Protetor-Recebedor: Estudo de Caso do Parque Estadual dos Três Picos.** In MEGADIVERSIDADE, vol. 2, nº 1-2 – Dezembro 2006, pp. 141-166.

Tundisi, J. G. 2003. **Água no século XXI: enfrentando a escassez.** São Carlos: RiMa Artes e Textos. V. 1, 248 pp.

World Bank/WWF Alliance for Forest Conservation and Sustainable Use. 2003. **Running Pure: The importance of forest protected areas to drinking water.** World Bank/WWF, 114 pp.



Microbacias

Uma poluição difusa não controlável pelo sistema coletor de esgoto

Candido Malta Campos Filho

Professor da FAUUSP

1 Introdução

Uma poluição difusa crítica, não controlável em sua disseminação pelo meio ambiente, pois decorre do processo de urbanização e não é passível de ser retirada por sistemas coletores de esgoto, e que, a médio e a longo prazo, caso não seja implantado um sistema de monitoramento que previna a chegada a níveis críticos e na sequência paralisando legalmente, e de fato, a ocupação urbana a tempo, os mananciais a que estiverem referidos, fará com que os mesmos sejam perdidos para uso como destinação humana.

2 Histórico

A preocupação com a *poluição difusa não fosforada* tem um histórico de tentativas de regulamentação de sua medição e controle, tendo em vista as prováveis maléficas consequências resultantes de sua ignorância, qual seja, a perda total e completa de mananciais por ela intoxicados.

Teve início a apresentação do problema através do Movimento Defenda São Paulo – MDSP no CONSEMA, no ano 2000.

Em reunião na Secretaria de Estado do Meio Ambiente, o Prof. Dr. Candido Malta Campos Filho apresentou o problema ao Secretário Adjunto de Meio Ambiente, Sr. Suani Teixeira Coelho, que se mostrou surpreso e preocupado com os fatos.

Durante a tramitação do Projeto de Lei no Subcomitê Cotia Guarapiranga, foi levantada a questão, mas a mesma acabou sendo suprimida da proposta de Projeto de Lei.

Em 2001 foi aprovado o Plano Diretor Estratégico de Itapecerica da Serra, cujo Projeto de Lei foi elaborado pela equipe dos Professores Doutores Candido Malta Campos Filho e Luis Carlos Costa, que traz essa preocupação expressa no art. 12, apresentado a seguir.

"Artigo 12 – É papel estratégico do Plano Diretor Estratégico exprimir a orientação assumida pela comunidade itapecericana a respeito de como alterar as condicionantes que lhe são impostas pelo processo social, econômico e político da Metrópole, no sentido dos objetivos prevalentes escolhidos definindo orientação essa que deve incluir os pontos fundamentais expressos da seguinte forma:

I – É questão estratégica reconhecida pela coletividade, é uma contradição que deverá estar sempre atraindo a atenção dos munícipes e de seus órgãos governamentais, a qual tem sido inerente e persistente ao crescimento urbano de Itapecerica da Serra. De um lado, a necessidade de se preservar os mananciais de água e para isso a necessidade de se definir parâmetros urbanísticos como limites de ocupação do solo de acordo com metas de qualidade da potabilidade das águas da Represa Guarapiranga, um dos principais mananciais da metrópole paulistana. De outro, a atratividade que as mesmas restrições podem produzir, ao reduzir o preço potencial de terrenos onde elas atuam, para os proprietários do solo transgredirem a lei de uso do solo ou permitirem que terceiros o façam como invasores por eles convidados, como tem ocorrido no passado recente, pondo em risco a perda desses mananciais.

II – Para encontrar solução para essa contradição definem-se neste Plano Diretor Estratégico diretrizes de ocupação do solo que visam assegurar aos proprietários do solo urbano usos adequados e lucratividade razoável como renda fundiária, assegurando espaço tanto para assentamentos populares nas áreas urbanas como para assentamentos destinados a níveis de renda mais elevados nas áreas não urbanas, permitindo mistura de ambos os tipos de empreendimentos e ao longo da Rodovia Régis Bittencourt (BR-116) uma predominância de empresas produtivas.

III – Ao mesmo tempo espera-se que iniciativas do Governo Estadual definam mecanismos concretos, destacadamente de uma política habitacional, que possam redirecionar os fluxos migratórios populares, especialmente nas regiões em contigüidade com o Município de São Paulo. Esses fluxos, se não forem controlados, produzirão provavelmente uma superação dos novos limites de ocupação previstos na Lei Municipal. Isso ocorrerá mesmo que a mesma esteja em consonância com os novos limites de ocupação previstos na nova legislação de Proteção aos Mananciais da Sub-bacia do Guarapiranga, que inclua Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambientais – PDPA e respectiva Lei Específica dependentes (na época, não havia ainda sido aprovada a lei referida) de aprovação na Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo.

IV – É preciso que se destaquem os perigos que o anúncio público produz de políticas públicas de proteção aos mananciais que querem evitar a definição de novos limites em nome de uma flexibilidade que se deveria adotar, tendo em vista os previsíveis avanços tecnológicos na sistemática de coleta e tratamento de esgotos. No entendimento deste Plano Diretor Estratégico quando houver significativo avanço nessa tecnologia e daquelas que propiciem importantes reduções de poluição difusa e nos padrões educacionais que reduzam a sua ocorrência no ambiente das represas, o que requererá um monitoramento constante da situação ambiental, deverá se rever o Plano Específico ou mesmo o PDPA – Plano de Diretrizes de Proteção Ambiental no sentido de se rever as metas-meio definidas para alcançarmos a meta maior de potabilidade das águas da represa Guarapiranga. As metas-meio são os limites da ocupação do solo por tipologia da urbanização ou de tecido urbano ou rururbano, como se define neste Plano Diretor Estratégico, e seus diferentes índices de emissão de substâncias poluidoras, a despeito da coleta de tratamento de esgotos e eventual transporte para fora da bacia dos efluentes resultantes. A idéia de não se possuir limites claros, ao invés de apontar no sentido de uma legislação mais moderna porque menos rígida, nos faz caminhar para o extremo oposto ao da rigidez excessiva, ou seja, a idéia da ausência de qualquer limite.

V – O Plano Diretor Estratégico só entrará em pleno vigor uma vez que a Lei Estadual de Proteção aos Mananciais

consubstanciada na aprovação do PDPA e sua Lei Específica estiverem também aprovadas por lei e de modo coerente, de modo a que, aquilo que esteja permitido pela lei municipal seja também permitido pela lei estadual. Enquanto as restrições estaduais forem mais restritivas que as municipais ou vice-versa, essa incoerência prejudicará os munícipes, que não poderão atingir a plena legalidade urbanística para as suas propriedades imobiliárias.

VI – Caso haja divergências de concepção ou parâmetros quantitativos entre a legislação estadual e a municipal, e isso é possível ocorrer caso esses dois níveis de governo que são constitucionalmente independentes entre si não cheguem a um pleno acordo, prevalecerá sempre a legislação mais restritiva, seja ela estadual ou municipal. Há conveniência que haja plena concordância entre esses dois níveis de governo, sendo que a lei estadual deverá estabelecer a condição de a nova lei de proteção aos mananciais só substituir a legislação consubstanciada nas leis ainda em vigor, caso o sistema decisor criado para fazer o planejamento e gestão das bacias hidrográficas do Estado de São Paulo, em especial o referente à sub-bacia do Guarapiranga, aprovar a legislação municipal, estando ela de acordo com as citadas diretrizes estaduais aprovadas por lei na Assembléia Legislativa em termos do PDPA – Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental e respectiva Lei Específica para a sub-bacia do Guarapiranga. Esse acordo das legislações estaduais e municipais será a base de uma cooperação estreita nos sistemas de fiscalização da aplicação das novas leis, sem a qual a sua inoperância, pouca competência ou insuficiência transformará todo o esforço institucional legal que se fez, em letra morta.

VII – Uma política habitacional de tipo popular redirecionadora dos fluxos migratórios será essencial para reduzir a pressão invasora e desrespeitadora da legislação ambiental, e sem ela, os órgãos fiscalizadores estaduais e municipais, mesmo que potencializados, provavelmente não terão força institucional enquanto poder de polícia para conter esse processo social perverso que une interesses de proprietários de terras e movimentos sociais dos sem-teto e de políticos que queiram obter os votos desses setores sociais.

VIII – Esse objetivo habitacional só será alcançado se, ao lado dos investimentos na produção habitacional popular com seus equipamentos, houver uma política fundiária que utilize todos os meios urbanísticos, jurídicos e fiscais disponíveis, para reduzir o custo do acesso ao solo urbano para todos, mais especificamente para os mais carentes (agora previstos no Estatuto da Cidade).

IX – É hoje já reconhecido nos meios políticos e acadêmicos que as anistias estão se transformando em um mecanismo político dos mais perversos, unindo interesses especulativos imobiliários com necessidades sociais verdadeiras, mas por intermédio do qual todos perdem ao, os mananciais, serem ocupados predatoriamente. Por isso não podemos produzir agora apenas mais uma anistia, com a qual, mantidas as condições que as geraram, estaremos preparando outra anistia, em prazo de alguns anos para a frente no futuro.

X – Se não houver um programa de investimentos que hoje é de iniciativa predominantemente estadual no âmbito da Secretaria Estadual de Recursos Hídricos e da SABESP, que vá produzindo a implantação de sistema de coleta de esgotos nas áreas urbanizadas consideradas regularizáveis e com isso vá reduzindo a contribuição de assentamentos urbanos para a poluição derivada dos esgotos domésticos e de usos comerciais, (o excesso de fosfato) como a de usos de serviços e industriais e ao fazê-lo, vá permitindo que o crescimento urbano previsto não ultrapasse os novos limites estabelecidos, o que ocorrerá é a superação de tais limites e com isso a poluição dos mananciais que tirará a sua potabilidade da água.

XI – Destaca-se ainda a importância da medição da poluição difusa de origem não no excesso de fosfato, já considerado, mas no excesso de metais pesados e outros poluentes de perigo potencial elevado, que incidem negativamente não apenas na potabilidade das águas dos mananciais, mas também na cadeia alimentar a ela associada, para o qual demandam-se as adequadas providências dos órgãos estaduais hoje por isso responsáveis, notadamente a CETESB, de modo a permitir o seu monitoramento pelos órgãos públicos e pelas entidades da sociedade civil, e com isso prevenir a tempo uma eventual evolução perigosa para a saúde pública e para a manutenção almejada dos mananciais.

XII – Uma das questões-chave que o Plano Diretor Estratégico deve considerar refere-se à definição da capacidade, a ser legalmente estabelecida, de cada um dos municípios poluir a represa de Guarapiranga, em nível que essa poluição não impeça o uso de água para fins próprios de consumo humano em condições de perfeita salubridade. Sendo uma questão técnico-política onde, de um lado, temos a definição de parâmetros técnicos de salubridade de água, em geral admitidos primeiro em determinados países e posteriormente adotados criticamente, isto é, levando-se em conta as peculiaridades locais do Brasil e da região dele especificamente considerada, de outro lado, temos os padrões de emissão de poluição por tipo de atividade, distinguindo-se a poluição por tipo de uso e a poluição difusa, em que não se pode identificar um agente específico, mas a combinação de vários.

XIII – Se os parâmetros a considerar fossem apenas esses, não haveria como atribuir a distribuição da capacidade de emitir poluição entre os municípios, pois tal capacidade não poderia ser simplesmente proporcional a sua área pois desse modo trataríamos igualmente duas situações muito distintas: de um lado, temos os municípios que pouco contribuem para a produção de água limpa, pois têm a maior parte do seu território ocupado por usos urbanos e temos, por outro lado, inversamente, aqueles que por terem a ocupação urbana proporcionalmente menor são capazes, por hectare de território, de produzirem mais água limpa, seja porque a rede de esgotos não é 100% eficiente, há vazamentos e o território não pode, por razões econômicas, ser totalmente coberto por redes, seja porque a implantação das redes se prolonga no tempo, em função da escassez de recursos públicos em expandi-la.

XIV – Desse modo, as decisões a serem feitas serão tomadas pelas instâncias competentes assim definidas legalmente, e decorrerão de uma análise técnico-política e decorre também daí que, em nome de um realismo político, não pode ser desconsiderada a capacidade de influência da força relativa de cada município e do governo estadual.

XV – Entendemos que a fórmula adotada com os critérios definidos, os quais finalmente atribuem capacidade poluente a cada município, deve ser basicamente compreensível pelo cidadão

comum, para ele perceber a sua adequação e justiça e por isso defender a sua aplicação como de seu direto e interesse, condição básica para o seu sucesso, isto é, para que realmente tenhamos uma conciliação de interesses sociais nessa questão hoje tão conflitante, e que, mantido o conflito, a perda dos mananciais será inevitável.

XVI – A esse processo social perverso de invasão dos mananciais que vem ocorrendo há algumas dezenas de anos, a partir da promulgação da Lei de Proteção dos Mananciais em 1974, pode vir se somar uma força nova trazida pela implantação do Rodoanel no interior das áreas protegidas por aquela legislação. Isso porque entendemos que tal implantação teria que ser acompanhada não apenas de restrições legais de parcelamento, uso e ocupação do solo municipais. Não se pode deixar de reconhecer que já existe uma certa tradição dos municípios, em busca de atender às demandas populares por solo urbano, de atender às demandas do mercado imobiliário por novas áreas de desenvolvimento urbano e em busca de maiores receitas tributárias, de possibilitar e até fomentar a ocupação ilegal face à lei estadual, criando uma meia legalidade com leis municipais, contrárias àquela legalidade da legislação de nível estadual ou metropolitano, e ainda apontando razões da autonomia das esferas municipais face às estaduais e até a soberania nova definida na Constituição Federal de 1988, para a sua independência institucional. Face à ausência de uma clara legislação estadual que impeça o uso do solo com atividades urbanas predatórias, para essa questão de fundamental interesse metropolitano, a proteção dos mananciais, para os quais não é demais acentuar, não há substituto, ao contrário dos usos habitacionais e urbanos em geral, que podem se situar em uma variedade muito maior de localizações, não podemos avaliar como de risco admissível e controlável, deixar que tal legislação seja apenas municipal.

XVII – A ausência de um posicionamento claro nesse sentido, pelo Governo Estadual, nos traz preocupações quanto ao sucesso de um desejado fechamento do Rodoanel enquanto acesso aos usos do solo a ele lindeiros,como suficiente para impedir a ocupação urbana das áreas dos mananciais por onde ele passar, tendo em vista o poder indutor tradicional que todas as vias têm exercido, pela acessibilidade potencial e visibilidade oferecida, como é comprovado pelo que já ocorreu em torno de todas as rodovias que partem de São Paulo. Por essas razões expostas, somos contrários à localização do Rodoanel no Município de Itapecerica da Serra e, por sermos totalmente favoráveis à existência de um Rodoanel Metropolitano, defendemos diretriz que tenha sua localização mais no interior da malha urbana, fora da área protegida dos mananciais, supondo que os custos de desapropriação superiores que apresentar serão mais que compensados pela contribuição que será dada aos esforços políticos e institucionais, que terão que ser imensos para fazer reverter o processo em curso de ocupação dos mananciais."

Acrescentamos posteriormente a possibilidade de arrecadação de recursos públicos pela outorga onerosa dos direitos de construir, se o Rodoanel quando atravessando áreas urbanísticas fosse implantado com o uso do instrumento previsto no Estatuto da Cidade, que é o da Operação Urbana Consorciada, reavendo investimentos feitos que produziram valorização imobiliária.

Em 2006, foi apresentada proposta de inclusão da questão, ainda na esfera do Subcomitê Cotia Guarapiranga, no texto do Decreto de Regulamentação da Lei 12.233/06, mas esta tentativa também não logrou êxito. A não aceitação plena dos instrumentos propostos de monitoramento, controle e modelagem matemática para previsão futura de chegada ao limite tolerável da toxicidade da água, decorrente da poluição difusa não fosforada, ou seja, resultante de metais pesados, borracha vulcanizada particulada e outras substâncias altamente tóxicas, limite este fixado na lei e depois no decreto, remete agora para uma solução fraca do ponto de vista institucional, a realizá-la através de Resolução do Poder Executivo. Em termos de nível hierárquico de poder definidor de uma política pública, a lei (aprovada pelo Legislativo) vem em primeiro lugar; o decreto (do Poder Executivo) vem em segundo lugar e a Resolução (do mesmo Poder Executivo) vem em terceiro e último lugar. Esta solução provavelmente não resistirá às pressões políticas, que têm se mostrado muito fortes, para a ocupação urbana plena dos mananciais, com a sua, muito provável, perda total. Uma Resolução é muito mais fácil de ser mudada para uma outra Resolução do que um Decreto. Mas o melhor será fixar essas questões em Lei, que para ser modificada exige a participação dos deputados estaduais e a passagem por um crivo mais efetivo da sociedade civil.

3 Justificativa

Em análises realizadas nos debates por técnicos especializados para planejamento na sub-bacia do Guarapiranga, verificou-se a ocorrência de uma poluição difusa economicamente impossível de ser retirada da bacia e que é carreada pelas chuvas para os reservatórios de água, as represas, no caso.

Ela não é retirável pelo sistema de coleta de esgotos, como é o caso da poluição difusa gerada pela ausência dessa coleta, que é a resultante dos esgotos e que produz poluentes fosforados. Trata-se da poluição difusa que continuará a existir mesmo depois de instalado o sistema de coleta de esgotos e seu tratamento, e com os afluentes mesmo que jogados para fora da bacia. Pois essa poluição não fosforada, não tratável e não transferível para fora da bacia em que é produzida tem substâncias altamente tóxicas, metais pesados como chumbo, cádmio etc.

As chuvas caindo e lavando a superfície do solo, lavam as substâncias que estejam sobre a superfície das ruas, terrenos e edificações em geral. Os pneus ao se desgastarem deixam nas ruas um pó de borracha vulcanizada e de filamentos metálicos que reforçam os pneus. O óleo queimado que cai dos motores dos veículos em movimento ou parados constitui outra fonte de poluição difusa.

As pilhas, baterias e lâmpadas queimadas, jogadas no meio ambiente, são hoje outra importante fonte de poluição difusa, com seus componentes de metais pesados. Esta última fonte poderá ser minimizada por uma coleta seletiva de resíduos, antes de serem jogados no meio ambiente, como já se faz no Primeiro Mundo. No entanto, as duas outras fontes que decorrem do uso crescente de veículos sobre pneus não são passíveis de serem retiradas do meio ambiente a custos compatíveis com a nossa realidade socioeconômica. Creio que mesmo no Primeiro Mundo não o façam.

Pois bem, monitorar e montar modelo matemático que possibilite previsões futuras dos materiais cancerígenos e

mutagênicos que são introduzidos no meio ambiente por essa poluição difusa incontrolável em sua produção, desde que a urbanização prossiga sem limites claros, é o mínimo que temos que fazer.

Há ainda uma convergência aceleradora do processo de aumento da toxicidade das águas a serem preservadas. De um lado, a urbanização por novos loteamentos e posterior ocupação vai aumentando a área da superfície captadora dessa poluição difusa que os veículos e outras fontes vão gerando, e por isso vai aumentando a sua produção dentro da bacia considerada, à medida que a urbanização aumenta. De outro lado, o assoreamento, produzido pelo material sólido, fundamentalmente solo, terra, que o revolver o solo produzido pela abertura de novos loteamentos e implantação de novas construções, que as chuvas vão levando para o fundo das represas, vai reduzindo o volume de água disponível para a diluição da poluição difusa carreada. Isto é, cada vez teremos mais poluição difusa e cada vez menos água para diluí-la, e essa combinação perversa vai acelerando a velocidade do aumento da toxicidade da água. É de se lembrar que há um impedimento para que o assoreamento seja combatido através de dragagem e até eliminado. É que esse processo põe em suspensão na água substâncias tóxicas que decantaram, dentre elas os metais pesados cancerígenos e mutagênicos.

Torna-se, assim, imprescindível a montagem de um modelo matemático que possibilite uma previsão, com antecedência de vários anos, do momento em que a toxicidade irá atingir um nível que nenhum tratamento de custo viável vai conseguir torná-la potável.

Uma vez definida essa data futura por esse método científico, as autoridades, por decreto, definirão os limites da urbanização a ser aceita, garantindo assim que, através de uma efetiva fiscalização da sociedade civil e do Estado, tais limites não sejam ultrapassados e com isso os mananciais sejam salvos.

4 Conclusão

Ainda na fase de tramitação do PL-85 na Assembléia Legislativa, foi proposta a emenda 43, através do deputado João Caramez, que, no entanto, para nossa surpresa e decepção, não foi acatada e consequentemente foi deixada de fora do corpo da lei.

Na fase final de elaboração do decreto de regulamentação, essa proposta foi levantada pelo município de Embu-Guaçu, através de sua Secretária de Meio Ambiente, Sra. Jumara Moraes Bocatto. No entanto, nas rodadas finais de negociação, ficou mais uma vez de fora, alegando-se que o tema já esta contemplado no decreto. O que se pode verificar é que não está, pois tal poluição difusa não controlável por sistema coletor de esgotos não é sequer identificada como tal. Assim, fala-se no decreto de um monitoramento genérico que confunde as questões, pois não se define a equação em que deve entrar uma modelagem específica capaz de realizar as imprescindíveis previsões da data em que se perderão os mananciais, com antecedência suficiente para evitar que tal aconteça. Para tanto, nessa data deverão ser definidos os limites da urbanização revelados por tal equação, desde já definida e alimentada com os dados do avanço desse tipo de poluição difusa, que combina absorção de poluentes não fosforados pelas águas e redução da capacidade de dissolução pelo assoreamento progressivo dos reservatórios, ambos os fenômenos produzidos sem controle possível pela abertura de novos parcelamentos do solo e sua ocupação.

Existe a possibilidade, neste momento que se discute na Assembléia Legislativa a Lei Específica para a Billings, de um modo correto, incluir na própria lei a Emenda Caramez na sua íntegra, inclusive corrigindo a Lei Específica do Guarapiranga.

Sem o apoio decisivo daqueles que estão realmente preocupados com a preservação dos mananciais, provavelmente se repetirá a não inclusão da questão da poluição difusa não controlável pelo sistema de esgotos e prevalecerá um objetivo implícito de ocupação total da região dos mananciais e sua consequente perda. Muitos estão iludidos com o conceito de que a limpeza dos mananciais pela rede de esgotos é completa e, por si só, salva os mananciais, quaisquer que sejam os índices de sua ocupação urbana. Outros não querem sequer discutir, uma vez que estão seriamente empenhados com a ocupação total dos mananciais, beneficiando-se, por um lado, dos votos dos ocupantes da região e, por outro, do apoio de empreiteiras que vislumbram obras de grande vulto para substituir a água perdida. E resultará a possibilidade de buscar água potável em locais muito mais distantes, como as do Vale do Ribeira, 500 metros abaixo, enquanto nível altimétrico, exigindo custosos e permanentes bombeamentos, portanto a custos altíssimos tanto do ponto de vista econômico quanto do ambiental, ou até teremos que apelar para a dessalinização e bombeamento onerosos da água do mar.

Essa visão pequena e mesquinha não pode predominar. Ela nos fará jogar fora água que abastece 3 milhões de habitantes, se considerarmos apenas a Guarapiranga em sua capacidade atual. Mas há ainda a Billings, com potencial maior, que será também perdida. Tudo isso quando cidadãos responsáveis clamam em todo o planeta a escassez crescente da água potável. Ainda é tempo de reverter esse processo sociopolítico-ambiental em curso.

4.1 Proposta de artigo (emenda caramez) feito para o projeto de lei específica para a guarapiranga, a ser adaptado, tendo em vista as circunstâncias técnico-políticas atuais.

Artigo 1º – Com base nos artigos 3º e 52 da Lei 12.233/06, caberá à CETESB o monitoramento das cargas poluidoras difusas, devendo:

I – Produzir dados de medição que seja capaz de separar as cargas com origem no esgoto doméstico não tratado daquelas que não têm essa mesma origem, avaliando o quanto a introdução progressiva do sistema de esgotamento sanitário, e/ou a exportação de seus efluentes, contribui no abatimento da poluição difusa deste tipo e aquela proveniente dos processos de uso e ocupação do solo, permitindo a clara definição de quanto cada uma está contribuindo para a poluição das águas represadas.

II – Utilizar o modelo MQual através de variáveis que captem os fatores que contribuam para a poluição das águas represadas do manancial, avaliando de que modo e em que velocidade a poluição difusa está contribuindo para

o incremento da toxicidade das águas, correlacionando o aumento desta toxicidade à ampliação da área urbanizada e os níveis de assoreamento da represa.

III – Com base nos dados dos incisos I e II, fazer previsão sistemática da evolução da toxicidade prevendo quanto tempo a continuidade da urbanização produzirá um nível de toxicidade da água que a tornará imprópria para o consumo humano.

Artigo 2º – A SMA formulará o decreto a ser promulgado pelo poder executivo estadual, estabelecendo os limites de urbanização de acordo com o disposto no artigo anterior, sob pena de perda total do referido manancial.

Parágrafo único – O Subcomitê Cotia Guarapiranga e o Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê notificarão as prefeituras municipais para que providenciem a alteração da legislação no que couber e tomem providências administrativas pertinentes evitando-se a perda dos mananciais.

São Paulo, 30 de abril de 2007-04-30

Candido Malta Campos Filho

Arquiteto e Urbanista

Professor da FAUUSP

Avaliação da Qualidade de Sedimentos em Relação aos Contaminantes Inorgânicos

Déborah I.T. Fávaro, Eleine Bostelmann, Sandra R. Damatto, Fernando Campagnoli, Bárbara P. Mazzilli

Projeto de Pesquisa: Avaliação da qualidade de sedimentos do reservatório Billings, braço Rio Grande, em relação aos contaminantes inorgânicos
Área FAPESP: 1.06.99.00-7 – Química, subárea: 1.06.04.00-6 – Química Analítica

O presente estudo consistiu em caracterizar quimicamente amostras de sedimentos da represa Billings, braço Rio Grande, na região Metropolitana de São Paulo, por meio da determinação da concentração de As e dos metais (Al, Ba, Cd, Cu, Cr, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Se e Zn. As determinações foram efetuadas pelas técnicas analíticas de espectrometria de absorção atômica (FAAS, GFAAS e CVAAS) e espectrometria de emissão ótica (ICP OES). Essas metodologias analíticas foram analisadas quanto à precisão, exatidão e limite de detecção e/ou quantificação para esses elementos. Foram discutidas também as vantagens e desvantagens de cada técnica utilizada, para cada elemento, dependendo de sua concentração. A partir dessa análise, selecionou-se a técnica mais apropriada para a determinação de cada elemento, para a implementação em análise de rotina de amostras de sedimento.Verificou-se que a digestão efetuada com auxílio de microondas em sistema fechado com ácido nítrico é eficiente para a quantificação do teor de metais extraíveis, de interesse ambiental. Verificou-se também que as técnicas escolhidas para as determinações dos metais eram igualmente eficientes. No caso dos metais Cd e Pb, a técnica de FAAS apresentou resultados melhores do que a técnica de ICP OES, por não apresentar interferência de matriz. Os valores de concentração para os metais As, Cd, Cu, Cr, Hg, Ni, Pb e Zn nas amostras de sedimento foram comparados com os valores orientadores (TEL e PEL) do Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). Este estudo definiu as técnicas analíticas e parâmetros, para um melhor monitoramento dos níveis de contaminação de sedimentos por metais, fornecendo dados que possam ser utilizados para direcionar atitudes e manejos de sistemas aquáticos.

1 INTRODUÇÃO

Para realizar o controle da poluição das águas dos rios e reservatórios, utilizam-se os padrões de qualidade, que definem os limites de concentração a que cada substância presente na água deve obedecer. Esses padrões dependem da classificação das Águas Interiores, que é estabelecida segundo seus usos preponderantes, por legislação específica, variando da Classe Especial, a mais nobre, até a Classe 4, a menos nobre (CETESB – ÁGUAS, 2006).

1.1 Índices de qualidade de água

Em 13 de agosto de 1998, a Resolução SMA-65, criou o Índice de Qualidade de Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público (IAP) e o Índice de Preservação da Vida Aquática (IVA). Em função dessa Resolução, criou-se um grupo de trabalho multiinstitucional, que contou com a participação de técnicos da CETESB (indicados através do Ofício 0652/98/P de 25/8/98), da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA), da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e da Universidade de São Paulo (USP), para a revisão dos índices de qualidade da água (CETESB, 2004).

O Índice de Qualidade das Águas, de que trata o artigo 4º da Resolução SMA-65, deve refletir a qualidade das águas para seus múltiplos usos, de forma que o Grupo de Trabalho incluiu o índice de Balneabilidade, por avaliar as condições da água para fins de recreação de contato primário. Entretanto, o uso de um índice numérico global foi considerado inadequado devido à possibilidade de perda de importantes informações, tendo sido proposta a representação conjunta dos três índices (CETESB, 2004).

Assim, o Índice de Qualidade das Águas é composto pelo:

- Índice de Qualidade de Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público (IAP);
- Índice de Preservação da Vida Aquática (IVA) e
- Índice de Balneabilidade (IB)

O IAP é o produto da ponderação dos resultados atuais do IQA (Índice de Qualidade de Águas) e do ISTO (Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas), que é composto pelo grupo de substâncias que afetam a qualidade organoléptica da água, bem como de substâncias tóxicas, incluindo metais, além de resultados do teste de Ames (Genotoxicidade) e do Potencial de Formação de Trihalometanos (THMPF) (CETESB, 2004).

- IQA: Temperatura da água, ph, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez;
- ISTO: Parâmetros que indicam a presença de substâncias tóxicas (teste de mutagenicidade, potencial de formação de trihalometanos, cádmio, chumbo, cromo total, mercúrio e níquel) e parâmetros que afetam a qualidade organoléptica (fenóis, ferro, manganês, alumínio, cobre e zinco).

O IVA tem o objetivo de avaliar a qualidade das águas para fins de proteção da fauna e flora. O IVA leva em consideração a presença e concentração de contaminantes químicos tóxicos, seu efeito sobre os organismos aquáticos (toxicidade) e dois dos parâmetros considerados essenciais para a biota (ph e oxigênio dissolvido), parâmetros esses agrupados no IPMCA – Índice de Parâmetros Mínimos para a Preservação da Vida Aquática, bem como o IET – Índice do Estado Trófico de Carlson modificado por Toledo. Desta forma, o IVA fornece informações não só sobre a qualidade da água em termos ecotoxicológicos, como também sobre o seu grau de trofia (CETESB, 2004).

- IPMCA: Grupo de substâncias tóxicas (cobre, zinco, chumbo, cromo, mercúrio, níquel, cádmio, surfactantes e fenóis) e grupo de parâmetros essenciais (oxigênio dissolvido, ph e toxicidade).
- IET: Transparência (disco de Secchi), clorofila *a* e fósforo total.

O IB – Índice de Balneabilidade é baseado no monitoramento bacteriológico, visando a avaliar a qualidade da água para fins de recreação de contato primário, sendo aplicado em praias de águas interiores, localizadas em rios e reservatórios. Com o intuito de determinar de uma maneira mais clara a tendência da qualidade das praias, a CETESB desenvolveu, com base nos dados obtidos do monitoramento semanal, uma Qualificação Anual, que se constitui na síntese da distribuição das classificações obtidas pelas praias ao longo das 52 semanas do ano. Baseada em critérios estatísticos simplificados, a Qualificação Anual expressa não apenas a qualidade mais recente apresentada pelas praias, mas aquela que a praia apresenta com mais constância ao longo do tempo (CETESB, 2004).

1.2 Sedimentos

1.2.1 *Definição e Formação*

O sedimento de fundo é, por definição, todo material não consolidado, constituído por partículas de diferentes tamanhos, formas e composição química, transportadas por água, ar ou gelo, distribuído ao longo dos vales do sistema de drenagem e orientado a partir da interação constante e contínua dos processos de intemperismo e erosão (MUDROCH & MACKNIGHT, 1991). Esses processos, por sua vez, atuam sobre diversos tipos de rochas e/ou seus produtos de intemperização (MOREIRA & BOAVENTURA, 2003).

Os processos de acumulação, reprocessamento e transferência dos constituintes do sedimento se dão por precipitação através dos processos químicos e biológicos nos rios, lagos e águas oceânicas (MUDROCH & MACKNIGHT, 1991).

O sedimento é constituído basicamente por:

- Águas intersticiais, que preenchem os espaços entre as partículas e equivalem a cerca de 50% do sedimento;
- Material inorgânico, rochas, fragmentos de conchas e grãos resultantes da erosão natural do material da crosta terrestre;
- Material orgânico que ocupa pequeno volume, mas é um componente importante, por conta da característica de sorção e biodisponibilidade de muitos contaminantes;
- Material de origem antrópica.

1.2.2 *Papel dos Sedimentos no Diagnóstico Ambiental*

Os sedimentos de fundo desempenham um papel importante no esquema de poluição dos rios por metais pesados. Eles refletem a qualidade corrente do sistema aquático e podem ser usados para detectar a presença de contaminantes que não permanecem solúveis após seu lançamento em águas superficiais. Mais do que isso, os sedimentos agem como carreadores e possíveis fontes de poluição, pois os metais pesados não são permanentemente fixados por eles e podem ser ressolubilizados para a água por mudanças nas condições ambientais (BEVILACQUA, 1996).

Os sedimentos dos sistemas aquosos representam uma grande fonte de estudo, pois são formados por material sólido carregado pelo vento, gelo e água da superfície da terra. Também se originam pela deposição de material orgânico, proveniente de animais e vegetais que vivem no local (CAMPAGNOLI et al., 1999). Eles constituem uma fase mineralógica com partículas de tamanhos, formas e composição química distintas. Esses materiais, em sua maioria, são depositados nos rios, lagos e reservatórios, durante muitos anos. Processos biogeoquímicos controlam o acúmulo e a redistribuição das espécies químicas (BEVILACQUA, 1996). Outro fator que influencia a adsorção e a retenção de contaminantes na superfície das partículas é o tamanho da partícula. A tendência observada é que, quando o grão diminui, as concentrações de nutrientes e contaminantes aumentam. Esta tendência primária deve-se ao fato de as pequenas partículas terem grandes áreas de superfície para a adsorção por contaminantes.

De acordo com a classificação granulométrica, os grãos podem ser classificados conforme Tabela 1.

A caracterização química deve determinar as concentrações de poluentes no sedimento, na fração total (partículas < 2 mm) (CONAMA, 2003).

Tab. 1 *Classificação granulométrica dos sedimentos (CONAMA, 2003)*

Classificação	Phi (Φ)	(mm)
Areia muito grossa	-1 a 0	2 a 1
Areia grossa	0 a 1	1 a 0,5
Areia média	1 a 2	0,5 a 0,25
Areia fina	2 a 3	0,25 a 0,125
Areia muito fina	3 a 4	0,125 a 0,062
Silte	4 a 8	0,062 a 0,00394
Argila	8 a 12	0,00394 a 0,0002

As propriedades de acúmulo e de redisposição de espécies nos sedimentos os qualificam como de extrema importância em estudos de impacto ambiental, pois registram em caráter mais permanente os efeitos de contaminação. Dependendo das características físicas e químicas do ambiente, contaminantes e nutrientes acumulados nos sedimentos podem ser redisponibilizados para a coluna d'água, influenciando diretamente a qualidade desse compartimento (BEVILACQUA, 1996).

Os sedimentos de ambientes aquáticos podem ser utilizados no estudo de poluição, como indicadores da presença e dos níveis de metais pesados. Além disso, a análise de perfis de metais pesados permite o levantamento histórico da ação antrópica do local de estudo (FAVARO et al., 2001).

Segundo o CONAMA, referindo-se às Condições e Padrões de Qualidade da Água (Resolução nº 357, 2005, Capítulo III, Seção 1, Artigo 9º, §2º): "Nos casos onde a metodologia analítica disponível for insuficiente para quantificar as concentrações dessas substâncias nas águas, os sedimentos e/ou biota aquática poderão ser investigados quanto à presença eventual dessas substâncias".

1.2.3 *Índices de Qualidade de Sedimentos (Valores Orientadores)*

Conforme visto anteriormente, os sedimentos são depósito e fonte de contaminantes antrópicos, que agem negativamente sobre a biota aquática e prejudicam muitos dos usos potenciais do recurso hídrico. A CETESB faz uso de 34 indicadores (variáveis) de qualidade de sedimento (físicos, químicos, hidrobiológicos e toxicológicos), considerando-se aqueles mais representativos (CETESB, 2004). São eles:

- Variáveis Físicas: granulometria; ph e umidade;
- Variáveis Químicas: resíduos; alumínio, arsênio, cádmio, chumbo, cobre, cromo, ferro, manganês, mercúrio, níquel e zinco; pesticidas organoclorados (aldrin, BHC, clordano, DDE, DDT, dieldrin, endosulfan, endrin, heptaclor, heptacloro epóxido, lindano, metoxiclor, mirex, TDE e toxafeno) e bifenilas policloradas;
- Variáveis Hidrobiológicas: bentos;
- Variáveis Toxicológicas: ensaio de toxicidade aguda/subletal com o anfípodo *Hyalella azteca* e ensaio de mutação reversa (conhecido como teste de Ames).

O grau de contaminação química do sedimento, com vistas à proteção da vida aquática, é classificado segundo os valores-guias estabelecidos pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME)* para arsênio e metais pesados, conforme apresentado na Tabela 2 (CCME, 2001).

TAB. 2 *Valores-guias estabelecidos pelo Canadian Council of Ministers of the Environment*

Variáveis	TEL (mg kg^{-1})	PEL (mg kg^{-1})
Arsênio	5,9	17
Cádmio	0,6	3,5
Chumbo	35	91,3
Cobre	35,7	197
Cromo	37,3	90
Mercúrio	0,17	0,486
Níquel*	18,0*	35,9*
Zinco	123	315

*Critério do *Environment Canada* (1995)

Baseados na probabilidade de ocorrência de efeito deletério sobre a biota, o menor limite – TEL (*Threshold Effect Level*) – representa a concentração abaixo da qual raramente são esperados efeitos adversos para os organismos. O maior limite – PEL (*Probable Effect Level*) – representa a concentração acima da qual é freqüentemente esperado o citado efeito adverso para os organismos. Na faixa entre TEL e PEL situam-se os valores onde ocasionalmente esperam-se tais efeitos. A adoção desses valores teve caráter meramente orientador na busca de evidências da presença de contaminantes em concentrações capazes de causar efeitos deletérios, sobretudo com relação à toxicidade para a biota (CETESB, 2004).

Segundo o CONAMA, as substâncias não listadas na Tabela 2, quando necessária a sua investigação, terão seus valores orientadores previamente estabelecidos pelo órgão ambiental competente. Existindo dados sobre valores basais (valores naturais reconhecidos pelo órgão ambiental competente) de uma determinada região, estes deverão prevalecer sobre os valores da Tabela 2, sempre que se apresentarem mais elevados (CONAMA, 2003).

1.3 ÁREA DE ESTUDO

O alvo deste estudo é o Reservatório do Rio Grande, localizado na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), no Estado de São Paulo.

O Reservatório do Rio Grande faz parte da Sub-Bacia Billings-Tamanduateí, pertencente à Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, UGRHI 6 – Alto Tietê (Figura 1), que, por sua vez, é uma das bacias que constituem a Bacia Hidrográfica do Paraná (CETESB, 2004).

As águas do Reservatório do Rio Grande compõem parte do sistema de abastecimento e são críticas em se considerando não somente os riscos que podem acarretar à saúde da população, como também os riscos ambientais, devido ao recebimento contínuo de cargas poluentes dos lançamentos residenciais e industriais.

Atualmente o Reservatório do Rio Grande é responsável pelo abastecimento de 4,7 m^3 s^{-1} de água para os municípios de Diadema, São Bernardo do Campo e parte de Santo André, somando cerca de 1,6 milhão de habitantes (SABESP, 2006).

Esse reservatório tem sido seriamente afetado pela expansão urbana, devido à ocupação caótica com uso irregular do solo. Essa região apresenta extensas áreas degradadas causadas não somente pela erosão, mas também por poluição de cargas difusas, tais como depósitos sedimentares recentes. Uma expressiva quantidade de sedimentos tem sido carreada para o reservatório desde o início de sua operação, em 1935 (CAMPAGNOLI, 2002). Desde o final da década de 80, o reservatório foi separado da represa Billings. As principais fontes de poluição provêm dos rios Grande e Ribeirão Pires.

A qualidade das águas do reservatório é verificada através de programa de monitoramento efetuado pela CETESB, de pontos ao longo do reservatório, conforme Figura 2 e Tabela 3 (CETESB, 2004; CETESB, 2005).



FIG. 1 *Bacia Hidrográfica do Alto Tietê*

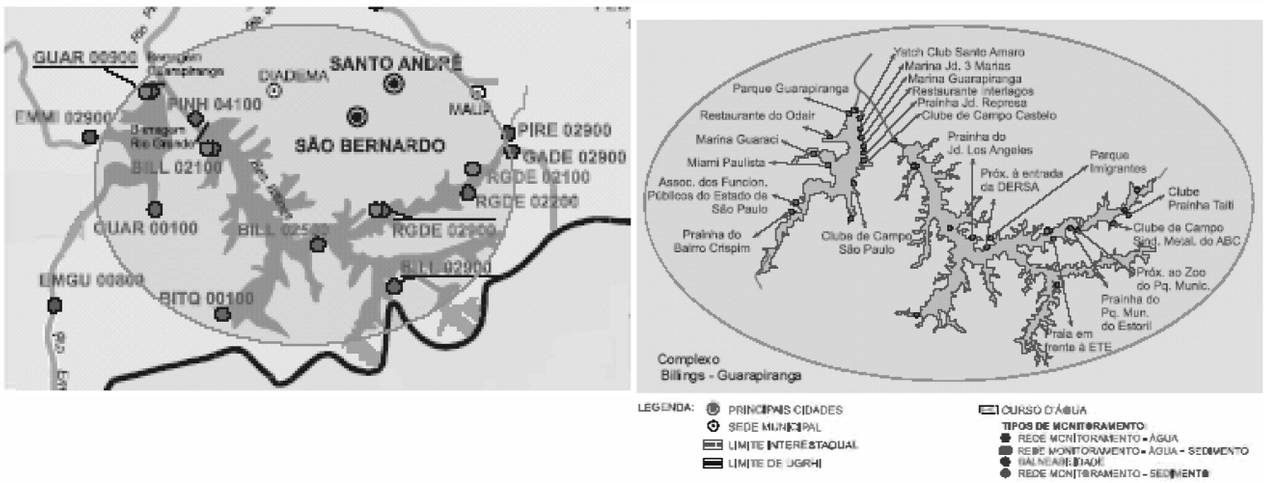


Fig. 2 *Pontos de amostragem dos índices de qualidade de água da Sub-Bacia Billings/Tamanduateí – Reservatório Billings/Rio Grande (CETESB, 2004)*

Tab. 3 *Descrição dos Pontos de Monitoramento do Reservatório do Rio Grande (CETESB, 2005)*

Código do Ponto	Latitude	Longitude	Projetos	Descrição	Local
PIRE02900	23 42 52	46 25 45	RB	Ribeirão Pires	Ponte da Eletropaulo, na Av. Rotary, no bairro Estância Noblesse, quase às margens da Represa Billings
RGDE02200	23 44 23	46 26 44	RB	Res. do R. Grande	Clube Prainha Tahiti Camping Náutica, na altura do km 42 da rodovia SP-31
RGDE02300	23 44 29	46 27 49	SED	Res. do R. Grande	A 1500 m do Clube Tahiti, a jusante de Ribeirão Pires
RGDE02301	23 44 15	46 26 47	AL	Res. do R. Grande	Clube Tahiti
RGDE02701	23 46 07	46 29 49	BAL	Res. do R. Grande	Clube de Campo Sindicato dos Metalúrgicos do ABC
RGDE02851	23 46 18	46 30 50	BAL	Res. do R. Grande	Prainha do Parque Municipal Estoril, próximo ao Zôo
RGDE02900	23 46 16	46 32 03	RB	Res. do R. Grande	Próximo à rodovia Anchieta, junto à captação da SABESP
RGDE02900	23 46 40	46 30 42	SED	Res. do R. Grande	No corpo central, a 2 km da barragem, em frente ao clube Banespa
RGDE02901	23 46 11	46 31 11	BAL	Res. do R. Grande	Praia do Parque Municipal do Estoril

BAL: Balneabilidade; MR: Monitoramento Regional; RB: Rede Básica de Monitoramento; SED: Rede de Sedimento.

1.4 Histórico do reservatório do rio grande

A área ocupada atualmente pela Represa Billings foi inundada, a partir de 1927, na construção da Barragem de Pedreira, no curso do Rio Grande (também denominado Rio Jurubatuba). O projeto foi implementado pela antiga Light – "The São Paulo Tramway, Light and Power Company Limited", com o intuito de aproveitar as águas da Bacia do Alto Tietê para gerar energia elétrica na Usina Hidrelétrica de Henry Borden, em Cubatão, aproveitando o desnível da Serra do Mar.

No início dos anos 40, iniciou-se o desvio de parte da água do Rio Tietê e seus afluentes para o Reservatório Billings, a fim de aumentar a vazão da represa e, consequentemente, ampliar a capacidade de geração de energia elétrica na usina hidrelétrica Henry Borden. Este processo foi viabilizado graças à reversão do curso do Rio Pinheiros, com a construção das Usinas Elevatórias de Pedreira e Traição, ambas em seu leito.

Esta operação, que objetivava o aumento da produção de energia elétrica, também se mostrou útil para as ações de controle das enchentes e de afastamento dos efluentes industriais e do esgoto gerado pela cidade em crescimento.

O bombeamento das águas do Tietê para a Billings, no entanto, começou a mostrar suas grandes consequências ambientais poucos anos depois. O crescimento da cidade de São Paulo e a falta de coleta e tratamento de esgotos levaram à intensificação da poluição do Tietê e seus afluentes, que, por sua vez, passaram a comprometer a qualidade da água da Billings. Nos primeiros anos da década de 70, a CETESB foi obrigada a iniciar as operações de remoção da mancha anaeróbica presente na Represa.

Em 1982, devido à grande quantidade de esgotos, que resultaram em sérios problemas de contaminação por algas cianofíceas, algumas potencialmente tóxicas, surge a necessidade de interceptação total do Braço do Rio Grande, através da construção da Barragem Anchieta (Figura 8), para garantir o abastecimento de água do ABC, iniciado em 1958 (INSTITUTO SOCIO AMBIENTAL, 2006).

A Tabela 4 resume as alterações realizadas no espaço do Reservatório Billings ao longo do tempo.

1.5 Histórico do projeto

Com o objetivo de avaliar se os sedimentos continham um registro histórico de atividade antrópica, quatro testemunhos de sedimentos foram coletados nesse reservatório em 1997, em quatro pontos distintos: testemunho 01 (52,5 cm de profundidade), perto do ponto de captação de água (SABESP); testemunho 02 (128 cm), no meio do reservatório; testemunho 04 (80,5 cm), na desembocadura dos rios Grande e Ribeirão

Tab. 4 *Alterações no espaço do Reservatório Billings (FRACALANZA, 2002)*

Ano	Obra / Ação	Alterações no espaço
1926	Formação do Reservatório do Rio das Pedras e inauguração de uma casa de máquina externa na Usina Henry Borden.	Represamento do Rio das Pedras e início da geração de energia elétrica em Henry Borden.
A partir de 1927	Formação do Reservatório do Rio Grande (Billings), construção da estrutura de controle (Summit Control) neste reservatório e de canal que conduz as águas deste reservatório ao reservatório do Rio das Pedras.	Represamento do Rio Grande e desvio das águas para o Reservatório do Rio das Pedras.
1939	Construção da Usina Elevatória de Pedreira junto à Barragem do Rio Grande, com desnível de 25m.	Permissão da reversão do curso do Rio Pinheiros.
1940	Construção da Usina Elevatória de Traição, no km 15,46 a partir do Reservatório Billings em direção ao Rio Tietê, com desnível de 5 m.	Permissão da reversão do curso do Rio Pinheiros.
1942	Construção da Estrutura do Retiro, próxima à confluência do Rio Pinheiros com o Rio Tietê.	Separação das águas dos rios Tietê e Pinheiros, quando necessário.
1949 a 1950	Término das obras que permitem a reversão do Rio Pinheiros e início do bombeamento na Usina Elevatória de Pedreira	Reversão do Rio Pinheiros.
1957	Conclusão da retificação do Rio Pinheiros, com aterro de suas várzeas.	Permissão da ocupação das várzeas do Rio Pinheiros.
1975	Convênio Operativo entre Light, Furnas e CESP, com interveniência do DNAEE, Eletrobrás e Secret. de Obras e Meio Ambiente de São Paulo	Redução do bombeamento das águas do Rio Tietê para o Rio Pinheiros, com melhoria da qualidade das águas na Represa Billings.
1981	O compartimento do Rio Grande foi separado do compartimento de Pedreira	Utilização das águas para abastecimento público.
1992	Operação Resolução Conjunta SMA – SES 03/92.	Limitação das possibilidades de reversão do Rio Pinheiros.
1994	Nova Regra de Operação para o Reservatório Billings (SMA, SES, SRHSO)	Ampliação da limitação da reversão do Rio Pinheiros.
2001	Resolução conjunta SEE SMA SRHSO 1, de 31/01/2001	Permissão da volta da reversão regular do Rio Pinheiros, após tratamento adequado.

Pires (descarga de contaminantes); e testemunho 03 (57 cm), um pouco mais à frente. Esses testemunhos foram fatiados a cada 2 ou 3 cm, em média, totalizando cerca de 70 amostras. Foi analisada somente a fração fina dos sedimentos (< 0,063 mm). Nessas amostras foram determinadas as concentrações de Hg total por CV AAS (espectrometria de absorção atômica com geração de vapor frio), alguns metais e elementos traço (As, Ba, Br, Ce, Co, Cr, Cs, Fe, Hf, La, Lu, Na, Nd, Rb, Sb, Sc, Sm, Ta, Tb, Th, U, Yb e Zn) por AAN (análise por ativação neutrônica). As taxas de sedimentação e idade dos sedimentos foram determinadas pelo método de datação utilizando-se o ^{210}Pb. Os resultados obtidos mostraram que, principalmente para os testemunhos 03 e 04, o reservatório era afetado pela expansão urbana, que vem a ser a principal fonte de assoreamento dos rios e reservatórios. A evolução do depósito sedimentar está geralmente relacionada à evolução histórica de uso do solo. Essas taxas mostraram a tolerância do processo erosivo na bacia e que são características do substrato geológico, geomorfologia, tipos e uso do solo. Além disso, essas taxas podem ser tomadas como geoindicadores ambientais confiáveis para medir a efetividade de medidas de prevenção e correção adotadas nas bacias hidrológicas para minimizar a degradação do solo. Com relação à contaminação inorgânica, os resultados mostraram que os níveis de Hg no reservatório são muito maiores do que o esperado, mostrando uma forte contribuição antrópica. Essa contaminação variava com a profundidade, a primeira descarga sendo observada no início da década de 50 e a mais severa, durante as décadas de 80 e 90. Para os elementos As, Cr e Zn, os resultados de concentração obtidos foram comparados com os valores de TEL e PEL do Canadian Environmental Quality Guidelines (CCME), apresentando vários pontos com concentrações acima dos valores de TEL. Como tendência geral, as concentrações dos elementos analisados decresceram com a profundidade, indicando uma contaminação recente. Os resultados encontrados para as amostras de sedimentos do ponto 01 foram preocupantes, uma vez que se encontrava próximo ao ponto de captação de água da SABESP. Esse projeto de pesquisa foi desenvolvido em parceria entre o IPT-SP, na pessoa do pesquisador Fernando Campagnoli, responsável pela coleta das amostras, e o IPEN (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares/CNEN-SP), pela realização das análises químicas. Maiores detalhes dessa pesquisa encontram-se apresentados na tese de doutorado de Campagnoli (2002) e os resultados aqui descritos foram publicados por Fávaro e colaboradores (2001, 2007).

Continuando essa linha de pesquisa em 2004, nova coleta de sedimento de fundo e testemunhos foi amostrada no Reservatório do Rio Grande, iniciando um projeto de mestrado da aluna Eleine Bostelmann, sob minha orientação, em parceria entre o IPEN e a CETESB (Avaliação da concentração de metais em amostras de sedimentos do reservatório Billings, braço Rio Grande, São Paulo).

Esse projeto teve por objetivo definir as técnicas analíticas e parâmetros, para um melhor monitoramento dos níveis de contaminação de sedimentos por metais, fornecendo dados que pudessem ser utilizados para direcionar atitudes e manejos de sistemas aquáticos. Em continuação a esse projeto, estão sendo iniciados estudos relacionados à presença de Hg nesse reservatório, desenvolvendo e validando uma metodologia para a especiação de Hg em sedimentos, em parceria com a CETESB.

1.5.1 *Objetivos do Projeto*

O presente trabalho iniciou um estudo da implementação de metodologias analíticas que permitissem caracterizar os sedimentos de rios, lagos e reservatórios, criando uma base de dados que pudesse ser empregada para uma confrontação histórica das mudanças que ocorrem nas *águas interiores* de um ponto aquífero, e também fornecer um parâmetro que possibilitasse uma melhor avaliação ou diagnóstico da situação ambiental no que diz respeito às contaminações e poluição das águas, principalmente por metais.

O alvo deste estudo foi o Reservatório do Rio Grande, Estado de São Paulo, já que suas águas compõem parte do sistema de abastecimento da cidade e são críticas em se considerando não somente os riscos que podem acarretar à saúde da população, como também os riscos ambientais devido ao recebimento contínuo de cargas poluentes dos lançamentos residenciais e industriais.

A monitoração dos níveis de contaminação foi estudada em seus sedimentos, através do acompanhamento das concentrações dos elementos Al, As, Ba, Cd, Cu, Cr, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Se e Zn, que se apresentam sazonalmente em sua composição e que são também utilizados na determinação do Índice de Qualidade das Águas (com exceção do Selênio). As determinações desses elementos foram efetuadas utilizando-se as técnicas analíticas de espectrometria de absorção atômica (FAAS, GFAAS e CVAAS) e espectrometria de emissão ótica (ICP OES).

O conjunto de dados obtidos pela avaliação da concentração desses elementos nas amostras dos sedimentos (superficial e testemunho), recolhidos estrategicamente em pontos importantes selecionados do reservatório, proporcionarão um novo parâmetro, que, associado a outros já normalizados para a *qualidade das águas*, possibilitará uma avaliação mais completa dos problemas e ocorrências extraordinárias que se processam na região. Desse modo, diagnósticos ambientais de melhor qualidade serão conseguidos, contribuindo para fornecer, mais que um novo indicador, dados evidenciais e hipóteses mais próximas à realidade, direcionando para ações corretivas que antecipem o acontecimento de quaisquer danos maiores aos existentes hoje, isto é, gerando ações que também conduzam para a implementação de atitudes e formas de manejo desses sistemas, mais apropriados no quesito ambiental e em todos os seus aspectos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Amostragem

As amostras de sedimentos do Reservatório do Rio Grande foram coletadas, no período de estiagem (maio a agosto 2004), por amostragem direta do sedimento de fundo, utilizando-se amostradores *piston corer* e *van Veen* (capacidade para cerca de 1,6 L). Para cada ponto, foram efetuadas quatro amostragens, uma amostragem de testemunho (*piston corer*), no ponto central de uma área triangular de aproximadamente 3200 m^2, e três amostragens com busca fundo (*van Veen*), em cada um dos vértices da área triangular, distantes do ponto central 50 m, que foram homogeneizadas, formando uma amostra composta.

As amostras coletadas com o *piston corer* foram divididas em seções de 0-5 cm; 5-10 cm; 10-20 cm e 20-30 cm de profundidade na coluna de sedimento. As amostras foram acondicionadas em frascos de polipropileno, previamente descontaminados e mantidos sob refrigeração.

Os pontos de amostragem foram definidos, utilizando aparelho GPS (incerteza de medição 30 metros), ao longo da área do reservatório:

- P4 (S 23° 43' 92.4" e O 46° 25' 61.2") e P3 (S 23° 43' 99.1" e O 46° 26' 08.1"): área de aporte de contaminantes, situada junto à desembocadura do Rio Grande e Ribeirão Pires
- P2 (S 23° 45' 16.8" e O 46° 28' 34.3"): porção central do reservatório
- P1 (S 23° 46' 11.7"' e O 46° 31' 95.9"'): junto à captação de água para abastecimento público.

Na Figura 3 estão apresentados os pontos de amostragem de sedimentos (P1, P2, P3 e P4), no braço Rio Grande, Reservatório Billings.

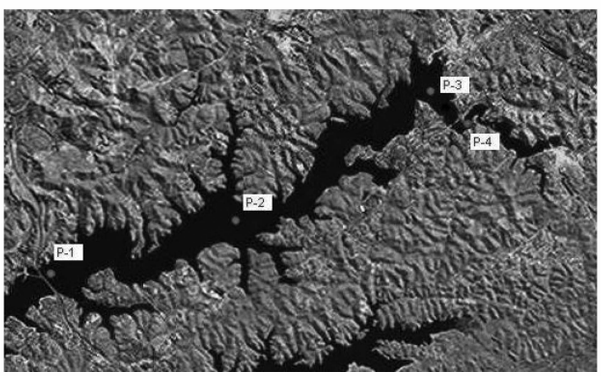


Fig. 3 *Localização dos pontos de amostragem propostos (imagem: EMBRAPA)*

2.2 Preparo das amostras de sedimentos

O preparo das amostras de sedimentos envolveu as seguintes etapas: homogeneização, secagem (efetuada em frascos de polipropileno injetado (Ziploc-Johnson) em estufa a 40°C até peso constante, pulverização em almofariz e pistilo de ágata e estocagem em frascos de vidro (CARTER, 1993; MUDROCH & MACKNIGHT, 1991).

Para a determinação dos metais na fração fina, o sedimento previamente seco e pulverizado em almofariz de ágata foi peneirado em malha de nylon 0,062 mm. Para a determinação dos metais na fração "total", o sedimento previamente seco e pulverizado em almofariz de ágata foi peneirado em malha 2 mm. Após o preparo, as amostras foram acondicionadas em frascos de vidro com tampa de Teflon®.

2.3 Digestão das amostras de sedimentos, assistida por micro-ondas

A determinação da concentração de metais em amostras sólidas, pelas técnicas de FAAS, GFAAS, CVAAS e ICP OES, necessitam de digestão prévia. Optou-se pela digestão assistida por microondas, por sua eficiência, rapidez e baixa contaminação. A digestão foi efetuada em frascos de Teflon®, em sistema fechado, com monitoramento de pressão, utilizando ácido nítrico.

O método selecionado para a digestão das amostras, assistida por micro-ondas, foi o método SW-846-3051 – U.S. EPA (U.S. EPA, 1992; 1994). Com esse procedimento, obtém-se a fração extraível dos metais na amostra. A amostra preparada (após secagem, maceração e peneiramento), cerca de 0,50 g, foi transferida para vaso de digestão de Teflon. Adicionou-se 10 mL de ácido nítrico concentrado p.a. Os vasos foram fechados e levados à digestão assistida por micro-ondas. Ao término da programação, após resfriamento, a amostra digerida foi filtrada e transferida para balão volumétrico de 50 mL e completado o volume com água desionizada.

2.4 Análise dos sedimentos

2.4.1 *Espectrometria de Absorção Atômica (AAS) e Espectrometria de Emissão Ótica (ICP OES)*

A Tabela 5 apresenta um resumo das condições de análise de sedimentos, para a determinação da concentração de metais, utilizadas no presente trabalho, pelas técnicas de Espectrometria de Absorção Atômica (BEATY & KERBER, 1993; BACCAN, 1994; PERKIN ELMER, 1996) e Emissão Ótica (SPECTRO, 1999).

Tab. 5 *Resumo das condições experimentais utilizadas para a determinação dos metais em sedimentos por AAS e ICP OES*

Técnica	Determinação	Faixa	Curva analítica	Tratamento da amostra	Parâmetros	Controle de interferências
FAAS	Atomização por chama (ar / acetileno) uso de lâmpadas específicas	mg kg^{-} até %	Necessário	Digestão ácida EPA 3051	Ba, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn	Corretores de background, ajuste da temperatura da chama, ajuste de nebulização
GFAAS	Atomização por aquecimento elétrico, uso de lâmpadas específicas	mg kg^{-} até g kg^{-1}	Necessário	Digestão ácida EPA 3051	As e Se	Ajuste das temperaturas e modificadores químicos
CVAAS	Redução com cloreto estanoso, uso de lâmpada específica	mg kg^{-1} até g kg^{-1}	Necessário	Digestão ácida EPA 3051	Hg	Ajuste no fluxo de Argônio e ajuste da pressão na bomba peristáltica
ICP OES	Plasma de argônio	mg kg^{-} até %	Necessário	Digestão ácida EPA 3051	Al, Ba, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Zn, Pb, Fe	Uso de linhas de emissão com menor interferência

1. ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA, COM ATOMIZAÇÃO POR CHAMA (FAAS)

   Por meio dessa técnica, foram determinados os teores de Ba, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb e Zn.

   A determinação foi efetuada no Espectrômetro de Absorção Atômica, Perkin Elmer, modelo AAnalyst 300.

2. ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA, COM ATOMIZAÇÃO POR AQUECIMENTO EM FORNO DE GRAFITE (GFAAS)

   Por meio dessa técnica foram determinados os teores de As e Se.

   A determinação foi efetuada no Espectrômetro de Absorção Atômica, Perkin Elmer, modelo SIMAA 2000.

3. ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO ATÔMICA, COM GERAÇÃO DE VAPOR FRIO (CVAAS)

   O teor de Hg das amostras foi determinado por meio dessa técnica, utilizando Cloreto Estanoso como agente redutor. A determinação foi efetuada no Espectrômetro de Absorção Atômica, Geração de Vapor a Frio, Perkin Elmer, modelo FIMS (FIAS-100).

4. ESPECTROMETRIA DE EMISSÃO ÓTICA, COM PLASMA DE ARGÔNIO INDUCTIVAMENTE ACOPLADO (ICP OES)

   Os teores de Al, Ba, Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Ni, Pb e Zn foram determinados por meio da Espectrometria de Emissão Ótica, utilizando plasma de argônio.

   A determinação foi efetuada no Espectrômetro de Emissão Ótica, SPECTRO, modelo Spectroflame ModulaS.

2.4.2 *Validação das Metodologias Analíticas*

Efetuou-se a validação das metodologias de AAS e ICP OES, com a verificação dos limites de detecção, quantificação, faixas de trabalho, linearidades analíticas, exatidão e recuperação.

Para verificação da exatidão e recuperação dos métodos analíticos, foram analisados os materiais de referência certificados *NIST SRM 2711* (Montana Soil), *NIST SRM 2782* (Industrial Sludge), *WQB-3* (Lake Ontario Blended Sediment for Trace Elements – Environmental Canada) e *BEN* (Basalt-IWG-GIT), que possuem valores certificados para quase todos os elementos analisados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Espectrometria de absorção atômica (AAS)

Os resultados das determinações por meio das técnicas de AAS (FAAS, GFAAS e CVAAS) estão apresentados na Tabela 6. Os resultados obtidos para Cd (Tabela 6) apresentaram, em sua maioria, teores inferiores ao limite de quantificação do método de 0,7 mg kg^{-1}. Para o Pb, com exceção da amostra composta P-3, foram obtidos teores superiores ao limite de quantificação de 20 mg kg^{-1}.

3.2 Espectrometria de emissão ótica (ICP OES)

Os resultados da análise de sedimentos por meio da técnica de ICP OES em ambas as frações (fina e total) estão apresentados na Tabela 7.

Os resultados de concentração dos elementos Al, Ba, Fe e Mn apresentaram pequenas variações nos pontos de coleta, sendo em geral menores no ponto de captação (ponto 1),

exceto para o Mn. Para esses elementos, não existem valores orientadores.

Para os elementos Cr, Ni e Pb, verificou-se pequena variação de concentração entre os pontos de coleta de sedimentos. Comparando-se os valores obtidos no presente trabalho com os valores orientadores, verificou-se que todos os teores encontraram-se abaixo dos valores orientadores de PEL (Cr: 90 mg kg^{-1}, Ni: 35,9 mg kg^{-1} e Pb: 91,3 mg kg^{-1}). Em geral, os valores de concentração para esses elementos encontraram-se acima dos valores de TEL (Cr: 37,3 mg kg^{-1}, Ni: 18,0 mg kg^{-1} e Pb: 35,0 mg kg^{-1}), nos quatro pontos amostrados.

Para o elemento Zn, observou-se uma tendência de aumento de concentração do ponto 1 para o ponto 4. No ponto 1, todos os valores de concentração encontraram-se abaixo do valor de TEL (123 mg kg^{-1}); os pontos 2 e 3 apresentaram valores acima de TEL, mas abaixo de PEL (315 mg kg^{-1}); finalmente, o ponto 4 apresentou valores acima de PEL, para todas as amostras.

Para o Cu, observou-se uma tendência de decréscimo de concentração do ponto 1 para o ponto 4, comportamento este oposto ao apresentado pelo Zn. Todos os valores de concentração de Cu das amostras dos pontos 1 e 2 estiveram acima do valor de PEL (197 mg kg^{-1}). Nos pontos 3 e 4, todos os valores de concentração das amostras foram superiores ao valor de TEL (35,7 mg kg^{-1}), porém inferiores aos valores de PEL.

Com relação ao Cd, todos os valores de concentração encontrados estiveram acima dos valores de PEL (3,50 mg kg^{-1}). Vale salientar que os valores de ER, Z e R, na validação do método, com a análise dos materiais de referência WQB-3 e NIST 2782, não atenderam aos critérios de aceitabilidade (ER < 25%; $|Z| < 3$ e R entre 75 e 125%). Na investigação desse fato, verificou-se uma interferência da matriz sedimento demonstrada através do valor de ruído de fundo (background), muito superior àquele apresentado para as soluções padrão. A partir dessas considerações, concluiu-se que os valores obtidos para Cd em sedimentos por meio da técnica de ICP OES (Tabela 7) não eram confiáveis. Comparando-se os resultados da Tabela 6 (AAS) para Cd com os valores orientadores, pode-se verificar que alguns pontos excederam o valor de TEL (0,6 mg kg^{-1}) e apenas algumas amostras do ponto 4 excederam o valor de PEL (3,5 mg kg^{-1}).

Tab. 6 *Resultados obtidos (mg kg^{-1}) na análise das amostras de sedimentos por AAS, fração total (partículas < 2 mm)*

Ponto	Amostra	As[b]	Ba[a]	Cd[a]	Cr[a]	Cu[a]	Hg[c]	Mn[a]	Ni[a]	Pb[a]	Se[b]	Zn[a]
P1	P1-05	27,4	63,2	n.d.	47,7	5852	0,37	554	12,6	44,1	0,84	89,5
	P1-10	13,4	60,2	n.d.	47,1	5796	0,53	568	12,5	42,9	0,41	89,7
	P1-20	31,4	68,9	n.d.	11,6	6349	0,22	540	17,0	44,9	1,03	90,4
	P1-30	14,7	33,4	n.d.	38,1	2171	0,42	259	12,7	30,0	0,22	75,6
	P1-C	40,0	61,9	n.d.	n.d.	2822	0,36	433	14,9	35,9	0,79	75,1
P2	P2-05	12,3	68,6	n.d.	21,9	2853	9,13	358	18,7	30,2	0,73	112
	P2-10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	P2-20	6,24	68,8	n.d.	11,0	3874	13,2	269	17,3	30,4	0,34	110
	P2-30	10,1	65,7	n.d.	12,8	1801	31,9	188	17,3	29,2	0,62	86,4
	P2-C	14,8	66,4	n.d.	9,43	1801	4,25	5,90	15,9	32,5	0,79	104
P3	P3-05	6,66	79,2	1,34	52,1	164	16,5	229	14,8	31,3	0,47	237
	P3-10	7,78	85,4	1,15	58,0	137	11,6	211	18,1	33,5	0,74	243
	P3-20	7,85	83,3	n.d.	52,9	138	10,9	247	17,1	31,5	0,71	240
	P3-30	5,43	72,7	n.d.	48,0	104	12,5	166	15,8	26,7	0,42	136
	P3-C	4,94	58,5	n.d.	38,8	101	24,0	173	14,5	n.d.	0,30	155
P4	P4-05	11,7	127,9	n.d.	70,7	77,3	38,7	185	26,4	37,0	0,84	388
	P4-10	12,3	80,5	3,07	70,9	72,6	30,2	180	27,9	33,7	0,84	439
	P4-20	13,9	79,9	4,38	66,6	72,3	29,5	167	26,3	35,5	0,91	338
	P4-30	13,3	79,3	4,09	76,5	67,3	30,1	213	32,0	45,0	0,92	319
	P4-C	11,0	77,6	4,07	47,7	64,9	45,0	147	20,1	44,1	0,59	375
Valores Orient.	***TEL***	**5,9**	**—**	**0,6**	**37,3**	**35,7**	**0,17**	**—**	**18,0**	**35**	**—**	**123**
	PEL	**17**	**—**	**3,5**	**90**	**197**	**0,486**	**—**	**35,9**	**91,3**	**—**	**315**

Valores Orient.: ENVIRONMENTAL CANADA. Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. Canadian Environmental Quality Guidelines – Summary Tables, atualizado em 2002 (comparação com fração total, partículas < 2 mm)

n.d.: Valores abaixo dos limites de quantificação do método, Cd = 0,7 mg kg^{-1} Cr = 7,00 mg kg^{-1}; Pb = 20 mg kg^{-1}

As e Se: determinação efetuada na amostra bruta e cálculo na base seca

[a] Determinação por Espectrometria de Absorção Atômica, com atomização por chama (FAAS)

[b] Determinação por Espectrometria de Absorção Atômica, com atomização por forno de grafite (GFAAS)

[c] Determinação por Espectrometria de Absorção Atômica, com geração de vapor frio (CVAAS)

A amostra P2-10 não pôde ser analisada, pois foi perdida durante procedimento analítico.

Para o elemento Pb, embora os valores de ER, Z e R na validação do método, na análise dos materiais de referência tenham atendido aos critérios de aceitabilidade, na determinação das amostras de sedimentos verificou-se o mesmo problema apresentado pelo elemento Cd (alto valor de ruído de fundo). A partir dessas considerações, concluiu-se que os valores obtidos para Pb em sedimentos por meio da técnica de ICP OES (Tabela 7) não eram confiáveis. Comparando-se os resultados da Tabela 6 (AAS) para Pb com os valores orientadores, pode-se verificar que somente os pontos 1 e 4 excederam o valor de TEL (35 mg kg^{-1}). Com relação ao valor de PEL (91,3 mg kg^{-1}), nenhuma amostra excedeu esse valor.

TAB. 7 *Resultados obtidos (mg kg^{-1}) na análise das amostras de sedimentos por ICP OES, nas frações fina (partículas < 0,063 mm) e total (partículas < 2 mm)*

Ponto	Amostra	Al (%)		Ba		Cd		Cr		Cu		Fe (%)		Mn		Ni		Pb		Zn	
		Total	Fina	Total	Fina	Total	Fina	Total	Fina	Total	Fina	Total	Fina	Total	Fina	Total	Fina	Total	Fina	Total	Fina
P1	P1-5	2,08	2,49	66,8	77,9	12,1	12,7	42,2	44,6	4403	4510	5,97	6,59	629	591	16,4	19,1	58,9	71,7	105	98,6
	P1-10	1,86	2,10	61,0	78,9	10,6	11,7	41,3	43,4	4654	4650	5,30	6,74	649	765	15,5	17,9	59,8	64,2	106	95,2
	P1-20	2,71	2,52	77,6	88,8	12,9	12,7	46,1	46,0	5389	6040	6,37	7,29	639	731	20,5	19,9	66,3	73,0	110	102
	P1-30	—	2,00	—	71,9	—	9,39	—	47	—	3200	—	6,20	—	421	—	19,5	—	62,0	—	88,0
	P1-C	2,73	2,13	69,4	61,1	13,4	11,3	49,4	45,8	2500	2740	6,41	7,09	486	535	18,8	15,8	63,1	57,9	87,1	76,9
P2	P2-5	4,32	3,82	95,6	88,0	13,2	12,5	50,5	54,5	2251	2260	6,33	7,01	391	436	21,6	24,6	67,5	86,2	124	128
	P2-10	—	4,50	—	97,9	—	10,7	—	52,1	—	2100	—	7,68	—	360	—	23,4	—	77,3	—	126
	P2-20	3,06	4,10	77,2	103	11,9	12,3	47,2	54,5	2260	2440	5,75	6,62	274	313	21,0	23,3	56,3	72,5	119	124
	P2-30	2,44	4,79	63,0	105	7,83	10	46,3	58,6	3336	3490	3,86	5,56	187	237	17,8	29,7	49,1	74,2	99,3	121
	P2-C	2,67	3,98	69,5	95,9	12,0	13,4	49,8	60,1	1388	1600	5,82	7,91	349	406	17,8	25,1	60,3	82,0	112	113
P3	P3-5	2,98	3,81	82,1	107	10,3	11,7	43,0	53,5	133	140	5,02	6,43	232	263	18,6	22	54,8	77,5	224	226
	P3-10	4,17	2,86	98,9	85,1	11,8	11,2	49,8	44,9	110	103	5,84	5,01	223	232	15,0	16,2	61,9	58,1	244	211
	P3-20	3,52	2,70	90,5	89,3	10,5	10,8	44,9	43,8	109	105	5,26	4,67	258	274	19,6	16,2	58,1	58,9	239	216
	P3-30	2,87	3,44	76,2	95,7	8,28	8,9	39,7	43,2	75,2	69,3	4,26	4,69	173	194	18,7	18,4	49,8	56,0	140	142
	P3-C	2,19	3,20	60,0	102	7,60	11,6	31,5	46,7	74,4	115	3,77	6,50	172	294	18,6	16,5	40,9	63,2	155	225
P4	P4-5	4,09	3,26	149	132	14,5	14,2	58,8	56,9	50,3	41,3	7,00	7,82	187	245	15,0	21,7	66,1	68,4	372	344
	P4-10	3,51	3,51	95,0	93,6	13,8	13,4	58,4	65,4	47,7	47,1	6,83	8,04	180	189	19,6	20,9	66,3	75,6	421	362
	P4-20	3,63	4,02	94,3	107	14,5	14,6	60,4	61,4	47,5	49,7	7,20	8,92	167	195	18,7	23,0	69,7	72,3	325	328
	P4-30	4,54	4,77	124	115	16,6	14,1	68,3	63,4	50,7	50,2	7,69	8,46	236	174	16,8	24,8	80,0	73,8	309	300
	P4-C	4,24	4,21	122	116	12,4	12,4	59,2	63,0	45,7	59,3	5,47	6,62	158	197	26,2	26,6	71,3	78,3	366	398
Val. Orient.	**TEL**	**—**		**—**		**0,6**		**37,3**		**35,7**		**—**		**—**		**18,0***		**35**		**123**	
	PEL	**—**		**—**		**3,5**		**90**		**197**		**—**		**—**		**35,9***		**91,3**		**315**	

Valores Orient.: ENVIRONMENTAL CANADA. Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life. Canadian Environmental Quality Guidelines – Summary Tables, atualizado em 2002 (comparação com a fração total, partículas < 2 mm)

As amostras P1-30, fração total, e P2-10, fração fina, não puderam ser analisadas, pois foram perdidas durante o procedimento analítico.

4 CONCLUSÕES

No presente estudo, foram desenvolvidas e validadas, quanto à precisão e exatidão, duas técnicas analíticas para análise de metais de interesse ambiental em sedimentos.

As técnicas de AAS e OES foram utilizadas na determinação dos elementos Al, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Se e Zn, utilizando como método de digestão, o método U.S. EPA 3051, que é o método apropriado para solubilizar os elementos potencialmente disponíveis, presentes em amostras de solos e sedimentos.

Para a determinação dos elementos As e Se, utilizou-se a técnica de GFAAS e para o Hg, a técnica de CVAAS. Em ambos os casos, as técnicas apresentaram-se adequadas para a análise de amostras de sedimentos.

Analisando-se os resultados obtidos pelas duas técnicas analíticas FAAS e ICP OES para Cd e Pb, optou-se pelos resultados obtidos por FAAS, uma vez que as determinações de Cd e Pb, por ICP OES, apresentaram interferências. Essas interferências foram verificadas, principalmente, na determinação de Cd nos materiais de referência, causando aumento de sinal analítico e, consequentemente, aumento no teor do metal. Para o Pb, também se optou por FAAS, devido ao melhor resultado obtido na análise dos materiais de referência e ao fato de a determinação de Pb apresentar interferências semelhantes às verificadas para o Cd por ICP OES.

Para os demais elementos, a técnica de ICP OES apresentou-se igualmente adequada, permitindo a determinação de 8 elementos de interesse ambiental, numa única análise, nas amostras de sedimentos.

Para a comparação dos resultados obtidos na determinação dos metais, por ambas as técnicas ICP OES e FAAS, utilizou-se a mesma amostra digerida.

A seguir, são discutidos os níveis de concentração das amostras de sedimento (**testemunho**) em cada ponto de coleta, para os elementos Al, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Ni, Pb, Se e Zn.

Ponto 1: de um modo geral, os valores mais altos de con-

centração encontraram-se na seção 10-20 cm do testemunho. A seção 5-10 cm, de um modo geral, apresentou valores mais baixos, com exceção de Hg e Cu. Este alto valor de concentração encontrado para Cu foi devido, provavelmente, à aplicação de algicidas próximo à área de captação de água para abastecimento público. O Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2004 (CETESB, 2005), relata a aplicação de cerca de 50 toneladas de algicidas no mês de abril, cerca de 25 toneladas no mês de maio (período que antecede a data da amostragem para este estudo, junho de 2004) e cerca de 10 toneladas no mês de junho.

Ponto 2: de um modo geral, os valores mais altos de concentração para os elementos analisados encontraram-se na seção 20-30 cm do testemunho, exceto para Zn. As seções 0-5 e 10-20 cm, de um modo geral, não apresentaram diferenças significativas nos teores. O Cu no ponto 2 também apresentou altos níveis de concentração, muito acima dos valores encontrados nos pontos 3 e 4.

Ponto 3: apresentou valores mais altos de concentração na seção 0-5 cm do testemunho. A seção 20-30 cm de profundidade, de um modo geral, apresentou valores mais baixos de concentração.

Ponto 4: os valores mais altos de concentração encontraram-se na seção 5-10 cm do testemunho. Os valores de Ba, Hg e Zn encontrados nesse ponto foram os mais altos dos pontos amostrados. Isso se explica, provavelmente, pela proximidade da descarga de efluentes industriais e domésticos dos rios que deságuam na represa. Com relação ao Hg, esses altos valores devem-se, provavelmente, à influência de efluentes industriais despejados nos rios formadores da represa.

O ensaio de datação do sedimento do Rio Grande (CAMPAGNOLI et al., 1999; FAVARO et al., 2001, 2007), nas proximidades dos pontos 3 e 4, relacionando a profundidade no sedimento com a época de sedimentação, classificou os sedimentos na profundidade 0-5 cm, como processos de sedimentação recentes ocorridos a partir da década de 1990; sedimentos de 5-10 cm, sedimentação ocorrida na década de 1980; sedimentos de 10-20 cm de profundidade, sedimentação ocorrida nas décadas de 1960 até 1980; e sedimentos encontrados na profundidade de 20 a 30 cm, processos de sedimentação ocorridos na década de 1950. A taxa de sedimentação atual é de cerca de 10 mm/ano.

Desta forma, os altos teores de metais na porção superficial, apresentados nos pontos 3 e 4 (0-10 cm), parecem indicar enriquecimentos recentes, ocorridos entre 1980 e a época atual, ou o revolvimento do leito do reservatório proporcionando uma ressuspensão de camadas mais profundas (e portanto mais antigas).

Os níveis de concentração das amostras compostas, que representam as porções *superficiais* do sedimento, foram analisados em cada ponto de coleta, apresentando o seguinte panorama dos processos de sedimentação recentes:

Os elementos Al, Cr, Fe, Ni e Se apresentam semelhança de comportamento nos diferentes pontos amostrados (teores de P1 < P2, teores de P2 > P3 e teores de P3 < P4). Os teores de Ba, Hg e Zn diminuem do ponto 4 para o ponto 1, ocorrendo o inverso para os teores de As, Cu e Mn.

Novamente, os teores elevados de Cu, nos pontos 1 e 2, parecem ter relação com a aplicação de algicidas próximo à área de captação de água, para o abastecimento da SABESP. Os teores elevados de Hg e Zn nos pontos 3 e 4 devem-se provavelmente à influência de efluentes industriais despejados nos rios formadores da represa.

As amostras foram coletadas por dois tipos de amostradores, busca fundo van Veen e testemunhador a pistão (*piston core*). Verificou-se, com a análise dos resultados, que a amostragem de testemunho foi adequada para a investigação mais detalhada da concentração dos elementos, uma vez que existe a possibilidade de separação de seções com diferentes profundidades ao longo da coluna de sedimento. Através da análise dos resultados das amostras coletadas pelo amostrador van Veen, em comparação com os resultados apresentados para as amostras coletadas por *piston core*, verificou-se que, de modo geral, a amostragem com busca fundo para o Reservatório do Rio Grande foi representativa, indicando a possibilidade da utilização dessa técnica (mais simples e de menor custo) para o monitoramento da qualidade dos sedimentos.

A análise das amostras nas frações fina (partículas < 0,063 mm) e total (partículas < 2 mm) confirmou os dados de análise granulométrica, apresentados no Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2004 (CETESB, 2005), que classifica esses sedimentos como praticamente constituídos por silte e argila.

Embora os sedimentos analisados tenham apresentado teores por vezes muito acima dos valores orientadores, os Índices de Qualidade de Água (IAP – Índice de Qualidade das Águas para fins de Abastecimento Público e IQA – Índice de Qualidade das Águas) classificam as águas da represa como de qualidade boa e ótima (CETESB, 2005). Deve-se ressaltar também que os resultados de concentração obtidos para os metais, pelas técnicas analíticas de AAS e ICP OES, não correspondem à concentração total dos mesmos nas amostras de sedimentos, uma vez que as amostras foram digeridas conforme protocolo da U.S. EPA, onde se obtém somente a fração extraível dos metais na amostra. Os valores orientadores são estabelecidos para a concentração total desses metais em sedimentos.

Vale lembrar que a presença de uma quantidade significativa de matéria orgânica em sua composição desfavorece a disponibilidade de metais e de outras espécies químicas à biota aquática.

Em função dos altos teores de metais, principalmente Hg, nos sedimentos do Reservatório do Rio Grande, desaconselham-se quaisquer ações que venham a causar alterações nas condições redox desses sedimentos, que possam promover a remobilização dos metais (CETESB, 2005).

Dando continuidade a esse projeto, estão sendo iniciados estudos relacionados à presença de Hg nesse reservatório, com desenvolvimento e validação de metodologia para a especiação de Hg em sedimentos, também em parceria com a CETESB.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACCAN, N. *Introdução à Espectrometria de Absorção Atômica*. UNICAMP. Campinas, 1994.

BEATY, R.D.; KERBER, J.D. Concepts, Instrumentation and Techniques in Atomic Absorption Spectrophotometry – Perkin Elmer, USA, 1993. CETESB – *Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2003*. São Paulo, 2004.

BEVILACQUA, J.E. Estudos Sobre a Caracterização e a Estabilidade de Amostras de Sedimento do Rio Tietê, SP. Tese de Doutorado. Instituto de Química, São Paulo, 1996.

CARTER, M.R. *Soil Sampling and methods of analysis*. Canadian society of soil science, 1993.

CETESB – *Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2003*. São Paulo, 2004.

CETESB – *Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2004*. São Paulo, 2005.

CETESB – ÁGUAS – Rios e Reservatórios – Informações, http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios_informacoes.htm; Rios e Reservatórios – Informações, http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios_monitoramento.html; Rios e Reservatórios – Rede de Monitoramento – UGRHI 6, http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/ugrhis/u06.asp, acessado em maio de 2006.

CAMPAGNOLI, F; MAZZILLI, B.P.; MOREIRA, S.R.D. Datação de sedimentos aplicada ao monitoramento ambiental de bacias hidrográficas: exemplo da bacia do Rio Grande – Billings, SP. XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Livro de resumos – ABRH, 1999, p. 155.

CAMPAGNOLI, F. A aplicação do assoreamento na definição de geoindicadores ambientais em áreas urbanas: exemplo da Bacia do Alto Tietê, SP. Tese de Doutorado, EPUSP, 192p, 2002.

CCME – Canadian Environmental Quality Guidelines – Summary Tables – *http://www.ec.gc.ca/ceqg-rcqe/English/ceqg/sediment/default.cfm*

CONAMA – Processo nº 02000.001361/2002-79 – Diretrizes Gerais para a Avaliação do Material a Ser Dragado em Águas Jurisdicionais Brasileiras, Visando o Gerenciamento de Sua Disposição. 3ª. Reunião da Câmara Técnica Permanente de Controle Ambiental, 28 e 29 de julho de 2003.

FAVARO, D.I.T.; MOREIRA, S.R.D.; CAMPOS, V.A.; MAZZILLI, B.; CAMPAGNOLI, F. Determinação Multielementar por Ativação Neutrônica de Sedimentos do Reservatório Billings, Braço Rio Grande, São Paulo. ENCONTRO NACIONAL DE APLICAÇÕES NUCLEARES, 5. 2000, Rio de Janeiro, Anais. Rio de Janeiro: ABEN, 2001, CD ROM.

FAVARO, D.I.T.; DAMATTO, S.R.; MOREIRA, E.G.; MAZZILLI, B.P.; CAMPAGNOLI, F. 2007. Chemical characterization and recent sedimentation rates in sediment cores from Rio Grande reservoir, SP, Brazil. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 273 (2), 451-463.

FRACALANZA, A.P. Reservatório Billings: Apropriação da Água, Conflitos e Gestão. I Encontro Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade, 6 a 9 de Novembro de 2002. Indaiatuba, SP. http://www.anppas.org.br/gt/recursos_-hidricos/ANA%20PAULA%20FRACALANZA.pdf

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL – http://www.socioambiental.org/prg/man.shtm, acessado em janeiro e maio de 2006.

MOREIRA, R.C.A. & BOAVENTURA, G.R. Referência Geoquímica Regional para a Interpretação das Concentrações de Elementos Químicos nos Sedimentos do Lago Paranoá-DF. *Química Nova*, São Paulo, v. 26, n. 6, p. 812-820, 2003.

MUDROCH, A. & MACKNIGHT, S.D. Handbook of Techniques for Aquatic Sediments Sampling. CRC, U.S., 1991.

PERKIN ELMER – Analytical Methods – Atomic Absorption Spectroscopy. U.S., 1996.

SABESP. Sistemas de Captação e Tratamento da Região Metropolitana de São Paulo, acessado em janeiro de 2006 – http://www.sabesp.com.br/o_que_fazemos/captacao_e_-distribuicao_de_agua/sistemas_metropolitano2.htm

SPECTRO – User's Guide of SPECTRO-ICP-AES. *Manual do usuário*, 1999.

U.S. EPA. Behavior of Metal in Soil. United States Environmental Protection Agency. Oklahoma, 1992.

U.S. EPA. Microwave Assisted Acid Digestion of Sediment, Sludges, Soils and Oils – Method 3051 – SW846, 1994 – http://www.epa.gov/epaosver/hazwaste/test/3051.pdf

A Água e o Lugar: a Vida e o Meu Refúgio

Dilmara

1 As águas doces no contexto da urbanização e a sustentabilidade do desenvolvimento

A questão da qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos, no planeta de forma geral e também no Brasil, vem suscitando crescentes debates nos mais variados setores sociais, em face da crescente degradação que os mesmos vêm sofrendo neste último século, quer nas zonas urbanas, quer nas rurais.

As zonas urbanas, porém, são os grandes vetores do processo produtivo no modelo atual de desenvolvimento econômico. Estas áreas, em função da grande concentração de indivíduos, atividades produtivas e prestação de serviços, em um espaço territorial restrito, têm gerado uma demanda de recursos naturais que supera a capacidade de suporte do meio. Esta situação, por sua vez, promove custos sociais e ambientais que são socializados por todos e mesmo assim não são considerados devidamente.

De acordo com registros feitos pela imprensa falada e escrita, a utilização dos recursos hídricos nos últimos anos vem se dando de forma intensa e voltada prioritariamente para a produção de energia e afastamento de dejetos humanos e industriais, processo que tem paulatinamente comprometido a capacidade de autodepuração dos corpos d'água, tornando estes mananciais progressivamente indisponíveis para o abastecimento humano.

Diante do comprometimento dos mananciais e em face da pressão oriunda da crescente demanda de água para abastecimento público, este recurso acaba sendo desviado de outras regiões para suprir as necessidades das metrópoles, sem que sejam levadas em conta, de fato, as necessidades locais daqueles que, na maioria das vezes, sofrem grandes impactos ambientais ao "cederem-nos".

É importante assinalar que a natureza desse processo de apropriação/uso excludente dos recursos naturais está ligada a fatores econômicos, culturais e políticos, determinados historicamente. A dinâmica da urbanização da sociedade brasileira, como reflexo deste processo complexo, privilegiou determinados segmentos/localidades em detrimento de outros, no contexto da expansão do sistema capitalista (MAGALHÃES, G.W.; LINK, V.R.; MASSUNARI, I.S. et al., 1992).

Vários são os exemplos de ecossistemas fortemente impactados por causa da implantação de sistema de reversão das águas para suprir as necessidades de múltiplos usos de outras localidades.

Esta é a situação da bacia do rio Piracicaba, contida na segunda maior região de crescimento econômico do Estado de São Paulo. Esta bacia teve algumas de suas mais importantes nascentes revertidas para suprir parte do abastecimento público e da produção de energia elétrica para a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), que conta, atualmente, com uma população em torno de 17 milhões de pessoas e um consumo médio de 60 m^3 por segundo (RUTKOWSKI, 1999; SABESP, sd).

Segundo dados da SMA 2001, com a enorme concentração de população e produção na Região Metropolitana de São Paulo – pouco mais de 50% da população do Estado e mais de 54% do Produto Interno Bruto –, registrou-se um aumento significativo das demandas de recursos naturais, que foram deslocados da zona rural e do território estadual como um todo. Os recursos hídricos, em particular, passaram a ser desviados de outras regiões para atender prioritariamente às necessidades do setor industrial, quer na produção de energia elétrica, quer no afastamento de dejetos oriundos dos processos industriais, em detrimento do abastecimento da população, que na década de 50 já apresentava uma considerável explosão demográfica.

O volume de água "importado" da bacia do rio Piracicaba, juntamente com outras contribuições, integra um total de cerca de 33 m^3 por segundo, produzido pelo Sistema Cantareira, responsável pelo abastecimento de 56% da população da Região Metropolitana de São Paulo. Este Sistema abrange as cidades de Vargem, Joanópolis, Piracaia, Nazaré Paulista, Mairiporã, Franco da Rocha e Caieiras e é composto por um conjunto de sete túneis, dois canais e cinco represas (SABESP, sd).

Trata-se do último grande sistema de abastecimento da região que ainda permanece em boas condições de preservação ambiental. Ocorre, no entanto, que todo ele estará exposto, em curto espaço de tempo, a uma série de riscos, derivados de múltiplos fatores, dentre os quais salientam-se:

- a expulsão de contingentes humanos, cada vez mais numerosos, das zonas centrais da capital, onde a infra-estrutura urbana já está consolidada, em direção às periferias da cidade e aos municípios vizinhos, basicamente em função da má distribuição de renda e do desemprego, gerado pela demanda crescente de profissionais cada vez mais especializados;
- a aquisição de chácaras destinadas à moradia, ou mesmo ao lazer, por uma parcela privilegiada da população, que busca condições menos insalubres de vida;
- a beleza natural da região, que é composta por remanescentes de mata atlântica e abundância de recursos hídricos – cachoeiras, lagos, rios, represas;
- insuficiência de investimentos, por parte do poder público, em setores como planejamento urbano, saneamento básico, educação e habitação;
- ineficiência dos órgãos competentes na fiscalização de áreas ambientalmente frágeis, como encostas de morros e várzeas, além daquelas protegidas por lei;
- a precária participação popular nos processos de gestão dos recursos naturais;
- a duplicação da rodovia Fernão Dias, que liga a capital ao estado de Minas Gerais e atravessa toda a região que abriga o Sistema, constituindo, inclusive, um importante vetor de transporte entre os municípios da Grande São Paulo e a capital;
- a falta de articulação entre as instâncias municipal, estadual e federal na promoção de Políticas Públicas voltadas à

preservação ambiental e à melhoria das condições de vida da população;

- a falta de continuidade nas Políticas Públicas voltadas ao gerenciamento e preservação dos recursos naturais..

Diante desta conjuntura e da existência de grandes terrenos vagos naqueles municípios, a especulação imobiliária tem promovido uma verdadeira predação da vegetação nativa, por conta do parcelamento irregular do solo.

De acordo com observação e um levantamento exploratório feito junto a comunidades instaladas em áreas de risco, foi constatada a presença de loteadores que, se valendo da fragilidade da fiscalização, continuam, até o presente, promovendo loteamentos irregulares de terrenos, que são vendidos a preços convidativos para os segmentos menos favorecidos.

Desta forma, vem ocorrendo uma degradação ambiental acelerada e, em particular, dos já limitados recursos hídricos, pelos processos de assoreamento e lançamento de lixo e esgotos domésticos *in natura* nos mananciais, assim como agravos à saúde da população, que é exposta a várias fontes de poluição.

Apesar desse panorama, o ritmo das iniciativas do poder público, no sentido da implementação de planejamento e de infraestrutura urbanos, voltados à preservação ambiental e em particular dos recursos hídricos, bem como de processos que possibilitem uma discussão e participação efetiva da comunidade no equacionamento da problemática, não tem acompanhado a demanda.

Desta forma, acredita-se que esta dinâmica irá impor não só grande risco à manutenção das condições de conservação ambiental local, mas também o comprometimento da qualidade de vida e, consequentemente, da saúde dos habitantes que residem naqueles municípios.

O município de Mairiporã, que na língua tupi significa "Aldeia Pitoresca", é o alvo da presente investigação, em função da sua proximidade com a Região Metropolitana de São Paulo, aspecto que gera uma forte pressão demográfica e um processo de ocupação irregular do seu espaço urbano.

Limitando-se ao sul com a cidade de São Paulo, está situado na região da Serra da Cantareira, reserva de mata atlântica, a uma distância de 33 km da capital. É um dos integrantes da Região Metropolitana e possui uma área de 307 km^2, sendo que 80,1% do seu território está contido em área de proteção de mananciais. Este município abriga o canal retificado do rio Juqueri e o reservatório Engenheiro Paiva Castro, dois dos equipamentos do Sistema Cantareira.

Nestes últimos trinta anos, Mairiporã mudou muito sem promover investimentos na infra-estrutura urbana necessária, transformando significativa porção de seu território, originalmente rural, em urbano, com uma apropriação desordenada do espaço. Abaixo, alguns números que evidenciam este fenômeno:

- Grau de urbanização em 2006: 83,51% contra 93,70% no Estado de São Paulo;

- População: 60.111 habitantes em 2000 para 74.877 habitantes em 2006;

- Taxa geométrica de crescimento em 2006: 3,79%, contra 1,52% no Estado de São Paulo no mesmo período (SEADE, 2007).

Assim, assiste-se, num ritmo muito rápido, ao adensamento populacional, que traz consigo o fenômeno da ocupação irregular do solo e da degradação ambiental, nesta que é uma região que encerra um patrimônio ambiental exuberante, composto por inúmeras nascentes, lagos e uma vegetação que abriga jequitibás, jatobás, cedros, canelas, louros, canafístulas e canjaranas.

Na região ainda existe o Parque Estadual da Cantareira, "cujas matas formam um banco genético de natureza tropical com ecossistemas representativos da flora e da fauna, e funcionam como espaço serrano regulador da qualidade ambiental da região, em especial dos mananciais de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo". Este parque abriga ainda mamíferos como a suçuarana e a jaguatirica, além de outros que estão em extinção, tais como preguiça, bugio, gato-do-mato e lontra. Entre as aves, também existem espécies em extinção, como o gavião-de-penacho, opium-de-cauda-vermelha, peito-pinhão, entre outros (SMA, 1998a, p.23).

A área é reconhecida internacionalmente como remanescente da mata atlântica e apresenta grande riqueza de biodiversidade, aspecto que determinou sua inclusão na chamada Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo, estabelecida pela UNESCO – órgão da Organização das Nações Unidas (ONU) – em 1994. O clima, o relevo montanhoso, os mananciais de água que abastecem milhões de pessoas, o patrimônio histórico confirmam a importância ambiental da região (SMA, 1998a, GOVERNO MUNICIPAL DE MAIRIPORÃ, 2001).

Entretanto, observa-se que o padrão de desenvolvimento econômico da Região Metropolitana de São Paulo acabou por estabelecer uma dinâmica de crescimento para o município, assentado em bases incompatíveis com o seu patrimônio ambiental, que, se não for revista e adequada às suas especificidades, promoverá rapidamente a degradação dos seus recursos naturais, assim como da fauna e flora, com reflexos significativos para a saúde da população, a qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos locais, o que inevitavelmente repercutirá na Região Metropolitana de São Paulo, já tão deficitária destes recursos.

Diante desta grande ameaça, à qual já podemos contabilizar vários danos, quer aos vários ecossistemas, quer à disponibilidade das águas, quer à qualidade de vida e à saúde dos habitantes do entorno, deve-se buscar formas de equacionamento da problemática, baseadas em um processo que estabeleça uma "nova aliança" entre o poder público, os diferentes segmentos sociais e o meio; uma "nova razão", que não seja sinônimo de autodestruição, e que estimule a ética nas relações econômicas, políticas e sociais (REIGOTA, 1995).

Em países do Hemisfério Sul, e em particular no Brasil, o enorme custo social e ambiental deste modelo ainda não tem sido devidamente contabilizado, sendo na maioria das vezes ignorado.

Como resultado deste processo, observa-se uma combinação de degradação ambiental e social, ambas fruto de um modelo de "*desenvolvimento*" que não alia crescimento econômico à preservação ambiental. Esta peculiaridade implica uma interdependência de interesses e necessidades indissociável, que impede soluções simplistas de mero controle e restrição das atividades poluentes (RIBEIRO, 1995).

Em vista da complexidade da questão ambiental, entende-se que a compreensão das intersubjetividades, associadas aos processos de apropriação social do espaço e dos recursos naturais, pode constituir-se em ferramenta capaz de subsidiar, de maneira mais efetiva, ações voltadas ao diálogo e à busca coletiva de soluções para esta problemática, na medida em que traz à luz elementos que estão interligados às dimensões culturais, econômicas, sociais e políticas dos atores envolvidos nesta dinâmica.

É a partir das realidades objetivas e subjetivas, oriundas das experiências vividas cotidianamente, que se institucionalizam práticas sociais de apropriação dos recursos naturais e do espaço, as quais promovem mudanças no meio ambiente, desencadeando ou mesmo reforçando processos de degradação ambiental.

Partilha-se do pressuposto de Reigota (1995), segundo o qual, meio ambiente é um lugar determinado ou percebido, onde os elementos naturais e sociais estão em relações dinâmicas e em interação. Ainda segundo este autor, essas relações implicam processos de criação cultural e tecnológica e processos históricos e sociais de transformação do meio natural e construído.

Diante das interfaces que a questão ambiental estabelece com aspectos culturais, econômicos, políticos e sociais, a perspectiva de análise deve, necessariamente, incorporar elementos que permitam extrapolar a análise meramente causal. Trata-se de uma problemática complexa que apresenta inúmeras interligações e interdependências, razão pela qual as soluções propostas não devem ser reduzidas às intervenções técnicas.

Acredita-se que a partir da compreensão das intersubjetividades dos atores envolvidos neste processo seja possível fornecer subsídios à elaboração de Políticas Públicas e de ações, quer do poder público, quer da sociedade civil organizada, voltadas à discussão e ao equacionamento conjuntos das questões ambientais e socioeconômicas, de tal forma que os interesses econômicos não se sobreponham aos aspectos socioéticos (REIGOTA, 1995).

A gestão participativa, associada a uma apropriação adequada dos recursos naturais, em especial dos hídricos, isto é, alicerçada em pressupostos ecológicos, que respeitem a inter-relação entre o meio construído e os diferentes ecossistemas naturais, certamente promoverá um desenvolvimento em bases sustentáveis.

A interdependência entre as localidades que abrigam o Sistema Cantareira e as populações dele dependentes deve representar uma motivação para que poder público e sociedade busquem soluções conjuntas que garantam desenvolvimento aliado à conservação, desta que é uma das últimas grandes fontes de abastecimento urbano para a Região Metropolitana de São Paulo.

1.1 Da disponibilidade e distribuição dos recursos hídricos à sua utilização

Em seu capítulo 18, a Agenda 21 assim aborda a questão da degradação dos recursos hídricos e do comprometimento do desenvolvimento sustentável: " (...) à medida que as populações e as atividades econômicas crescem, muitos países estão atingindo rapidamente condições de escassez de água ou se defrontando com limites para o desenvolvimento econômico. As demandas por água estão aumentando rapidamente, com 70%-80% exigidos para a irrigação, menos de 20% para a indústria e apenas 6% para o consumo doméstico. O manejo holístico da água doce como um recurso vulnerável e a integração de planos e programas hídricos setoriais aos planos econômicos e sociais nacionais são medidas de importância fundamental para a década de 90 e para o futuro" (SMA, 2000).

Esta problemática tem imposto à sociedade civil e aos governantes de todos os países uma discussão contínua e crescente sobre a questão da qualidade e disponibilidade dos recursos hídricos. O modelo de desenvolvimento econômico, que se apropriou„ particularmente ao longo deste último século, dos recursos naturais basicamente como bens econômicos, deve necessariamente ser revisto, sob pena da completa exaustão dos sistemas ecológicos de sustentação da vida e de suporte dos sistemas econômicos (CONSTANZA apud SACHS, 1993).

O enfoque do modelo de desenvolvimento, sobre o qual se estabeleceu a sociedade moderna, tem como pressuposto básico que a idéia de progresso está, necessariamente, relacionada ao avanço técnico-científico, que tem por finalidade o domínio da natureza, reduzida, sob a perspectiva do capitalismo, à mera provedora material do desenvolvimento econômico (GUTBERLET, 1998).

De fato, os recursos naturais e especificamente os hídricos são um bem econômico, mas são também um bem ambiental e, neste sentido, devem propiciar a reprodução de todos os sistemas ecológicos de sustentação da vida. Partindo-se deste pressuposto, a sua exploração econômica não pode ser incompatível com este objetivo. Dito de outra forma, a exploração econômica dos recursos naturais não deve implicar risco de degradação ambiental ou comprometimento da reprodução da vida.

O equacionamento destas questões deve ser coletivo e a longo prazo, sob pena do comprometimento da sustentabilidade do planeta e das gerações futuras. Este processo de gerenciamento demanda inovações permanentes e deve ocorrer nos campos técnico, institucional e legal. Contudo, uma gestão eficaz, do ponto de vista econômico, social e ambiental, não ocorrerá efetivamente se não se realizar no campo político.

Neste sentido, alguns desafios devem ser superados:

1. Continuidade de políticas voltadas ao gerenciamento e preservação dos recursos hídricos.

2. Articulação entre as instâncias municipais, estaduais e federais.

3. Gerenciamento realizado por equipes multidisciplinares, a partir de um paradigma ecossistêmico, sustentado por um planejamento de longo prazo, em oposição ao paradigma gerencial baseado nas medidas locais, setoriais e de respostas às crises.

4. Criação de mecanismos efetivos de participação e controle social na gestão dos recursos.

2 A exclusão social e a ocupação do espaço urbano

Com o reordenamento econômico mundial, ancorado nos avanços das telecomunicações e da tecnologia, surgem blocos econômicos integrados tais como a União Européia, o Nafta e, em escala menor, o Mercosul. Neste contexto, desponta uma rede de cidades mundiais que tem por função promover a

expansão econômica dos países, a partir de infra-estrutura voltada a este fim. No Brasil, São Paulo e Rio de Janeiro são exemplos dessas metrópoles globais.

Esses centros, visando a otimizar cada vez mais os resultados dos setores produtivo, financeiro e de serviços, têm incorporado permanentemente tecnologias de ponta. Toda esta dinâmica, baseada em uma nova "racionalidade" econômica, tem imposto uma redução nos postos de trabalho e o aumento da demanda por recursos humanos cada vez mais especializados, dentre outras coisas. Como resultado desse processo, assiste-se a uma limitação no acesso ao emprego, que afeta parcela significativa da população residente nesses centros.

Esta dificuldade de acesso ao emprego, somada ao achatamento permanente dos salários e à flexibilização das relações de trabalho, que traz implícita a perda crescente dos benefícios sociais, vem conduzindo massas crescentes de trabalhadores ao desemprego e ao subemprego. O fenômeno do desemprego e do subemprego, por sua vez, gera a forma mais trágica de exclusão social.

Embora o reordenamento econômico seja um fenômeno mundial e a problemática social dele decorrente, um fato presente na maioria das cidades do mundo, onde são criados "indivíduos desnecessários" ao atual universo da produção econômica, esta nova ordem tem mostrado a sua face mais cruel nas regiões mais pobres do planeta, onde o nível de escolaridade, o acesso aos benefícios sociais e a condição socioeconômica da maioria da população são desfavoráveis à nova ordem (FONTES apud GUTBERLET, 1998).

Conforme estudos têm comprovado, os novos paradigmas engendrados pelo processo de globalização e, portanto, associados ao modelo econômico atual, são responsáveis pela criação deste novo exército de desempregados e subempregados. Estes indivíduos, uma vez excluídos do mercado de trabalho, tendem a permanecer economicamente à margem da sociedade por um tempo indeterminado, fenômeno que traz em seu bojo o crescente empobrecimento da população.

Note-se que o "exército de reserva" de trabalhadores, intrínseco ao sistema capitalista, ampliou-se drasticamente com as novas tecnologias e passou a ser muito mais um exército de ex-trabalhadores, que têm cada vez menos chances de serem incorporados ao mercado de trabalho (GUTBERLET, 1998).

Assim, as desigualdades de renda e de acesso aos serviços e o desenraizamento causado pela mobilidade profissional provocam um fenômeno de marginalização que não se refere unicamente à franja do subproletariado; ao contrário, atinge cada vez mais todas as camadas sociais (WANDERLEY, 2001).

Diante deste contexto, a exclusão social deve ser entendida como um mecanismo multidimensional através do qual os indivíduos e grupos são excluídos das trocas sociais e dos direitos de integração social e de identidade. Este processo de exclusão vai além da participação na vida do trabalho, englobando os campos da habitação, educação, saúde e acesso a serviços (ATKINSON apud VÉRAS, 2001).

Esta dinâmica implica, dentre outras coisas, a crescente expulsão de famílias menos favorecidas economicamente das áreas centrais das cidades, onde o custo das moradias é mais alto, em direção às periferias pouco valorizadas.

Segundo VÉRAS 2001, diante deste contexto, o indivíduo torna-se impossibilitado de exercer, inclusive, a cidadania, "que é também o direito de permanecer no lugar, no seu território identitário, o direito a seu espaço de memória.."

Nas zonas periféricas estes contingentes ocupam, em geral, as áreas ambientalmente frágeis e desprovidas de infraestrutura sanitária, tais como as encostas, várzeas e áreas de proteção de mananciais, onde o custo das moradias é menor. Este processo resulta, inevitavelmente, em elevados gastos, por parte do poder público, com a remediação dos problemas sociais e ambientais.

Estabelece-se, portanto, a partir deste modelo de desenvolvimento, uma problemática ambiental bastante complexa. Em decorrência desta interligação entre aspectos econômicos, políticos, sociais e ambientais, pode-se afirmar que a gestão dos recursos hídricos está necessariamente ligada à atenção à pobreza e à desconstrução de alguns paradigmas econômicos.

Não se trata, pois, de vislumbrar o equacionamento da problemática relativa à conservação destes recursos apenas de uma perspectiva puramente técnica; ao contrário, a questão envolve diferentes níveis de governo, a sociedade civil organizada e representantes do setor econômico em ações integradas e voltadas à diminuição das desigualdades sociais.

Obviamente, isto não quer dizer que os pobres sejam os únicos responsáveis pelos problemas ambientais. Não se trata de uma mera relação de causa-efeito e qualquer raciocínio nesta direção implicaria uma análise reducionista da questão.

É imprescindível que sejam criados mecanismos efetivos de distribuição de renda, os quais garantam o acesso das parcelas menos favorecidas economicamente aos bens sociais, à riqueza produzida pelo conjunto da sociedade e aos direitos que todo cidadão deve ter, como, por exemplo, educação, moradia, trabalho, saúde, transporte, segurança etc. Sem a elaboração de Políticas Públicas que contemplem estas prerrogativas não será possível o encaminhamento de soluções voltadas ao equacionamento das questões ambientais.

Embora todos os habitantes das cidades sejam afetados por esta dinâmica, a qual impõe grande mobilidade social, os setores mais carentes da população sofrem mais, na medida em que acabam sendo "exportados" para as periferias, onde a infra-estrutura urbana é precária.

Essas regiões são caracterizadas pela elevada densidade habitacional, carência de áreas verdes, elevado grau de poluição e degradação ambiental e pela ocupação caótica, basicamente empreendida pela população de baixa renda ou sem renda. Os riscos de danos à vida, seja pela ocupação inadequada de várzeas e encostas, seja pela violência ou pelas condições de vida insalubres, fazem parte do cotidiano destas áreas (GUTBERLET, 1998).

Assim, na busca do gerenciamento da questão ambiental,, mais especificamente dos recursos hídricos, é fundamental que não se perca de vista o processo de globalização econômica, que, a partir da imposição de uma nova ordem mundial, desencadeia processos de exclusão social de grandes massas humanas e de mercantilização avassaladora, inclusive, e particularmente, dos recursos naturais.

Entende-se que o desenvolvimento em bases sustentáveis, isto é, aquele que não cria uma dicotomia entre as metas econômicas e as ecológicas, uma vez que a sobrevivência dos siste-

mas econômicos depende dos sistemas ecológicos de sustentação da vida, deva balizar o raciocínio e as ações voltadas ao encaminhamento das questões ambientais, ao mesmo tempo incorporando o conceito de complementaridade entre o capital "natural" e aquele "feito pelo homem", com base na justiça social (CONSTANZA apud SACHS, 1993).

Contudo, esta justiça social não pode ser pensada sem o diálogo franco entre a sociedade civil e o poder público, realizado a partir de um canal efetivo de comunicação, o qual contemple, inclusive, a participação social e as responsabilidades mútuas.

Neste sentido, a compreensão das representações, bem como a identificação das práticas de apropriação do espaço e dos recursos hídricos, tornam-se estratégicas à medida que fornecem subsídios para a elaboração de processos educativos e Políticas Públicas voltados à participação da população na gestão dos bens públicos, estimulando, sobretudo, a cidadania.

3 CONSIDERAÇÕES

3.1 A imagem no espelho

Conhecer as representações sociais acerca de recursos hídricos e meio ambiente dos moradores de quatro bairros do município de Mairiporã (Vila Davi, Vila São José, Jardim Sandra I e II), bem como identificar as formas de apropriação social destes elementos, é, antes de tudo, desvelar as injustiças sociais, traduzidas pela má distribuição da riqueza e a falta de acesso a direitos elementares do ser humano como a moradia, o trabalho, a educação, a saúde, dentre outros.

Embora as representações sociais sejam resultado de processos cognitivos e, portanto, intra-individuais, é fundamental para a sua compreensão que não sejam desconsiderados os aspectos sociais, culturais, políticos e econômicos que lhes são subjacentes, uma vez que os grupos humanos elaboram a sua visão de mundo a partir das suas condições objetivas de existência.

Acredita-se que a compreensão aprofundada das representações sociais construídas por esses sujeitos, assim como a identificação das suas práticas de apropriação do meio, produzam elementos que favoreçam a criação de mecanismos e estratégias, quer por parte do poder público, quer pela sociedade civil, voltados à inserção social destes atores, no âmbito do espaço urbano.

Tanto os processos de compreensão dessas representações quanto de inserção desses sujeitos implicam, necessariamente, na reflexão acerca das contradições e desigualdades sociais que permeiam o seu cotidiano, quer no âmbito da esfera pública, quer no da esfera privada.

Particularmente nas periferias das cidades, muito mais do que em outras áreas urbanas, a população de baixo nível socioeconômico experimenta a carência sob várias formas. Esta situação constitui-se, inclusive, em elemento de identificação entre aqueles sujeitos e é fruto de uma desigualdade estrutural e estruturante. Há escassez de moradia, saneamento básico, transporte, educação, lazer, saúde, trabalho, renda, consumo etc. De acordo com Ianni (1999), a vida nestes locais se desenvolve no limite dos recursos, sejam eles "naturais" ou sociais.

Neste contexto, os processos de degradação ambiental são intrínsecos ao cotidiano desses habitantes e desencadeiam-se muito mais em função de deficiências na atuação do poder público do que devido às práticas sociais de apropriação do meio.

Entretanto, os habitantes dessas regiões não se dão conta da dinâmica social, política e econômica que os incorpora e em muitas ocasiões acabam assumindo a responsabilidade pelas condições ambientais insalubres, as quais são determinadas muito mais pela conjuntura sociopolítica do que pelas suas práticas sociais e tradições culturais de interação com o meio.

Neste processo, onde passam a assumir a responsabilidade pela degradação ambiental, elaboram representações de pobreza, as quais remetem a atributos desvalorizados socialmente, tais como a falta de zelo, educação, capricho, o que resulta em uma auto-imagem bastante negativa.

Esta representação reforça o processo de exclusão social do qual são vítimas, na medida em que os segrega, afastando-os dos demais moradores, ou seja, daqueles que são zelosos, educados, civilizados...

Diante desta situação desfavorável, estes "pobres" elaboram estratégias de inclusão social adotando práticas valorizadas pelo grupo, as quais lhes conferem um padrão diferenciado de educação, a despeito da sua condição socioeconômica, equiparando-os àqueles outros sujeitos que são asseados, zelosos e "civilizados"...

Os moradores dos bairros de Vila Davi e Vila São José exemplificam esta situação quando removem a cobertura vegetal original, substituindo-a por gramados e espécies exóticas.

O novo visual criado por este tipo de vegetação imprime à moradia e, consequentemente, ao seu proprietário uma imagem que recria a representação de pobreza, na medida em que lhe infunde atributos como capricho e higiene, os quais o distinguem dos demais pobres – os descuidados e sem asseio.

Entretanto, diferentemente do que se supõe em um primeiro momento, os moradores, da Vila São José e Vila Davi, tanto os mais pobres quanto aqueles que possuem uma condição financeira um pouco mais favorável, têm uma série de cuidados com o local no sentido de garantir a salubridade do meio.

Para isto criam soluções individuais que buscam o controle dos processos erosivos, a dispersão de resíduos sólidos e a proliferação de vetores. Afinal, para a grande maioria, aquele é o lugar da realização de um projeto de vida, assim como do resgate da dignidade, uma vez que foi o único espaço onde puderam concretizar o sonho da casa própria.

Desta forma, entende-se que um primeiro passo para a reinserção social destes sujeitos seja a desconstrução desta representação, assim como a valorização dos seus talentos, recursos próprios e estratégias de sobrevivência para criar e recriar o seu espaço de vida.

Partilha-se do pressuposto de Ianni (1999), segundo o qual esses moradores de áreas periféricas são, antes de tudo, artistas que, vivendo no limiar da escassez, criam e recriam cotidianamente as suas vidas, com as próprias mãos.

3.2 Os desafios para o município

No município de Mairiporã e, particularmente, nos bairros de Vila São José, Vila Davi e Jardim Sandra I e II, observa-se que as práticas sociais de apropriação e gestão dos recursos naturais, sobretudo os hídricos, refletem, ao mesmo tempo, os processos históricos de interação homem-meio natural e

o modelo de desenvolvimento econômico predominante nos dois últimos séculos.

Mairiporã teve o seu crescimento desenhado por São Paulo, a partir de uma "racionalidade" econômica, a qual privilegiou os interesses da metrópole em detrimento do patrimônio ambiental e da herança cultural do município, descaracterizando toda uma região em razão da necessidade do aumento da capacidade hidráulica e elétrica da Região Metropolitana de São Paulo. Este processo produziu uma desestruturação econômica e social que até o momento não conseguiu ser superada pela região.

O município reduziu a uma parcela mínima as atividades agropecuárias e minerais, base da sua economia em um passado recente, para transformar-se em cidade-dormitório, absorvendo a massa de trabalhadores que têm baixa remuneração e não possuem condições de permanecer nos grandes centros, em função do alto custo das moradias.

Após uma série de restrições às atividades produtivas, impostas pela Lei de Proteção aos Mananciais, a cidade vem buscando, ainda que embrionariamente, a consolidação de alternativas econômicas que garantam, paralelamente, o crescimento da arrecadação e a criação de postos de trabalho.

Já é possível identificar no município, basicamente através da mídia escrita, um discurso que faz alusão à necessidade de se estabelecer uma identidade local, baseada em um modelo de desenvolvimento que contemple a vocação econômica da região, de uma perspectiva sustentável.

Não obstante a conjuntura institucional, acredita-se que o grande desafio local seja o de estabelecer a autonomia municipal diante dos interesses da metrópole, inserindo-se como parceiro no conjunto das relações políticas sem, contudo, abrir mão da definição dos seus objetivos e prioridades.

Neste contexto, os processos de educação ambiental surgem como uma possibilidade de inserção do cidadão comum nos processos decisórios, na medida em que estabelecem as bases para a reflexão crítica a respeito da crise ambiental e da responsabilidade que tem cada cidadão na gestão do espaço onde vive.

Não se trata apenas de propor a criação de uma consciência ecológica, mas, prioritariamente, uma consciência crítica, voltada ao resgate ético e moral nas relações entre os seres humanos e o meio.

Acredita-se que desta perspectiva serão buscadas alternativas de desenvolvimento que minimizem os prejuízos ambientais e sociais e maximizem as potencialidades econômicas e culturais locais, assim como o capital humano.

4 Referências

Governo Municipal de Mairiporã. *O portal da Cantareira* ["on-line"]. Disponível em *URL: http://www.nav.com.br/govmairipora/indexja.htm.* [2001 Agosto 08].

Gutberlet, J. *Desenvolvimento desigual: impasses para a sustentabilidade.* São Paulo: Centro de Estudos Konrad Adenauer Stiftung, 1998 (Série Pesquisas, nº 14).

Ianni, A.M.Z. "Meio ambiente e saúde na periferia da metrópole: Capela do Socorro, São Paulo". São Paulo: 1999. [Dissertação de Mestrado – Faculdade de Saúde Pública da USP].

Magalhães, G.W.; Link, V.R.; Massunari, I.S. et al. II Concurso das Águas: concurso público nacional de idéias para o melhor aproveitamento das águas da Região Metropolitana de São Paulo. Prefeitura do Município de São Paulo; Consórcio Intermunicipal das Bacias do Alto Tamanduateí Billings; Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência. São Paulo, 1992, pp. 9-44.

Reigota, M. *Meio ambiente e representação social.* São Paulo: Cortez, 1995.

Ribeiro, H. "Educação Ambiental e a experiência do município de São Paulo". In *Cadernos do 3º Fórum de Educação Ambiental.* São Paulo: Gaia, 1995, pp.145-48.

Rutkowski, E. "Bacia hidrográfica & bacia ambiental". São Paulo: Sabesp, 1999 [Parte da tese de doutorado da autora defendida na FAU-USP, em 1999].

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. "Sistema Cantareira". São Paulo, sd.

Sachs, I. "Estratégias de transição para o século XXI". In Bursztyn, M. (org.). *Para pensar o desenvolvimento.* São Paulo: Editora Brasiliense, 1993, pp. 29-56.

SEADE – Fundação Seade. *Informações dos Municípios Paulistas.* ["on-line"]. Disponível em *URL: http://www.seade.gov.br./cgi-bin/lingcv98/spd.ksh* [2007 Maio 10].

SMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente. Departamento de Estradas de Rodagem. "Entre Serras e Águas. Plano de Desenvolvimento Sustentável para a Área de Influência da Duplicação da Rodovia Fernão Dias". São Paulo, 1998a. (*Caderno de Subsídios*, nº 3. Síntese do Seminário Desenvolvimento Sustentável e Geração de Emprego e Renda).

SMA – Secretaria de Estado do Meio Ambiente. *Plano de desenvolvimento sustentável para a área de influência da duplicação da rodovia Fernão Dias.* ["on-line"]. Disponível em URL: *http://www.ambiente.sp.gov.br/rechidrico/vinc21.htm* [2000 Agosto 10].

Véras, M.P.B. "Exclusão social: um problema de 500 anos (notas preliminares)". In Sawaia, B. (org.). *As artimanhas da exclusão: análise psicossocial e ética da desigualdade social.* Rio de Janeiro: Ed. Vozes, 2001, pp. 27-48.

Wanderley, M.B. "Refletindo sobre a noção de exclusão". In Sawaia, B. (org.). *As artimanhas da exclusão: análise psicossocial e ética da desigualdade social.* Rio de Janeiro: Ed. Vozes, 2001, pp.16-26.

Avaliação da qualidade ambiental e proposta de aplicação do modelo DPSIR como subsídio para o Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas: Estudo de caso na Bacia do rio Cotia

Beu, Sandra Eliza[1]*; Cruz, Evandro Cesar da*[2]

[1,2] Docente do curso de Gestão Ambiental da FMU – Faculdades Metropolitanas Unidas.
[1] Mestranda em Ciência Ambiental no PROCAM – Programa de Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo-USP.
Identificação da área ou subárea: 3.07.01.00-7 Recursos Hídricos

Na bacia hidrográfica do rio Cotia, assim como nas demais áreas de proteção dos mananciais da Região Metropolitana de São Paulo, há problemas e conflitos entre o uso e ocupação do solo e a qualidade ambiental dos rios e corpos d'água locais, tendo em vista que na região ocorreu um intenso crescimento urbano nas últimas décadas. Este crescimento urbano, junto a um maior número de impactos ambientais, concentra-se nos centros urbanos de Carapicuíba e de Cotia e nas porções próximo às rodovias Castelo Branco e Raposo Tavares, locais estes onde o desenvolvimento ocorreu em grande parte desacompanhado das provisões de infra-estrutura de saneamento ambiental e do atendimento por serviços públicos. Esse quadro acentuou os problemas de poluição do rio Cotia e de seus principais afluentes. Neste trabalho foram realizados levantamentos de dados e uma avaliação ambiental da bacia, que indicou as áreas mais críticas em relação à qualidade das águas do rio Cotia e maior concentração de impactos. Além da avaliação da qualidade ambiental da bacia, propõe-se para o planejamento ambiental da região a aplicação do modelo DPSIR (*Driving forces, Pressures, State, Impacts and Responses*), desenvolvido pela Agência Européia do Ambiente (AEA) e utilizado atualmente pela EUROSTAT[1] nas estatísticas ambientais da União Européia. Este modelo é apresentado neste estudo como um subsídio para o planejamento ambiental de Bacias Hidrográficas. Os objetivos deste modelo consistem em fornecer informações que alimentem os elementos da cadeia DPSIR, demonstrando sua interligação e avaliação das respostas.

In the Cotia's river basin and in environmental wetlands systems protection areas of Metropolitan São Paulo area there are any problems and conflicts between the use and occupation of land and environmental quality of rivers and water bodies locations, in order that in the region there was an intense urban growth in recent decades. This urban growth, with the largest concentration of environmental impacts is concentrated in the urban centers of Carapicuíba and Cotia and portions of roads near Castelo Branco and Raposo Tavares, in these places where the development occurred in largely unattended in provisions for infrastructure structure of environmental sanitation and care for public services. It accentuated the problems of pollution of the Cotia's river and tributaries. This work has been made surveys of data and an environmental assessment of the basin indicated that the areas most critical in relationship to the quality of water of the river Cotia and greater concentration of impacts. Besides the evaluation of the environmental quality of the basin, it is proposed to the planning in the region to implement the model DPSIR (Driving forces, Pressures, State, Impacts and Responses) developed by the European Environment Agency (EEA) and currently used by the EUROSTAT environmental statistics of the European Union. This model is presented in this study as a subsidy for the planning of river basin. The objectives of this model are to provide information that nourish the elements of the chain DPSIR, demonstrating their networking and evaluation of the answers.

Palavras-chaves: *Bacia Hidrográfica, Análise Ambiental, Planejamento Ambiental, Modelo DPSIR, Bacia do rio Cotia*
Hydrographical Basin, Environmental Analysis, Environmental Planning, Model DPSIR, the Cotia's river basin

1 Introdução

As bacias hidrográficas são vitais para o estabelecimento e desenvolvimento econômico das cidades, pois oferecem disponibilidade de água e a proteção dos mananciais. Porém as altas taxas de urbanização nos centros urbanos aliadas às deficiências de uma política de planejamento ambiental são as causas principais da degradação ambiental dessas áreas. As degradações de bacias hidrográficas podem ocorrer por diversos fatores, como: *(i)* urbanização sem planejamento, *(ii)* atividades agrícolas e de mineração, *(iii)* desmatamentos, *(iv)* obras de terraplenagem, *(v)* poluição, *(vi)* atividades industriais e *(vii)* inexistência de práticas de planejamento e conservação do uso do solo (Benini, 2005). Os processos de urbanização também afetam negativamente processos de natureza limnológica, ecológica e a qualidade da água nos corpos hídricos.

Para a realização do planejamento ambiental, a bacia hidrográfica deve ser observada de forma integrada, considerando seus componentes físicos, químicos, biológicos e socioeconômicos. A integração desses componentes constitui-se em um desafio enfrentado por planejadores ambientais, devido às dificuldades da conciliação de esforços, interesses, necessidades e de definições de prioridades.

2 Localização e caracterização da Área do Projeto

A área deste estudo corresponde à Bacia do rio Cotia, afluente do rio Tietê, que pertence à Região Metropolitana de São Paulo (Figura 1). Esta região abrange parte de cinco municípios

[1] Statistical Office of the European Communities.

da Região Metropolitana de São Paulo (Cotia, Carapicuíba, Barueri, Jandira e Embu) e possui uma área aproximada de 243,7 km^2, dividida em duas porções com características peculiares em relação às suas diferenciações fisiográficas e de estado de conservação ambiental: Alto e Baixo Cotia (Figura 2).

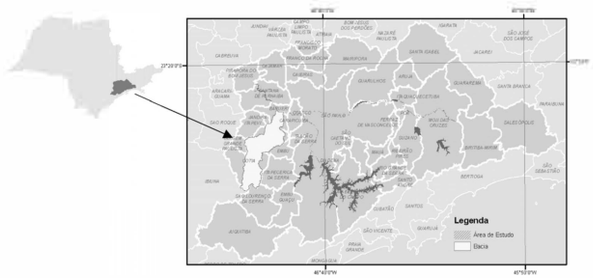


Fig. 1 *Localização da área de estudo.*

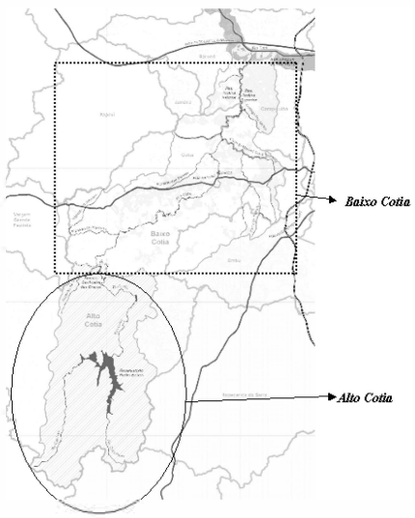


Fig. 2 *Bacia do rio Cotia e subdivisões do Alto e Baixo Cotia.*

A região denominada como sistema Alto Cotia sofre pouca interferência antrópica por constituir a Reserva Florestal do Morro Grande (RFMG), que representa um dos maiores remanescentes florestais do Planalto Atlântico Paulista, região que foi submetida a fortes pressões de desmatamento, tanto para agricultura quanto para exploração de lenha e carvão, e, mais recentemente, para a expansão imobiliária (Metzger *et al.*, 2006). A área protegida da RFMG corresponde às cabeceiras do rio Cotia e, desde 1916, com a construção das represas Pedro Beicht e Cachoeira da Graça, esta área contém o Sistema Produtor do Alto-Cotia, gerenciado pela SABESP, responsável pelo fornecimento de água para cerca de 400-500 mil habitantes da Grande São Paulo.

Já no sistema Baixo Cotia, o cenário apresenta-se de forma diferente: por falta e insuficiência de medidas de proteção na bacia hidrográfica, os corpos hídricos deste sistema sofreram intenso processo de contaminação de suas águas e assoreamento, originados por diferentes formas de ocupação não-planejada e desordenada, ausência de infraestrutura de saneamento e atividades de comércio e indústria, resultando no comprometimento da qualidade de tratamento da água.

3 Objetivos

- Identificar a presença de aspectos responsáveis pela problemática ambiental na Bacia do rio Cotia.
- Avaliar os efeitos dos impactos ambientais na qualidade das águas, em áreas com ocupações irregulares, ao longo do rio Cotia e seus afluentes.
- Indicar espacialmente as áreas ambientalmente críticas na Bacia.
- Propor o uso do modelo DPSIR para integração dos indicadores ambientais e avaliação de suas respostas.

4 Metodologia

Para avaliação da qualidade ambiental da Bacia do rio Cotia, foram realizadas as seguintes etapas metodológicas: *(1)* Levantamento de Dados e Definição das Escalas de Trabalho para cada área temática; *(2)* Análise e Espacialização de Dados para Elaboração de Mapas Temáticos; e *(3)* Reconhecimento das Áreas Vulneráveis. Cada etapa será descrita com detalhes a seguir.

4.1 Levantamento de dados e definição das escalas de trabalho

Para organização dos indicadores, foi adotada a análise do estado do meio, através da avaliação da qualidade da água, da cobertura vegetal e da ocupação urbana na região. Para análise dos dados na Bacia, as escalas de trabalho utilizadas variaram de 1:10.000 a 1:25.000. Para facilitar a análise das informações, foram definidos limites de acordo com as microbacias existentes. Os limites das microbacias foram definidos de acordo com o estudo realizado pela SABESP[2] (1997), complementados com as informações dos limites das bacias de esgotamento da SABESP (*op. cit*). Nesta perspectiva de trabalho, a Bacia do rio Cotia foi delimitada em 51 microbacias, sendo 34 na região do *Baixo Cotia* e 17 na do *Alto Cotia* (Figura 3). Esta subdivisão facilitou a análise da área de estudo, possibilitando a identificação de diferentes ações de pressão antrópica em um mesmo município, de acordo com as suas diferenças de usos do solo. Para avaliação da qualidade das águas, foram considerados os valores dos parâmetros de qualidade da água analisados pela CETESB[3] em sua rede de monitoramento na Bacia. Os dados socioeconômicos foram obtidos a partir do levantamento de dados do IBGE[4] e os dados de uso da terra foram obtidos através de estudos da EMPLASA[5].

[2] Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.
[3] Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo.
[4] Instituto brasileiro de Geografia e Estatística.
[5] Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A.

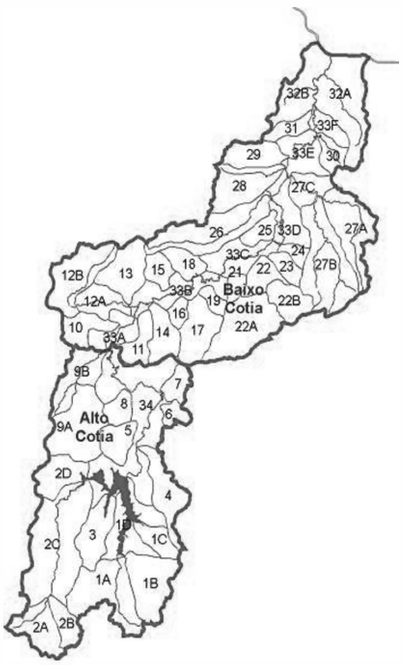


Fig. 3

4.2 Análise e espacialização de dados para elaboração de mapas temáticos

A espacialização de dados é uma etapa fundamental para o Planejamento Ambiental, atuando como instrumento facilitador para a visualização de dados de forma simplificada, auxiliando na compreensão de problemas e tomadas de decisões. Atualmente em estudos de planejamento ambiental, os dados mapeados são inseridos em um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Os SIGs constituem uma importante ferramenta para gestão territorial, principalmente na caracterização das paisagens e na análise de escalas, padrões e processos relacionados com os fenômenos ambientais, podendo ser aplicados em programas de planejamento, proteção, recuperação e no monitoramento ambiental. As vantagens do uso de SIG são relacionadas aos seguintes fatores:

- Atuam como facilitadores no processo de análise de dados e tomada de decisões;
- Favorecem a visualização e interpretação dos dados para apresentações de resultados e gestão participativa;
- Auxiliam o planejamento interdisciplinar, em que profissionais de áreas diversas podem interagir em uma mesma base de dados, realizando a troca das informações.

A análise e a integração dos mapas temáticos foram realizadas a partir da sobreposição dos dados no SIG ArcGis, versão 9.0. Os indicadores socioambientais que foram inseridos neste SIG foram: aporte de cargas poluidoras, distribuição de renda, densidade da população e presença de áreas verdes na Bacia. A partir dos cruzamentos das informações obtidas, foi possível identificar as áreas de maior concentração de impactos ambientais, definidas neste estudo como áreas de vulnerabilidade ambiental.

4.3 Reconhecimento das áreas vulneráveis

O agrupamento das perspectivas socioambientais foi a base para a elaboração de um modelo multicriterial, através do cruzamento de mapas temáticos dos indicadores: aporte de cargas poluidoras, distribuição de renda, densidade da população e presença de áreas verdes na Bacia. A partir dos cruzamentos das informações obtidas, foi possível identificar as áreas de maior concentração de impactos ambientais, definidas neste estudo como áreas de vulnerabilidade ambiental.

Além da avaliação ambiental e identificação das áreas críticas da bacia, foi aplicado o modelo DPSIR (Forças motoras, Pressões, Estado, Impacto e Respostas), que deriva do modelo PER (Pressão-Estado-Resposta). Este modelo foi desenvolvido pela Agência Européia do Ambiente (AEA) e tem o objetivo de perceber as ligações existentes entre o ambiente através dos indicadores ambientais e a sociedade através do desempenho ambiental. Os objetivos deste novo modelo de avaliação consistem em fornecer informação sobre os diferentes elementos da cadeia DPSIR, demonstrar a sua interligação e avaliar a eficácia das respostas. A estrutura de funcionamento deste modelo consiste em cinco etapas integradas entre si:

i. *Drivers*: causas subjacentes que levam a pressões ambientais.
ii. *Pressures*: pressões ambientais que surgem como consequência das diretrizes socioeconômicas.
iii. *State*: o estado do ambiente, que é afetado pelas pressões ambientais.
iv. *Impact*: alterações no estado do ambiente, as quais podem levar a impactos na saúde humana, nos ecossistemas, na biodiversidade, na valoração econômica etc.
v. *Responses*: demonstram os esforços da sociedade através dos políticos e decisores para resolver ou minimizar os problemas identificados.

Esta estrutura é representada a seguir (Figura 4):

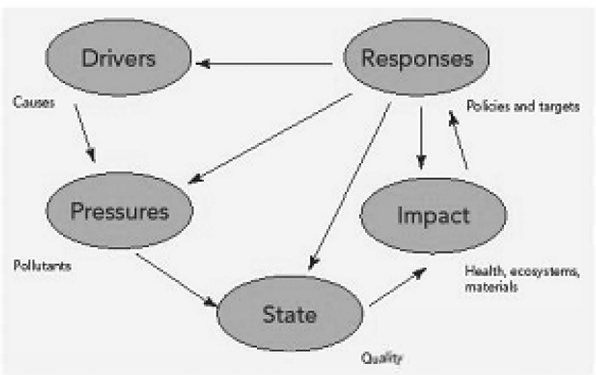


Fig. 4 *Modelo DPSIR (Fonte: EEA 1999).*

5 Resultados e Discussão

5.1 O desenvolvimento urbano na bacia

O interesse na região da Bacia do rio Cotia surgiu a partir da virada do século, devido ao seu potencial hídrico voltado para fins de abastecimento de água potável, compondo o chamado "*cinturão caipira*" da cidade de São Paulo. Em 1910,

uma grave seca na região incentivou o início dos planos e projetos para a utilização dos recursos hídricos na Bacia, com a construção de barragens. Neste período, a região era ocupada por propriedades rurais de médio porte e havia predominância de capoeiras, campos e pastos na paisagem. Destacava-se na região um sistema de cultivo de agricultura itinerante (roça e pasto), além da obtenção de lenha e madeira. Os cultivos dominantes eram: milho, feijão e batata. Segundo os estudos realizados na Bacia (Sabesp, 1992 e 1997; Santos & Rutkowski, 1998; Zuffo, 1998), as causas principais que mudaram a paisagem rural da região foram:

- A expansão da cidade de São Paulo;
- O desgaste do solo pela prática agrícola adotada na região;
- O tipo de cultura agrícola praticado (hortigranjeiro).

A partir da década de 50, surgiram outras atividades econômicas na região, impulsionadas pela especulação imobiliária, como clubes de campo, sítios de recreio e loteamentos. A crescente industrialização e urbanização dos municípios implantou-se na bacia a partir da década de 60, juntamente com a falta de uma política ambiental de saneamento, até o início da década de 80 (Zuffo, 1998). A partir dos anos 80, o desenvolvimento na região também foi influenciado pela presença das Rodovias Raposo Tavares e Castelo Branco e por um afluxo de indústrias vindas da capital e de outros estados. No município de Cotia desenvolveu-se um polo industrial, ao longo da Rodovia Raposo Tavares, com a presença de indústrias de vários ramos de atividades. Neste processo de expansão urbana na região, a indústria foi aos poucos ocupando o espaço das atividades hortifrutigranjeiras que predominavam na Bacia, principalmente no município de Cotia. Em consequência, ocorreu na região uma intensa valorização das propriedades, principalmente nas áreas mais próximas a São Paulo.

A partir daí, o crescimento da região ocorreu por ações desordenadas, com resultados de pressões advindas da cidade de São Paulo e, como conseqüência, as águas foram utilizadas de acordo com a necessidade de cada setor, sem o planejamento adequado, transformando as águas do rio Cotia em esgoto a céu aberto. A especulação imobiliária concentrou-se na porção norte, pois a porção sul já tinha sido considerada, desde o início do século, como reserva de mananciais e de madeira para a estrada de ferro que corta a região (Santos & Rutkowski, 1998).

A partir da década de 80, a poluição do rio Cotia chegou a níveis tão elevados que obrigou a SABESP[6] a interromper o abastecimento de água para as cidades de Barueri, Jandira, Itapevi e Carapicuíba, por várias vezes, em um período aproximado de 40 dias (agosto e setembro de 1984), atendidas pelo Sistema Produtor do Baixo Cotia. A água apresentava altos índices de fenóis e outros poluentes não identificados (Zuffo, 1998).

5.2 Crescimento populacional e densidade demográfica

Segundo dados do IBGE[7] (2000), a população residente na Bacia é de aproximadamente 323.711 mil habitantes (Tabela 1). De acordo com esses dados, os municípios que apresentaram maiores taxas de crescimento populacional no período de 1991 a 2000 foram: Barueri (1,63%), seguido dos municípios de Jandira (1,46%) e Cotia (1,41%). As áreas de maior concentração demográfica da Bacia estão presentes nos municípios de Carapicuíba e Barueri (Tabela 2). Em Cotia, a ocupação concentra-se na região do Baixo Cotia, nas áreas próximas aos núcleos urbanos e nas proximidades das indústrias, localizadas ao longo de toda a extensão da Rodovia Raposo Tavares até a sede do município de Cotia (Figura 5).



Fig. 5 *Densidade (hab/ha): Amarelo - Baixa Densidade, Laranja - Média Densidade, Vermelho - Alta Densidade.*

Tab. 1 *Evolução do crescimento populacional na bacia do rio Cotia** (1991 a 2000).*

MUNICÍPIO	POP. 1991 (TOTAL)	POP. 1991 NA BACIA	POP. 2000 NA BACIA	TC *(%) 1991-2000
Barueri	130.799	16.190	32.411	1,63
Carapicuíba	283.661	144.805	182.663	1,25
Cotia	107.453	78.399	99.798	1,41
Jandira	62.697	3.249	2.931	1,46
Embu	155.990	5.272	5.908	1,35
Total	**740.600**	**247.915**	**323.711**	**7,1**

* Taxa de Crescimento. ** Segundo o IBGE (2000), não há população rural nestes municípios.
Fonte: IBGE, Censo 2000.

[6] Companhia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo.
[7] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

Tab. 2 *Densidade demográfica nos municípios da Bacia.*

MUNICÍPIO	DENSIDADE (hab/km^2)
Barueri	34,88
Carapicuíba	92,42
Cotia	4,95
Embu	3,46
Jandira	4,23
Total	**12,72**

Fonte: IBGE, 2000.

5.3 Principais problemas ambientais

Os principias problemas ambientais (degradação ambiental, poluição, supressão vegetal etc.) e socioeconômicos (altas densidades demográficas, ausência de infra-estrutura e áreas com intensa urbanização não-planejada), ao serem analisados conjuntamente, possibilitaram a identificação das seguintes áreas críticas:

- Município de Carapicuíba: as microbacias localizadas na margem direita do rio Cotia correspondem às áreas mais densamente urbanizadas e verticalizadas de toda a Bacia do rio Cotia. Nestas microbacias também se concentra o maior número de favelas e loteamentos irregulares, na sua maior parte desprovidos de infraestrutura de saneamento, sendo uma das principais fontes responsáveis pela geração da poluição que aflui ao rio Cotia.

- Microbacias 15, 18, 26, 27A, 33C e 33D no município de Cotia: estas microbacias são áreas predominantemente urbanizadas e, em grande parte dos casos, desprovidas de interligações com o sistema de coleta e tratamento dos esgotos sanitários, configurando uma das principais fontes de poluição do rio Cotia (microbacias 15, 18, 33C e 33D), Ribeirão das Pedras (microbacia 26) e córrego Potium (microbacia 27A). O ribeirão Moinho Velho e o córrego Marmeleiro também possuem problemas com relação a cargas pontuais – inclusive industriais –, verificados ao longo de toda a microbacia 27B, no município de Cotia. Essas microbacias, assinale-se, também coincidem com a região de maior densidade industrial, ao longo do eixo da rodovia Raposo Tavares.

No Baixo Cotia, os municípios que apresentaram maiores problemas ambientais foram Carapicuíba e Cotia. Sendo que em Cotia, as áreas criticas concentram-se no eixo próximo à Rodovia Raposo Tavares, em áreas próximas a indústrias. Em Barueri, o território do município inserido na Bacia constitui-se de uma área militar, com baixa urbanização. Em Jandira, as áreas críticas estão concentradas no bairro Jd. São João, abrangendo uma pequena porção do município inserida na Bacia. Os problemas detectados na Bacia normalmente se associam a problemas na infraestrutura urbana e nas deficiências no planejamento urbano da região.

5.4 Qualidade das águas

Diversos estudos que alertavam sobre os problemas referentes à má qualidade das águas na porção do Baixo Cotia já foram realizados (SABESP, 1992; SABESP, 1997; Santos & Rutkowski, 1998; Zuffo,1998 e 2002) e algumas ações de melhorias ambientais já estão sendo realizadas na Bacia, como as ações do Projeto Tietê[8] e do Programa Mananciais[9], que constituem um conjunto de ações para melhorias no desenvolvimento urbano e saneamento na Bacia. A importância da preservação desta área é relacionada principalmente à sua importância como manancial de abastecimento urbano, responsável pelo atendimento a vários municípios da região e a aproximadamente 550 mil pessoas da Zona Oeste da Região Metropolitana de São Paulo.



Fig. 6 *Monitoramento da Qualidade da Água pela CETESB: verde: Boa (IAP), Regular (IAV)'; amarelo: Ruim; Vermelho: Ruim (IAP), Péssima (IAV)'. Fonte: CETESB, 2006.*

A qualidade das águas da Bacia do Rio Cotia começou a apresentar problemas a partir da década de 60, devido à crescente urbanização e industrialização dos municípios que compõem a Bacia, associadas à falta de políticas ambientais na região. A partir da década de 80, a poluição das águas no rio Cotia chegou a níveis elevados, prejudicando, inclusive,

[8] Constituiu de um conjunto de ações integradas para melhoria da qualidade das águas da Bacia do Alto Tietê, sob coordenação do Governo do Estado de São Paulo.

[9] Trata-se de um conjunto bastante amplo de ações voltadas ao desenvolvimento urbano, à promoção social e à proteção ambiental, para o abastecimento público da Região Metropolitana de São Paulo. A iniciativa de sua preparação e futura implantação é de ordem multi-institucional, com a participação cooperativa de onze diferentes organizações públicas, pertencentes a esferas distintas de governo: SSE – Secretaria Estadual de Saneamento e Energia (antiga Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento – SERHS), Secretaria do Meio Ambiente – SMA, Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP, Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano – CDHU, todas vinculadas ao Governo do Estado de São Paulo, e Prefeituras Municipais de São Paulo, São Bernardo do Campo, Santo André, Diadema, Guarulhos, Mogi das Cruzes e Suzano.

[10] Zuffo, A.C.; Santos, R.F. & Dias, E.G.C.S. Proposta Metodológica para a Gestão Integrada da Qualidade das Águas. XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitária y Ambiental. Cancún, México, 27 al 31 de octubre, 2002.

o abastecimento de água para as cidades atendidas pelo Sistema Baixo Cotia (como ocorreu, por exemplo, nos meses de agosto e setembro de 1984[10]). A partir deste período, foram iniciadas diversas ações para tentar reduzir as cargas poluidoras na Bacia, porém as mesmas se mantiveram em níveis elevados. A qualidade da água no rio Cotia serviu como principal indicador dos impactos na região. Nesta avaliação, foram utilizados os dados dos Relatórios de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo, elaborados pela CETESB no período de 1992 a 2005. A análise destes dados ao longo do rio Cotia diagnosticou acentuada piora na qualidade de suas águas, principalmente no trecho situado a jusante de Cotia, uma vez que tal ponto recebe os lançamentos de esgotos domésticos e industriais das áreas urbanas do município (Figura 6). No último relatório de qualidade das águas, referente ao ano de 2005, publicado pela CETESB, a média anual do IAP (Índice de Qualidade da Água para Abastecimento Público) na região do Alto Cotia foi considerada boa. No Médio e Baixo Cotia, o IAP permaneceu ruim ao longo de todo o ano de 2005, devido ao aporte significativo de matéria orgânica, contaminação microbiológica e ausência de oxigênio dissolvido. A porção do Alto Cotia foi identificada como uma região com boa qualidade ambiental, por manter grande parte dos seus ecossistemas preservados e constituir um Sistema de Produção de Água de excelente qualidade para a RMSP. Já no Baixo Cotia, o cenário foi contrário: esta região acumula impactos nos seus ecossistemas, devido à ocupação urbana não-planejada e poluição nos seus corpos hídricos, prejudicando a qualidade da água desta região e do Sistema Produtor Baixo Cotia. Durante o desenvolvimento deste trabalho, as áreas críticas identificadas na Bacia foram mapeadas, facilitando a identificação das áreas críticas por microbacia.

5.5 Síntese de resultados

A Tabela 3, a seguir, demonstra a síntese de resultados da avaliação multicriterial na Bacia do rio Cotia:

O mapeamento do uso do solo na Bacia que indica as áreas mais urbanizadas é demonstrado na Figura 7. De acordo com os dados levantados e integrados entre si no SIG, foi elaborado um mapa (Figura 8) que indica as áreas com maior concentração de problemas socioambientais na Bacia. Essas áreas foram hierarquizadas em níveis de vulnerabilidade (alta, média e baixa) para facilitar a visualização e interpretação.

A aplicação do modelo DPSIR para a Gestão de Recursos Hídricos e integração de indicadores socioambientais pode ser observada na Figura 9.

Neste modelo foram evidenciados os principais indicadores que podem subsidiar os processos de planejamento na Bacia. A estrutura integrada do modelo facilita a visualização e a compreensão das relações causais de impactos em bacias hidrográficas.

Valor investido ou financiado e contrapartidas do estudo
Não há

Fonte(s) de financiamento(s) externa(s) à Universidade
Não há

Financiamento interno (Universidade – estimar custos indiretos) Não há

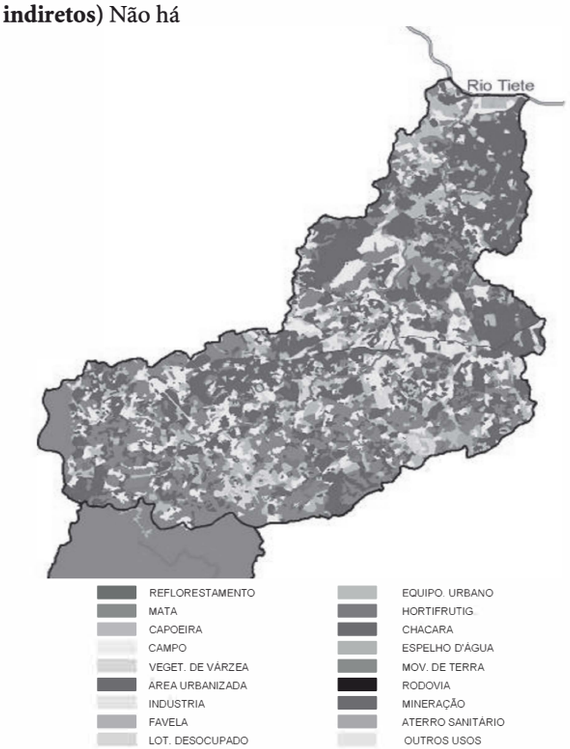


Fig. 7 *Uso do Solo (EMPLASA, 2002)*

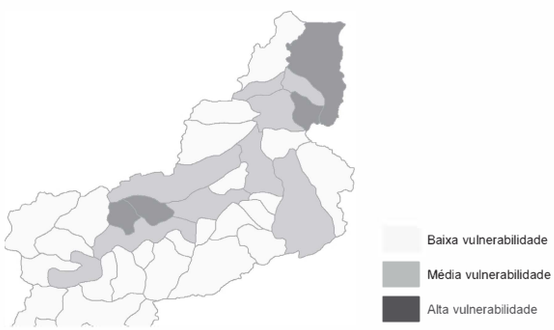


Fig. 8 *Áreas Ambientalmente Vulneráveis*

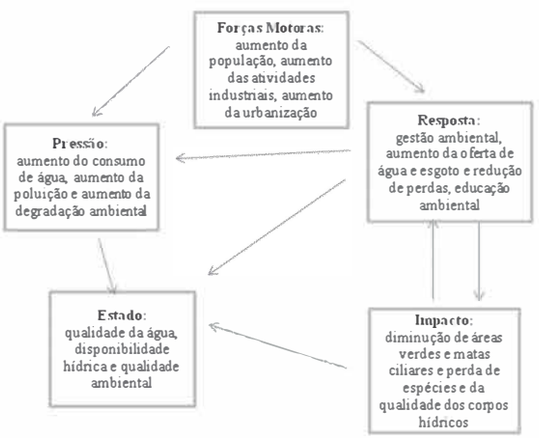


Fig. 9 *Aplicação do modelo DPSIR para a Gestão de Recursos Hídricos e integração de indicadores socioambientais*

Alcance dos resultados em termos de contribuição para a sustentabilidade da Bacia do Alto Tietê

O presente estudo visa a colaborar para os seguintes aspectos: dimensão ecológica ou biofísica, contribuindo para o levantamento de dados ambientais da Bacia, na sustentabilidade social, com contribuições referentes ao uso dos recursos hídricos e sua qualidade no abastecimento dos Sistemas Produtores de Água na Bacia e na sustentabilidade político-institucional, auxiliando no estabelecimento de ações prioritárias e de medidas de planejamento ambiental na Bacia.

O levantamento de dados e a análise ambiental da região demonstraram que na Bacia há uma série de problemas ambientais concentrados na porção do Baixo Cotia e que há necessidade de estabelecimento de projetos na região. A estrutura demonstrada do modelo DPSIR pode ser aplicada na Bacia do Rio Cotia para o processo de organização do planejamento e a inserção de indicadores de monitoramento da região. Além disso, os dados levantados e espacializados no banco do SIG ArcGis podem subsidiar a realização de um banco de dados que poderá ser atualizado e utilizado para o monitoramento da qualidade ambiental da região e na eficiência de planos de ação na Bacia.

Potencial de difusão da metodologia e da experiência para comitês de bacia hidrográfica em São Paulo e no Brasil, prefeituras municipais e órgãos estaduais com atuação regional na área metropolitana de São Paulo

A metodologia de análise integrada, através do uso do modelo DPSIR, poderá ser facilmente compreendida e manipulada em relação à inserção de dados e indicadores de monitoramento para os comitês de bacias. A análise integrada de dados facilita a visão das causas, impactos e das respostas do meio em relação às ações. Esta análise tem uma estrutura simples e prática, que facilita a difusão da metodologia ao comitê de bacia da região e às prefeituras municipais, e os dados que podem ser inseridos no modelo também podem ser levantados através de pesquisas na região. O mapeamento das áreas críticas realizado no estudo facilitará a identificação das áreas prioritárias para a implementação de ações e propostas.

Principais dificuldades na realização do projeto

Houve uma dificuldade inicial na obtenção de alguns dados, principalmente aqueles georreferenciados que pudessem ser incorporados no banco de dados SIG.

Tab. 3 *Síntese de resultados*

INDICADORES		FONTES DE DADOS	PARÂMETROS DE ANÁLISE	DIAGNÓSTICO DE ÁREAS COM MAIOR VULNERABILIDADE
SOCIAL	DENSIDADE	Setores Censitários: IBGE.	- Alta Densidade: 150 a 2250 hab/ha; - Média Densidade: 50 a 150 hab/ha; - Baixa Densidade: 0 a 50 hab/ha.	Maiores densidades no Baixo Cotia com alta concentração urbana.
BIÓTICO	VEGETAÇÃO	Imagem Landsat, Embrapa	- Áreas preservadas; - Áreas com interferência antrópica; - Áreas urbanas.	Alto Cotia: vegetação preservada; Baixo Cotia: áreas urbanas degradadas.
FÍSICO-QUÍMICO	IVA/ IAP	CETESB	Áreas com qualidade boa, média e ruim	Cargas poluidoras concentradas no Baixo Cotia.

6 Referências Bibliográficas

BENINI, R.M. Cenários de ocupação urbana e seus impactos no ciclo hidrológico na bacia do Córrego do Mineirinho. Escola de Engenharia de São Carlos (EESC). Ciências da Engenharia Ambiental. Dissertação de Mestrado. São Carlos-SP, 2005.

CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo. Disponível em: *www.cetesb.sp.gov.br*

EMPLASA. Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Região Metropolitana de São Paulo e Bacia do Alto Tietê. Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano, 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2000. Disponível em: *www.ibge.gov.br*

SABESP. Plano de proposta de recuperação da Reserva Florestal do Morro Grande: Reservatório Pedro Beicht e Cachoeira da Graça. Sistema Alto Cotia. Região Metropolitana de São Paulo. 1992, 230 pp.

SABESP. Programa de Conservação do Sistema Cotia. Projeto de reabilitação, expansão e conservação do Baixo Cotia. Relatórios técnicos: FBDS (contrato 079/96-A), 1997.

SANTOS, R.F. & RUTKOWSKI, E. Planejamento ambiental como estratégia para reabilitação de águas urbanas: um estudo de caso (rio Cotia, São Paulo, Brasil). Congreso Ibérico sobre Planificación y Gestión de Águas. Zaragoza (Espanha), 1998.

SANTOS, R.F. Planejamento Ambiental: teoria e prática. São Paulo, Ed. Oficina de Textos, 2004.

SRHS – Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras do Estado de São Paulo. Unidade de Gerenciamento do Programa Guarapiranga: Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Bacia do Guarapiranga. Módulo II – Modelo de Correlação/ Revisão 1. Produto PII.2. CNEC/ JNS, 1998.

ZUFFO, A. C. Seleção e aplicação de métodos multicriteriais ao planejamento ambiental de recursos hídricos. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos. Departamento de Hidráulica e Saneamento da Universidade de São Paulo. São Carlos, 1998.

ZUFFO, A.C. Proposta metodológica para gestão integrada da qualidade das águas. XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitária y Ambiental. Cancún, México, 27 al 31 de octubre, 2002.

Estudo da Genotoxicidade de Amostras da Bacia do Ribeirão dos Cristais

Gisela de Aragão Umbuzeiro

Divisão de Toxicologia, Genotoxicidade e Microbiologia Ambiental da CETESB
Coordenação: Dra. Gisela de Aragão Umbuzeiro e-mail:giselav@cetesbnet.sp.gov.br
Instituição: Cia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB - Av. Prof. Frederico Hermann Jr, 345 - Cidade/UF: São Paulo
CEP: 05459-900 - Telefones: 11 3133 3531 Fax: 11 3133 3982
ÁREAS DA FAPESP 2.03.06.00-8; 4.06.02.00-1; 2.10.07.00-4; 1.06.01.00-7; 3.07.04.00-6

No Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo, realizado pela CETESB, o ribeirão dos Cristais, localizado na região metropolitana de São Paulo, ao contrário de outros corpos d'água do Estado, apresentava sistematicamente atividade mutagênica frente ao teste de Salmonella/microssoma. A água do ribeirão dos Cristais é captada e tratada em uma Estação de Tratamento de Água (ETA), responsável pelo abastecimento de cerca de 60.000 pessoas da cidade de Cajamar. Análises adicionais mostraram que a água de beber produzida pela ETA apresentava atividade mutagênica adicional quando comparada com água de outra ETA. Estudos sugeriram que a atividade mutagênica adicional estava relacionada à presença de compostos policíclicos da classe dos nitro e/ou aminas aromáticas.

O objetivo principal deste estudo foi investigar as fontes da mutagenicidade detectada no ribeirão dos Cristais, elucidando quais os compostos responsáveis. Para atingir estes objetivos, o projeto contou com a colaboração de vários institutos de pesquisa nacionais e de outros países. Diversas amostras de água bruta, sedimento, efluentes, lodo de estações de tratamento e água tratada foram analisadas por meio de bioensaios e determinações químicas diversas. O estudo indicou que a atividade mutagênica era causada por uma indústria de tingimento que lançava em seu efluente tratado corantes mutagênicos. Os corantes não eram completamente removidos pelo tratamento de lodos ativados da indústria. A cloração destes corantes durante o processo de tratamento de água da ETA causava perda da cor dos mesmos, sem levar à eliminação da mutagenicidade. Com base nos resultados obtidos neste projeto, ações de prevenção e controle foram tomadas, levando a SABESP a construir um duto coletor para afastar os efluentes domésticos e industriais que estavam impactando a qualidade da água produzida pela ETA de Cajamar. Em 2004, a SABESP iniciou a coleta dos referidos efluentes, levando à melhoria da qualidade da água bruta do ribeirão dos Cristais e à efetiva proteção da população exposta.

O trabalho utilizou uma abordagem moderna de investigação ambiental, em que se parte do efeito biológico e segue-se buscando as causas desse efeito até a identificação do problema, consequentemente facilitando a sua solução. Hoje esse método vem sendo empregado por diferentes instituições como o Environment Canada e é conhecido como ADEB – Análises Direcionadas pelo Efeito Biológico, do inglês "Effect Directed Analysis". Essa abordagem poderá ser utilizada tanto na Bacia do Alto Tietê como em outras bacias e visa principalmente à efetiva melhoria da qualidade ambiental, o que é de suma importância nas bacias hidrográficas já impactadas.

Cristais river, located in São Paulo Metropolitan area, unlike other water bodies in the state, presented mutagenic activity with the Salmonella/microsome assay systematically, in São Paulo State Surface Water Monitoring Program. Cristais water is treated in a Water Treatment Plant, which serves around 60,000 people in Cajamar city. Additional analysis showed that the drinking water produced by the WTP presented additional mutagenic activity when compared to water from another WTP. Studies suggested that the mutagenic activity was related to the presence of polycyclic compounds from the class of nitro and/or aromatic amines.

The objective of this study was to investigate the sources of the mutagenic activity found at Cristais river, discovering which compounds were causing it. To achieve this objective, the project counted with the collaboration of several reasearch institutes from Brazil and abroad. Several raw water, sediment, effluents, water treatment sludge, and treated water smples were analyzed using bioassays and chemical analysis. The study indicated that the mutagenic activity was caused by a dyeing industry that released mutagenic dyes on its treated effluent. Dyes were not removed completely by the industry's activated sludge treatment. The dyes' chlorination during the water treatment process in the WTP caused loss of color of the dyes, with no mutagenicity elimination. Based on the results of this project, pollution prevention and control actions were taken, leading SABESP to collect and put away domestic and industrial effluents which were impacting the quality of the water produced by the WTP. In 2004, SABESP began collecting these effluents, leading to an improvement on water quality on Cristais river and protection of the exposed population.

The project used a modern approach on environmental investigation, starting with the biological effects and then searching their causes, until identification of the problem and solution. Nowadays this method is being used by different institutions as Environment Canada and it's known as Effect Directed Analysis. This approach can be used on High Tietê Basin, as well as on other basins, aiming the effective improvement on environmental quality, which is extremely important for hydrographic basins already impacted.

CETESB		
Nome	**Titulação**	**Cargo**
Paulo Fernando Rodrigues	mestre	biólogo
Deborah Arnsdorff Roubicek	doutora	bióloga
Célia Maria Rech	graduada	biomédica
Danielle Palma de Oliveira	doutora	pesquisadora
Carlos Alberto Coimbrão	técnico em Química	técnico de laboratório avançado
Fábio Kummrow	doutor	farm. bioquímico
Francisco José Viana de Castro	químico	técnico de laboratório
Wálace Ânderson Almeida Soares	químico	técnico de laboratório
José Eduardo Bevilacqua	doutor	gerente
Nelson Menegon Jr.	mestre	gerente
Lourival Affonso Klupel Wanke	engenheiro	engenheiro
Daniela Dayrell França	mestre	farm. bioquímica
Maria Inês Zanoli Sato	doutora	gerente
EXTERNOS À CETESB		
Dr. Harold S. Freeman, químico	Dept. Of Textile Engineering, Chemistry & Science - North Carolina State University – EUA	
Maureen Sakagami, química	Laboratório de Controle de Qualidade da Água - SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo)	
Caetano Mautone, químico	Laboratório de Controle de Qualidade da Água - SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo)	
Maria Valnice Boldrin Zanoni, doutora	Instituto de Química – UNESP – Campus Araraquara	
Patrícia Carneiro, aluna pós-graduação	Instituto de Química – UNESP – Campus Araraquara	
Tatiana Mazzo, aluna pós-graduação	Instituto de Química – UNESP – Campus Araraquara	
Adelir Saczk, aluna pós-graduação	Instituto de Química – UNESP – Campus Araraquara	
Daisy Fávero Salvadori, doutora	Departamento de Patologia – Faculdade de Medicina - UNESP – Campus Botucatu	
Ana Paula Bazo, aluna pós-graduação	Departamento de Patologia – Faculdade de Medicina - UNESP – Campus Botucatu	
Rodrigo Octávio de Lima, aluno pós-graduação	Departamento de Patologia – Faculdade de Medicina - UNESP – Campus Botucatu	
Maria Aparecida Marin Morales, doutora	Instituto de Biociências – UNESP – Campus Rio Claro	
Renata Caritá, aluna graduação	Instituto de Biociências – UNESP – Campus Rio Claro	
Larry Claxton, doutor	Environmental Carcinogenesis Division - US Environmental Protection Agency – EUA	
Mike Kohan, mestre	Environmental Carcinogenesis Division - US Environmental Protection Agency – EUA	
Sarah Warren, bióloga	Environmental Carcinogenesis Division - US Environmental Protection Agency – EUA	
Paulo Hilário Nascimento Saldiva, doutor	Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental - Departamento de Patologia – USP – Faculdade de Medicina	
Ana Júlia Lichtenfels, doutora	Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental - Departamento de Patologia – USP – Faculdade de Medicina	
Sandra Soares, doutora	Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental - Departamento de Patologia – USP – Faculdade de Medicina	
Débora-Jã de Araújo Lobo, bióloga	Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental - Departamento de Patologia – USP – Faculdade de Medicina	
T. Watanabe, doutor	Department of Food and Nutrition Science, Kyoto Women's University, Kitahiyoshi-cho, Imakumano, Higashiyama-ku, Kyoto, Japan	
Y. Terao, doutor	Department of Food and Nutrition Science, Kyoto Women's University, Kitahiyoshi-cho, Imakumano, Higashiyama-ku, Kyoto, Japan	

1 OBJETIVOS

O objetivo principal deste estudo foi investigar as fontes da mutagenicidade detectada no ribeirão dos Cristais, bem como da água tratada produzida captada desse ribeirão, elucidando quais os compostos responsáveis. Este estudo se deu ao longo de quatro anos, durante os quais foi necessário implantar novos métodos analíticos, adaptar métodos já existentes e alterar as estratégias de avaliação da genotoxicidade realizadas pela CETESB. Para atingir estes objetivos, o projeto contou com a colaboração de vários institutos de pesquisa nacionais e de outros países.

2 INTRODUÇÃO

Em 1998, a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA), por meio da Resolução nº65/98, introduziu oficialmente na Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo, realizada pela CETESB, o teste de Salmonella/microssoma (Teste de Ames), que avalia a presença de atividade mutagênica para linhagens de *Salmonella typhimurium*. O teste foi incluído com o propósito de aprimorar a avaliação dos corpos d'água com relação à presença de substâncias orgânicas genotóxicas tais como aminas aromáticas e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, entre outras, em níveis que possam provocar efeito mutagênico (UMBUZEIRO et al., 2001). Atualmente a atividade mutagênica, determinada pelo teste de Salmonella/microssoma, é parâmetro utilizado no cálculo do IAP – Índice de Qualidade da Água Bruta para fins de Abastecimento Público – utilizado pela CETESB (CETESB, 2006).

Os principais mananciais de água utilizados para abastecimento público vêm sendo analisados bimestralmente desde 1998 e os resultados, apresentados nos relatórios de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo. A maioria dos locais avaliados apresenta respostas negativas para o teste de mu-

tagenicidade, demonstrando boa qualidade dos corpos d'água do Estado de São Paulo em relação a este parâmetro (CETESB, 2003A).

O ribeirão dos Cristais, localizado na região metropolitana de São Paulo, no entanto, apresentava sistematicamente resultados positivos para o teste de Salmonella/microssoma (CETESB, 1999; 2000; 2001 e 2002). A água do ribeirão dos Cristais é captada e tratada em uma Estação de Tratamento de Água (ETA), responsável pelo abastecimento de cerca de 60.000 pessoas da cidade de Cajamar (produção de aproximadamente 340 m^3 de água tratada/h). Análises adicionais mostraram que a água de beber produzida pela ETA apresentava atividade mutagênica adicional quando comparada com água de outra ETA (KUMMROW et al., 2003 e UMBUZEIRO et al., 2004). Os mesmos estudos sugeriram que a atividade mutagênica adicional estava relacionada à presença de compostos policíclicos da classe dos nitro e/ou aminas aromáticas, uma vez que as respostas obtidas com diversas linhagens e procedimentos de extração podem ser indicativos da classe de compostos mutagênicos presentes na amostra (UMBUZEIRO et al., 2004).

A determinação e identificação de compostos genotóxicos presentes em água para abastecimento é um passo fundamental para a avaliação dos níveis de exposição e predição dos possíveis efeitos do consumo desta mistura complexa por humanos. Apesar do senso comum de que o maior risco dos compostos mutagênicos seja a indução de câncer, atualmente há evidências de que as mutações de ponto podem provocar danos em células germinativas ou somáticas levando ao desenvolvimento de outras doenças como: doenças hereditárias, cardiovasculares, anemia, distúrbios reprodutivos, neurocomportamentais e do desenvolvimento, além do impacto no processo de envelhecimento (DEARFIELD et al., 2002). Esses dados motivaram a realização de um estudo mais aprofundado da região.

Parte dos resultados aqui apresentados foi obtida durante o programa de pós-doutorado da Dra. Gisela de Aragão Umbuzeiro, realizado na USEPA, financiado pela FAPESP, durante o período de setembro de 2002 a janeiro de 2003, quando as principais colaborações foram estabelecidas. Esses dados foram gerados tanto nos laboratórios da CETESB como nos laboratórios das instituições colaboradoras.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

Foi feita uma visita prévia para a escolha dos pontos de coleta adequados para o estudo, incluindo um ponto mais próximo da cabeceira do ribeirão, que não sofre impacto de despejos, considerado neste estudo como referência. Foram também identificados os despejos lançados no ribeirão dos Cristais e pontos a montante e a jusante foram demarcados para se estudar a influência dos respectivos despejos na qualidade do local. O mapa da localização na região metropolitana e o diagrama unifilar do ribeirão estão nas Figuras 1 e 2.

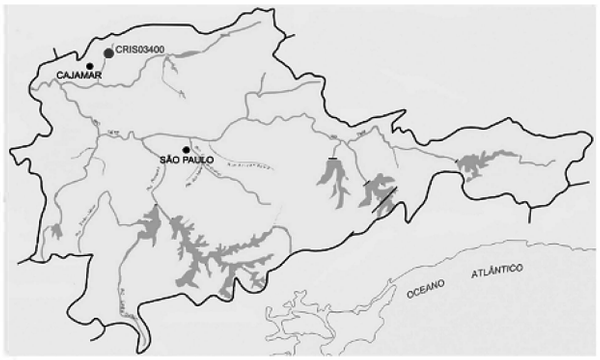


FIG. 1 *Localização do ribeirão dos Cristais na Região Metropolitana de São Paulo*

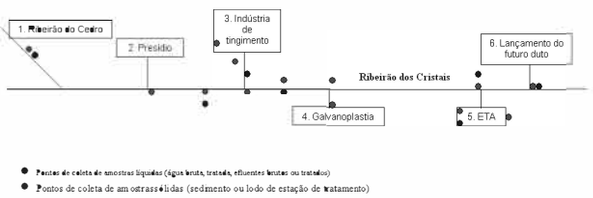


FIG. 2 *Diagrama unifilar da região do ribeirão dos Cristais*

3.1.1 *Pontos de Coleta*

- *Córrego do Cedro (Ponto 1)*

  Descrição: tributário do ribeirão dos Cristais. Área rural, afastada de fontes poluidoras industriais. O local apresentou o menor grau de degradação da região, sendo considerado como ponto referencial ou controle.

  Amostras coletadas: água superficial e sedimento.
- *Presídio (Ponto 2)*

  Descrição: saída de lançamento de efluentes da penitenciária "Mário de Moura de Albuquerque". Esgoto lançado sem tratamento adequado no ribeirão dos Cristais.

  Amostras coletadas: efluente lançado no Ribeirão e água superficial a jusante do presídio.
- *Indústria de Tingimento (Ponto 3)*

  Descrição: local de despejo de efluentes de indústria localizada a aproximadamente 6 km da ETA. Indústria de tingimento de nylon e poliéster, instalada há 20 anos na região. Possui Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) por lodos ativados, lançando aproximadamente 15 m^3/h de efluente industrial tratado no ribeirão dos Cristais.

  Amostras coletadas: sedimento a montante e a jusante da indústria; água superficial a jusante da indústria; água subterrânea usada para o processo industrial, efluentes bruto e tratado da ETE e o seu lodo resultante do processo.
- *Galvanoplastia (Ponto 4)*

  Descrição: local de despejo de efluentes de indústria galvânica. Faz tratamento físico-químico de seus efluentes e seu despejo atende ao artigo 21 da legislação vigente (BRASIL, 2005) para metais e outros poluentes.

  Amostras coletadas: efluente tratado lançado no ribeirão.
- *Estação de Tratamento de Água de Cajamar (Ponto 5)*

  Descrição: estação de tratamento contratada pela SABESP, capta água do ribeirão dos Cristais para tratamen-

to e abastecimento da população de Cajamar. A vazão do rio é de aproximadamente 540 m^3/h e a da ETA é 340 m^3/h. De acordo com informações dos técnicos que operam a ETA, no período noturno, o consumo de cloro aumenta significativamente podendo chegar a 500 ppm, para que seja atingido o cloro residual de 1,5 no final do processo.

Amostras coletadas: sedimento no local de captação da ETA; água superficial captada pela ETA; água após pré-cloração na ETA; água tratada final na saída da ETA e o lodo gerado pelo sistema de flotação da ETA.

- *Duto da SABESP (Ponto 6)*

Descrição: local de futuro lançamento dos efluentes coletados pela SABESP, localizado a jusante da ETA.

Amostra coletada: sedimento.

3.2 Métodos

Este estudo compreendeu inicialmente uma campanha preliminar para a realização de algumas determinações químicas, seguida de três campanhas de coleta completas, bem como de outras análises para confirmação e análises de parâmetros específicos. As Tabelas 1 e 2 descrevem, resumidamente, os métodos desenvolvidos e utilizados neste estudo.

Para obtenção dos subprodutos oriundos do tratamento dos corantes, foi efetuada a cloração dos corantes CI Disperse Blue 373, CI Disperse Violet 93 e CI Disperse Orange 37 em escala laboratorial, conforme descrito em OLIVEIRA et al. (2006b), simulando o que ocorre na ETA do ribeirão dos Cristais.

4 RESULTADOS

4.1 Resultados do teste de salmonella/microssoma (teste de ames)

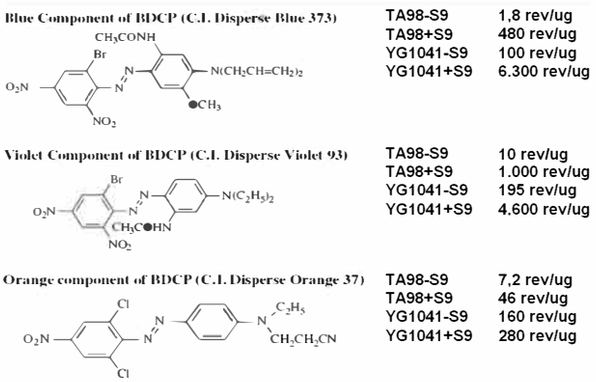


Fig. 3 *Corantes componentes do produto comercial preto CVS e suas potências mutagênicas para as linhagens TA98 e YG1041.*

As Tabelas 3 e 4 mostram os resultados obtidos para o teste de Salmonella/microssoma para as amostras da bacia do ribeirão dos Cristais. Foram apresentados os resultados obtidos com as linhagens TA98 e YG1041, por terem sido as mais sensíveis. As tabelas apresentam a média dos revertentes/L ou g para cada ponto por tipo de extração. Quando o resultado era único, o mesmo foi apresentado individualmente. Resultados com outras linhagens e comparações com outros pontos controle podem ser encontrados nas publicações e tabelas anexas. A Figura 3 apresenta a fórmula dos corantes encontrados e sua potência mutagênica para as linhagens TA98 e YG1041.

Tab. 1 *Resumo dos diferentes testes empregados na avaliação da genotoxicidade das amostras coletadas na região do ribeirão dos Cristais.*

Organismo	Ensaio	Efeito genotóxico avaliado/Condições do teste
Bactéria	Teste de Salmonella/microssoma	Mutações de ponto. Teste de Ames em microssuspensão (Teste de Kado), linhagens TA98, TA100, YG1041, YG1042, com e sem ativação metabólica (S9). Extração orgânica líquido-líquido para amostras de efluente, resina XAD4 para amostras de água, ultrassom para o sedimento e lodo e técnica de blue rayon com concentração *in situ*, para as águas do ribeirão. Doses máximas testadas de 20 mL equivalentes (eq.) para efluentes[a,b,d]; 100 mL eq. para água bruta[a]; 250 mL eq. para água tratada[a], 500 mg eq. para sedimento[c] e lodo[a] e 400 mg eq. para blue rayon concentrado *in situ*.[a,e]
Plantas	*Tradescantia pallida* (TRAD-MCN) (realizado em colaboração com o grupo do Dr. Paulo Saldiva – FM-USP)	Micronúcleos em células germinativas após 6 horas de exposição. Teste realizado com o efluente industrial tratado *in natura* a 0,3, 3,0 e 10,0% e com exposição de 24h no rio. O extrato orgânico da água e sedimento do rio na captação da ETA foram avaliados com 5, 50 e 500 mL eq. para água e 0,5, 5,0 e 50 mg eq. de sedimento por mL de solução testada.[e,f]
	Allium cepa (realizado em colaboração com o grupo da Dra. Maria Aparecida Marin Morales – IB – UNESP-Rio Claro)	Número de aberrações cromossômicas em semente. Diferentes concentrações (0,3, 3,0, 10,0 e 100,0%) do efluente industrial tratado *in natura* foram testadas. O índice mitótico também foi avaliado.[g]
Roedores	Camundongos Balb/C (realizado em colaboração com o grupo do Dr. Paulo Saldiva – FM-USP)	Micronúcleo em eritrócitos, 48h após exposição via intraperitonial. Apenas extratos orgânicos foram testados. Concentrações de 0,15, 1,0 e 15 μL eq. Água/g de animal.
	Ratos Wistar (realizado em colaboração com o grupo da Dra. Daisy Fávero Salvadori – FM-UNESP-Botucatu)	Indução de focos de criptas aberrantes (ACF) em cólon. Ratos foram expostos via água de beber com concentrações de 0,1, 1,0 e 10% do efluente industrial tratado *in natura*.[b]

[a] UMBUZEIRO et al., 2005 [b] LIMA et al., 2007 [c] OLIVEIRA et al., 2006a [d] OLIVEIRA et al., 2007 [e] UMBUZEIRO et al., 2006 [f] LOBO et al., 2004 [g] CARITÁ, 2005

Tab. 2 *Diferentes métodos empregados nas determinações de compostos orgânicos das amostras coletadas no ribeirão dos Cristais.*

Técnica	Colaborações	Classes de compostos analisados
Cromatografia gasosa com detector massa/massa (GC/MS/MS Ion Trap)[a]	Maureen Sakagami e Caetano Mautone, da SABESP	• Aminas aromáticas • Produtos secundários de desinfecção com cloro, gerados a partir de ácidos húmicos e fúlvicos (MX e cloral hidrato) • Outras substâncias orgânicas
Cromatografia em camada delgada (CCD), com irradiação das placas com UV onda curta (254 nm) – detecção visual[a,b,c,d,e]	Método desenvolvido em colaboração com Dr. Harold Freeman – College of Textiles – NCSU e análises realizadas nos laboratórios da CETESB	• Corantes dispersos (CI Disperse Blue 373, CI Disperse Violet 93 e CI Disperse Orange 37) • Outros corantes desconhecidos • Compostos fluorescentes FC 1, 2 e 3
Cromatografia líquida com detector de Arranjo de Diodos (HPLC/DAD)[a,d]	Método desenvolvido em colaboração com o grupo da Dra. Valnice Boldrin – IQ – UNESP Araraquara	• Detecção e quantificação de corantes dispersos (CI Disperse Blue 373, CI Disperse Violet 93 e CI Disperse Orange 37) • Detecção e quantificação de subprodutos de cloração de corantes
Cromatografia líquida com detector eletroquímico (HPLC/DE)[f]	Método desenvolvido em colaboração com o grupo da Dra. Valnice Boldrin – IQ – UNESP Araraquara	• Detecção e quantificação de benzina, o-toluidina, 3,3 diclorobenzidina e 3,3 dimetilbenzidina • Detecção e quantificação de corantes dispersos (CI Disperse Blue 373, CI Disperse Violet 93 e CI Disperse Orange 37) • Detecção e quantificação de subprodutos de cloração de corantes

[a] OLIVEIRA et al., 2007 [b] UMBUZEIRO et al., 2005 [c] LIMA et al., 2007 [d] OLIVEIRA et al., 2006a [e] UMBUZEIRO et al., 2006 [f] MAZZO et al., 2006

4.1.1 *Amostras de água e efluente*

Tab. 3 *Resultados médios (revertentes/L eq.) para o teste de Salmonella/microssoma das amostras de água e efluente com as linhagens TA98 e YG1041.*

Local de coleta	Tipo de Extração	TA98		YG1041	
		-S9	+S9	-S9	+S9
Ponto 1 – Ribeirão do Cedro – ponto controle	XAD, blue rayon (BR) em coluna e concentrado *in situ* (n*=2)[a]	ND**	ND	ND	ND
Ponto 2 – Efluente presídio	XAD (n=1)[a]	NR***	NR	ND	ND
Ponto 3 – Água subterrânea utilizada pela ind. de tingimento	XAD (n=1)[a]	ND	ND	ND	ND
Ponto 3 – Efluente bruto indústria de tingimento	Líquida-Líquida (n=2)[a]	20.000	250.000	720.000	33.000.000
Ponto 3 – Efluente tratado indústria de tingimento	Líquida-Líquida (n=4)[a,b,c]	30.100	112.000	445.000	2.400.000
Ponto 4 – Efluente galvanoplastia	Líquida-Líquida (n=1)[a]	ND	ND	NR	NR
Rib. Cristais após ind. tingimento	XAD (n=1)[b]	NR	NR	1.600	10.000
	BR concentrado *in situ* **** (n=1)[b]	ND	1.600	2.900	49.000
Ponto 5 – Rib. Cristais captação ETA	XAD (n=4)[a,b,d,e]	200	350	8.200	12.600
	BR concentrado *in situ* (n=2)[a,b]	180	200	12.900	33.500
	BR em coluna (n=2)[d]	52	84	6.400	9.600
Água pré-clorada pela ETA	XAD (n=1)[b]	ND	ND	3.600	900
	BR em coluna (n=1)[d]	ND	ND	10.000	10.800
Água tratada pela ETA	XAD (n=3)[b,d,e]	210	94	5.200	3.400
	BR em coluna (n=4)[a,d]	130	100	6.800	4.200

* n = número de resultados em cada ponto avaliado [a] UMBUZEIRO et al., 2004 ** ND: Mutagenicidade não detectada nas condições de ensaio [b] CETESB, 2003b *** NR: Não realizado [c] LIMA et al., 2007
****Resultados em rev/g de blue rayon [d] KUMMROW et al., 2003 [e] UMBUZEIRO et al., 2005

4.1.2 *Amostras de sedimento e lodo de estação de tratamento*

Tab. 4 *Resultados médios (rev/g eq.) para o teste de Salmonella/microssoma das amostras de sedimento e lodo de esgoto com as linhagens TA98 e YG1041.*

Local de coleta	Artigos anexados	TA98		YG1041	
		-S9	+S9	-S9	+S9
Ponto 1 – Ribeirão do Cedro – ponto controle (n*=1)	(a)	ND**	ND	440	290
Rib. Cristais antes ind. tingimento (n=1)	(a)	ND	ND	100	242
Rib. Cristais após ind. tingimento (n=2)	(a, b)	ND	ND	50	25.000
Ponto 3 – Lodo da ETE da indústria de tingimento (n=1)	(b)	NR	NR	7.000	158.000
Ponto 5 – Rib. Cristais na captação da ETA (n=4)	(a, b, c)	ND	300	1.200	20.000
Ponto 5 – Lodo da ETA (n=2)	(b, d)	1.100	1.200	67.000	52.000
Ponto 6 – Rib. Cristais no local do duto (n=1)	(b)	NR***	NR	390	5.900

* n = número de resultados em cada ponto avaliado **ND: Mutagenicidade não detectada nas condições de ensaio ***NR: Não realizado [a] OLIVEIRA et al., 2006a [b] CETESB, 2003b [c] UMBUZEIRO et al., 2004 [d] UMBUZEIRO et al., 2005

4.2 Resultados de outros bioensaios realizados

A Tabela 5 apresenta o resumo dos resultados qualitativos de todos os bioensaios realizados nas amostras mais relevantes analisadas durante o projeto. Os resultados obtidos foram comparados com local de referência (ponto 1). Resultados do Teste de Salmonella/microssoma foram incluídos para fins comparativos.

4.3 Determinações químicas

Os resultados de CCD encontram-se na Figura 4. A Tabela 6 apresenta o resumo dos compostos ou classes de compostos detectados nas determinações químicas por tipo de amostra analisada.

Tab. 5 *Resumo dos resultados qualitativos de todos os bioensaios realizados nas amostras mais relevantes da região do ribeirão dos Cristais.*

Amostras	Resultados
Ponto 3 – Efluente bruto da indústria de tingimento	**Teste de Salmonella/microssoma:** extrato orgânico, positivo para TA98 e YG1041, com aumento da mutagenicidade na presença de S9[(a)]
Ponto 3 – Efluente tratado da indústria de tingimento	**Teste de Salmonella/microssoma:** extrato orgânico, positivo para TA98 e YG1041, com aumento da mutagenicidade na presença de S9[(a,b,c)] ***Tradescantia pallida*, micronúcleo:** *In natura*, induziu aumento estatisticamente significativo na formação de micronúcleos[(d,e)] ***Allium cepa*, aberrações cromossômicas:** *In natura*, induziu micronúcleos, quebras e aberrações cromossômicas[(f)] **Focos de criptas aberrantes em cólon de ratos:** Induziu multiplicação de criptas e focos de criptas aberrantes em ratos tratados por via oral[(c)]
Ponto 3 – Lodo da ETE da indústria de tingimento	**Teste de Salmonella/microssoma:** positivo para TA98 e YG1041, com aumento da mutagenicidade na presença de S9, semelhante aos efluentes[(b)]
Ponto 5 – Água superficial na captação da ETA	**Teste de Salmonella/microssoma:** extrato orgânico (XAD e blue rayon), positivo para TA98 e YG1041, com aumento da mutagenicidade na presença de S9[(a,b,g,h)] ***Tradescantia pallida*, micronúcleo:** extrato orgânico e teste com exposição *in situ* induziram aumento estatisticamente significativo na formação de micronúcleos quando comparado a local controle[(d)] **Camundongos, micronúcleo em eritrócitos:** extrato orgânico, aumento na formação de micronúcleos
Ponto 5 – Água tratada produzida pela ETA	**Teste de Salmonella/microssoma:** extrato orgânico (XAD e blue rayon), positivo como a água bruta da captação, porém menos mutagênica em geral[(a,b,g,h)]
Ponto 5 – Sedimento do ribeirão dos Cristais na captação	**Teste de Salmonella/microssoma:** extrato orgânico (XAD e blue rayon), positivo para TA98 e YG1041, com aumento da mutagenicidade na presença de S9[(a,b,i)] ***Tradescantia pallida*, micronúcleo:** extrato orgânico induziu aumento estatisticamente significativo na formação de micronúcleos[(d)]
Ponto 5 – Lodo da ETA	**Teste de Salmonella/microssoma:** positivo para TA98 e YG1041, com aumento da mutagenicidade na presença de S9[(b,h)]

[a] UMBUZEIRO et al., 2004 [b] CETESB, 2003b [c] LIMA et al., 2007 [d] UMBUZEIRO et al., 2006 [e] LOBO et al., 2004 [f] CARITÁ, 2005 [g] KUMMROW et al., 2003 [h] UMBUZEIRO et al., 2005 [i] OLIVEIRA et al., 2006a

Tab. 6 *Compostos ou classes de compostos mutagênicos detectados nas análises químicas realizadas nas amostras da bacia do ribeirão dos Cristais.*

Amostras	Resultados
Ponto 3 – Efluente bruto da indústria de tingimento	**CCD:** Os mesmos que na água superficial na captação da ETA (Ponto 4).[a,b,c,e] **CG/MS/MS**: Aminas aromáticas: 2-naftilamina (grupo 1 – IARC), 2,6-dicloro-1,4-fenilenodiamina, 3,4-dimetilanilina, p-cloroanilina (banida na Comunidade Européia), p-cloro-o-toluidina (banida na Comunidade Européia), p-nitroanilina (carcinogênica para camundongos, National Toxicology Program), N-cianoetil anilina (amina parental do CI Disperse Orange 37), 2,6-dicloro-4-nitroanilina (amina parental do CI Disperse Orange 37), N,N-dimetilbenzenometanamina Outros compostos: 3-propilfenol, 2-metilfenol, p-metóxi-fenol, isoquinolina, 2-etil-quinolina, 3-metil-quinolina, 2,4-metil-quinolina, 2,5-diidro-2,5-metóxi-furano, cloreto de benzila, metanobenzeno sulfonamida, 2-oxepanona-7-hexila, metil-antranilato, hidróxi-tolueno butilado (BHT), naftalenol, 4-butil-1,2-dimetóxi-benzeno.[a,e] **HPLC/DAD e DE**: CI Disperse Blue 373 (57.900 ng/L), CI Disperse Orange 37 (316.000 ng/L).[a] **Compostos indicados pelo teste de Salmonella/microssoma:** Compostos mutagênicos e aminas aromáticas em função da positividade sem S9, aumento da potência com S9 e aumento da potência com linhagem superprodutora de nitro-redutase/O-acetil-transferase (YG1041) em relação à sua linhagem parental, TA98.[d,e]
Ponto 3 – Efluente tratado da indústria de tingimento	**CCD**: Os mesmos que na água superficial na captação da ETA (Ponto 4).[a,b,c,e] **CG/MS/MS**: Aminas aromáticas: 5-cloro-o-anisidina, 2,4,5-trimetilanilina (banido na Comunidade Européia), 2,6-dicloro-1,4-fenilenodiamina, 2,6-dicloro-4-nitroanilina (amina parental do CI Disperse Orange 37), p-nitroanilina (carcinogênica para camundongos, National Toxicology Program), N-cianoetil anilina (amina parental do CI Disperse Orange 37), N,N-dietil-1,4-diamino-benzeno. Outros compostos: 4-aminofenol, 4-(1,1-dimetil-propil)-fenol, 2,5-bis (1-metil-etil) fenol, nonilfenol, metanobenzeno sulfonamida, 3-fenoxil-propanol, metil-antranilato, hidróxi-tolueno butilado (BHT).[a,e] **HPLC/DAD e DE**: CI Disperse Blue 373 (67.000 ng/L), CI Disperse Orange 37 (126.000 ng/L), Benzidina (47.110 ng/L e 10.870 ng/L).[a] **Compostos indicados pelo teste de Salmonella/microssoma:** Compostos mutagênicos e aminas aromáticas em função da positividade sem S9, aumento da potência com S9 e aumento da potência com linhagem superprodutora de nitro-redutase/O-acetil-transferase (YG1041) em relação à sua linhagem parental, TA98.[d,e]
Ponto 3 – Lodo da ETE da indústria de tingimento	**CCD**: CI Disperse Orange 37.[e] **Compostos indicados pelo teste de Salmonella/microssoma:** Compostos mutagênicos e aminas aromáticas em função da positividade sem S9, aumento da potência com S9 e aumento da potência com linhagem superprodutora de nitro-redutase/O-acetil-transferase (YG1041) em relação à sua linhagem parental, TA98.[e]
Ponto 5 – Água superficial na captação da ETA	**CCD:** CI Disperse Blue 373, CI Disperse Violet 93, CI Disperse Orange 37, compostos fluorescentes (FC1, 2 e 3), outros corantes desconhecidos.[b,e] **CG/MS/MS:** Aminas aromáticas: 2,6-dicloro-4-nitroanilina (amina parental do CI Disperse Orange 37), N-cianoetil anilina (amina parental do CI Disperse Orange 37), p-nitroanilina (carcinogênica para camundongos, National Toxicology Program), 2,4,5-trimetilanilina (banido na Comunidade Européia), 2-metil-mercaptoanilina.[e] **HPLC/DAD e DE:** CI Disperse Blue 373 (64,9 ng/L), CI Disperse Violet 93 (11,8 ng/L), CI Disperse Orange 37 (397 ng/L). **Compostos indicados pelo teste de Salmonella/microssoma:** Nitrocompostos mutagênicos prevalentemente de ação direta (resposta com S9 semelhante a sem S9 para TA98) e aumento com YG1041. Presença de compostos mutagênicos policíclicos devido à positividade com blue rayon.[b,d,e,f]
Ponto 5 – Água tratada produzida pela ETA	**CCD:** Nenhum composto colorido ou fluorescente detectado.[b] **CG/MS/MS**: Aminas aromáticas: 2,6-dicloro-4-nitroanilina (amina parental do CI Disperse Orange 37), 2,4,5-trimetilanilina (banido na Comunidade Européia), 2-metil-mercaptoanilina. Produtos secundários da desinfecção: cloral hidrato, 1,5-hexadieno-1,1,2,5,6,6-hexacloro, 2,2-dicloro cloreto de acetila **HPLC/DAD e DE**: CI Disperse Blue 373 (3,05 ng/L), CI Disperse Violet 93 (1,65 ng/L), CI Disperse Orange 37 (8,86 ng/L) Detecção de compostos do tipo PBTA, derivados da redução/cloração dos 3 corantes azo. Estes produtos, apesar de incolores, apresentam mutagenicidade semelhante ao corante CVS. **Compostos indicados pelo teste de Salmonella/microssoma:** Nitrocompostos mutagênicos prevalentemente de ação direta (resposta com S9 semelhante a sem S9 para TA98) e aumento com YG1041. Presença de compostos mutagênicos policíclicos devido à positividade com blue rayon.[b,d,e,f]
Ponto 5 – Sedimento do ribeirão dos Cristais na captação da ETA	**CCD:** CI Disperse Blue 373, CI Disperse Orange 37, compostos fluorescentes (FC1, 2 e 3), outros corantes desconhecidos.[g] **HPLC/DAD e DE:** CI Disperse Blue 373 (41 ng/g), CI Disperse Violet 93 (2,38 ng/g), CI Disperse Orange 37 (27,4 ng/g).[g] **Compostos indicados pelo teste de Salmonella/microssoma:** Compostos mutagênicos e aminas aromáticas em função da positividade sem S9, aumento da potência com S9 e aumento da potência com linhagem superprodutora de nitro-redutase/O-acetil-transferase (YG1041) em relação à sua linhagem parental, TA98.[b,d,e,g]
Ponto 5 – Lodo da ETA	**CCD**: Os mesmos que na água superficial na captação da ETA (Ponto 4).[b] **HPLC/DAD e DE**: CI Disperse Blue 373 (1850 ng/g), CI Disperse Violet 93 (121 ng/g), CI Disperse Orange 37 (5440 ng/g). **Compostos indicados pelo teste de Salmonella/microssoma:** Compostos mutagênicos e aminas aromáticas em função da positividade sem S9, aumento da potência com S9 e aumento da potência com linhagem superprodutora de nitro-redutase/O-acetil-transferase (YG1041) em relação à sua linhagem parental, TA98.[d,e,f]

[a] OLIVEIRA et al., 2007 [b] UMBUZEIRO et al., 2005 [c] LIMA et al., 2007 [d] UMBUZEIRO et al., 2004 [e] CETESB, 2003b [f] KUMMROW et al., 2003 [g] OLIVEIRA et al., 2006a

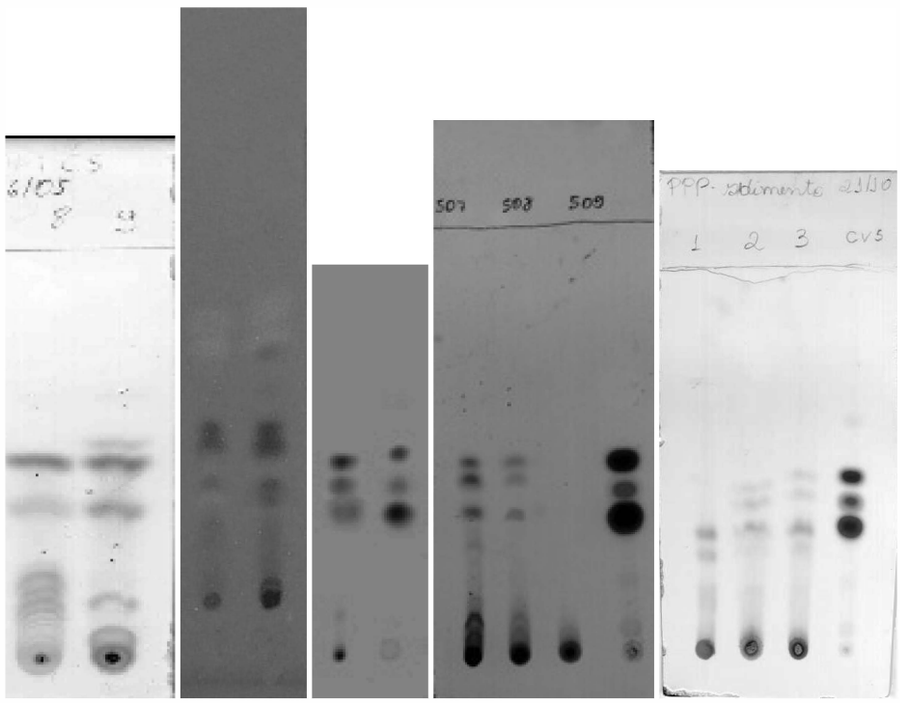


FIG. 4 *Cromatogramas de CCD das amostras do ribeirão dos Cristais:* ***A*** *– efluentes da indústria de tingimento – 1: efluente bruto; 2: efluente tratado;* ***B*** *– compostos fluorescentes – 3: amostra de água; 4: sedimento;* ***C*** *– 5: lodo da ETA; 6: produto comercial preto CVS;* ***D*** *– 7: água bruta no Ponto 5; 8: água pré-clorada; 9: água tratada pela ETA; 10: produto comercial preto CVS;* ***E*** *– sedimentos – 11: Ponto 1 (Córrego do Cedro); 12: Ponto 3 (ind. tingimento); 13: Ponto 5 (ETA); 14: produto comercial preto CVS.*

5 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A colaboração da CETESB com diferentes instituições de ensino/pesquisa e de meio ambiente foi fundamental para a realização das análises necessárias para a compreensão do problema detectado no ribeirão dos Cristais. Essa colaboração, além de gerar informações para tomada de decisão, fomentou o desenvolvimento de diferentes métodos analíticos e estratégias para avaliação da genotoxicidade de ambientes impactados com despejos de indústrias de tingimento.

As publicações em revistas científicas internacionais de bom impacto científico consolidam o grau de confiabilidade das informações geradas e do excelente nível dos técnicos da CETESB responsáveis pela execução deste projeto.

Com base nos resultados obtidos neste projeto, ações de prevenção e controle foram tomadas, levando a SABESP a construir um duto coletor para afastar os efluentes domésticos e industriais que estavam impactando a qualidade da água produzida pela ETA de Cajamar. Em 2004, a SABESP iniciou a coleta dos referidos efluentes. Esta ação levou à melhoria da qualidade da água bruta do ribeirão dos Cristais e corantes mutagênicos não foram mais detectados nas amostras de água no local de captação da ETA (ponto 4) (CETESB, 2005 e 2006). Essa ação levou à proteção da população abastecida pela referida ETA, pois a exposição aos corantes e subprodutos da cloração dos mesmos com atividade mutagênica foi interrompida.

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- Os efluentes bruto e tratado da indústria de tingimento apresentaram os componentes do corante preto (CVS): C.I. Disperse Blue 373, C.I. Disperse Orange 37 e C.I. Disperse Violet 93, dentre outros corantes. Aminas aromáticas mutagênicas, incluindo produtos de clivagem de alguns dos corantes acima mencionados e outras proibidas pela Comunidade Européia foram preliminarmente identificadas, sendo que a benzidina foi comprovadamente detectada no efluente tratado (47 ug/L). Também foram detectados compostos fluorescentes de estrutura química desconhecida.
- O tratamento de lodos ativados aplicado pela indústria não foi eficiente na remoção de corantes, aminas aromáticas e de compostos fluorescentes avaliados neste estudo. Apesar da diminuição da potência da atividade mutagênica após o tratamento do efluente, o mesmo não foi eficiente na remoção completa da mutagenicidade.
- O efluente tratado pela indústria de tingimento, além de causar mutações de ponto, avaliadas pelo teste de Salmonella/microssoma, também foi capaz de induzir alterações cromossômicas em vegetais superiores (*Tradescantia pallida* e *Allium cepa*) e lesões pré-neoplásicas em ratos, aumentando o nível de preocupação com relação ao seu lançamento em corpo de água utilizado para abastecimento público.
- A técnica de cromatografia em camada delgada (CCD), otimizada neste estudo, mostrou-se altamente sensível para

detecção de corantes. Devido à sua simplicidade e baixo custo, esta técnica é adequada para o monitoramento da presença de corantes em amostras ambientais, especialmente se associada a testes de mutagenicidade como o de Salmonella/microssoma.

- Os efluentes do presídio e galvanoplastia, bem como a água subterrânea utilizada pela indústria, não apresentaram atividade mutagênica nas condições avaliadas.
- Os corantes componentes do produto comercial preto (CVS), C.I. Disperse Blue 373, C.I. Disperse Orange 37 e C.I. Disperse Violet 93, e aminas aromáticas genotóxicas foram detectados em todas as amostras ambientais a jusante do lançamento do efluente da indústria de tingimento e, embora em menores concentrações, na água tratada. A presença de corantes e aminas aromáticas nestas amostras explica, pelo menos parcialmente, a atividade mutagênica observada após o despejo do efluente da indústria de tingimento.
- A positividade do teste de Salmonella/microssoma com as extrações com blue rayon das amostras de água do ribeirão após o lançamento do efluente da indústria de tingimento, bem como da ETA de Cajamar, confirma que parte da mutagenicidade detectada está relacionada à presença de compostos policíclicos, provavelmente nitrocompostos e/ou aminas aromáticas, nas amostras após o lançamento do efluente da indústria de tingimento. Esse fato foi confirmado posteriormente pela presença de corantes policíclicos mutagênicos (C.I. Disperse Blue 373, C.I. Disperse Orange 37 e C.I. Disperse Violet 93).
- As amostras de água bruta do ribeirão dos Cristais captada pela ETA de Cajamar foram capazes de induzir alterações cromossômicas em vegetal superior (*Tradescantia pallida*) e em eritrócitos de camundongos, além de causar mutações de ponto, avaliadas pelo teste de Salmonella/microssoma. Estes resultados aumentam o nível de preocupação sobre os possíveis efeitos da exposição de organismos e seres humanos a essas águas.
- A presença dos corantes e aminas aromáticas mutagênicas nas amostras de água tratada indica que a ETA de Cajamar não dispõe de tratamento eficiente para a completa remoção destes compostos. Já a presença dos subprodutos da cloração dos corantes utilizados pela indústria de tingimento indica que a cloração, apesar de remover cor, não é um processo eficiente para remoção da mutagenicidade. Por não serem conhecidos os riscos da exposição humana a essas substâncias, ainda que em baixas concentrações, torna-se importante evitar o lançamento de efluentes de indústrias de tingimento com atividade mutagênica próximo a locais onde a água é captada e tratada com cloro para abastecimento público.

6 RECOMENDAÇÕES

É necessário o aprimoramento das tecnologias de tratamento de efluentes contendo corantes azóicos visando à sua completa degradação (mineralização). Sugere-se que a eficiência destes processos seja avaliada utilizando-se a combinação das análises químicas (CCD) e dos ensaios de mutagenicidade, como o teste de Salmonella/microssoma. Estudos de P2 deverão ser estimulados para a diminuição do uso de corantes e outros insumos mutagênicos e separação das linhas de produção que contenham corantes para redução dos níveis de mutagenicidade dos efluentes a serem lançados nos corpos d'água.

Lodos do tratamento de indústrias de tingimento com atividade mutagênica, bem como de ETAs próximas ao lançamento de seus efluentes, devem ser classificados e destinados adequadamente, pois podem conter corantes e/ou aminas aromáticas mutagênicas e cancerígenas em concentrações variáveis.

Deve ser evitada a instalação de ETAs em locais sob influência direta de despejo de efluentes mutagênicos de indústrias de tingimento, como no caso do ribeirão dos Cristais, a menos que tratamentos adequados para remoção destes compostos sejam realizados.

É importante que o tratamento a ser realizado pela futura ETE que irá realizar o tratamento dos despejos das indústrias do local, incluindo efluentes da indústria de tingimento avaliada neste estudo, utilize técnicas adequadas, visando à remoção das substâncias mutagênicas. Caso o tratamento realizado inclua processos de cloração, este deverá ser realizado com muito cuidado, pois tais processos poderão levar à formação de produtos incolores com atividade mutagênica igual ou maior do que a dos corantes originais.

7 CUSTOS DO PROJETO

O projeto utilizou recursos da CETESB, e estava inserido em projeto institucional mais amplo, denominado Atualização e Aperfeiçoamento de Metodologias Analíticas, financiado pelo Governo do Estado de São Paulo. O projeto contou com apoio da FAPESP, através de bolsa de pós-doutoramento de 5 meses, fornecida para a coordenadora do estudo, Gisela de Aragão Umbuzeiro. Outras instituições colaboraram ativamente no projeto e utilizaram recursos próprios.

Em função da natureza e abrangência do projeto e colaboração entre instituições é impossível estimar seus custos totais.

8 PRINCIPAIS DIFICULDADES NA REALIZAÇÃO DO PROJETO

As maiores dificuldades enfrentadas foram as analíticas e as de logística. O projeto utilizou técnicas químicas e biológicas avançadas e sofisticadas, e foi bastante difícil conseguir viabilizar a execução das análises. Muitas instituições foram envolvidas e o transporte das amostras foi outro ponto bastante trabalhoso. Mas o maior desafio foi a compilação e discussão dos dados de forma integrada até se obter um relatório suficientemente conciso, que mostrasse a aplicabilidade da pesquisa e refletisse os objetivos alcançados.

9 REFERÊNCIAS

BRASIL, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005, Classifica os corpos d'água do Território Nacional, *Diário Oficial da União*, 18 de março de 2005.

CARITÁ, R.; MORALES, M.A.M. Indução de aberrações cromossômicas em sistema-teste de *Allium cepa* por efluente

industrial contaminado com azocorante. *Para ser enviado para publicação.*

CETESB, São Paulo. *Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 1998.* Série Relatórios CETESB, 1999.

CETESB, São Paulo. *Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 1999.* Série Relatórios CETESB, 2000.

CETESB, São Paulo. *Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2000.* Série Relatórios CETESB, 2001.

CETESB, São Paulo. *Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2001.* Série Relatórios CETESB, 2002.

CETESB, São Paulo. *Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2002.* Série Relatórios CETESB, 2003a.

CETESB, São Paulo. *Study of the mutagenic activity of azo dyes processing plants effluent – which compounds should be regulated in the aquatic environment?* Relatório técnico. CETESB, 2003b.

CETESB, São Paulo. *Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2003.* Série Relatórios CETESB, 2004.

CETESB, São Paulo. *Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2004.* Série Relatórios CETESB, 2005.

CETESB, São Paulo. *Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2005.* Série Relatórios CETESB, 2006.

DEARFIELD, K.L.; CIMINO, M.C.; MCCARROLL, N.E.; MAUER, I.; VALCOVIC, L.R. Genotoxicity risk assessment: a proposed classification strategy. *Mutation Research*, 521, 121-135, 2002.

KUMMROW, F.; RECH, C.M.; COIMBRAO, C.A.; ROUBICECK, D.A.; UMBUZEIRO, G.A. Comparison of the mutagenic activity of XAD4 and the blue rayon extracts of surface water and related drinking water samples. *Mutation Research*, 541, 103-113, 2003.

LIMA, R.O.A.; BAZO, A.P.; SALVADORI, D.M.F.; RECH, C.M.; OLIVEIRA, D.P.; UMBUZEIRO, G.A. Mutagenic and carcinogenic potential of a textile azo dye processing plant effluent that impacts a drinking water source. *Mutation Research*, 626, 53-60, 2007.

MAZZO, T.M.; SACZK, A.A.; UMBUZEIRO, G.A.; ZANONI, M.V.B. Analysis of aromatic amines in surface waters receiving wastewater from a textile industry by liquid chromatographic with electrochemical detection. *Analytical Letters*, 39, 2671-2685, 2006.

OLIVEIRA, D.P.; KUHLMANN, M.L.; UMBUZEIRO, G.A. Evaluation of the presence of mutagenic dyes in sediments from Cristais River. *Soil & Sediment Contamination*, 15, 455-462, 2006a.

OLIVEIRA, D.P.; CARNEIRO, P.A; RECH, C.M.; ZANONI, M.V.B.; CLAXTON, L.D.; UMBUZEIRO, G.A. Mutagenic compounds generated from the chlorination of disperse azo-dyes and their presence in drinking water. *Environmental Science & Technology*, 40, 6682-6689, 2006b.

OLIVEIRA, D.P.; CARNEIRO, P.A.; SAKAGAMI, M.K.; ZANONI, M.V.B.; UMBUZEIRO, G.A. Chemical characterization of a dye processing plant effluent – Identification of the mutagenic components. *Mutation Research*, 626, 135-142, 2007.

UMBUZEIRO, G.A.; ROUBICEK, D.A.; SATO, M.I.Z.; SANCHEZ, P.S. The *Salmonella* mutagenicity assay in a surface water quality monitoring program based on a 20-year survey. *Mutation Research*, 491, 119-126, 2001.

UMBUZEIRO, G.A.; ROUBICEK, D.A.; RECH, C.M.; SATO, M.I.Z.; CLAXTON, L.D. Investigating the sources of the mutagenic activity found in a river using the Salmonella assay and different water extraction procedures. *Chemosphere*, 54, 1589-1597, 2004.

UMBUZEIRO, G.A.; FREEMAN, H.S.; WARREN, S.H.; OLIVEIRA, D.P.; TERAO, Y.; WATANABE, T.; CLAXTON, L.D. The contribution of azo dyes to the mutagenicity activity of the Cristais River. *Chemosphere*, 60, 55-64, 2005.

UMBUZEIRO, G.A.; COIMBRAO, C.A.; KUMMROW, F.; LOBO, D.J.; SALDIVA, P.H.N. Mutagenic activity assessment of Cristais river – São Paulo, Brazil, using the blue rayon/ Salmonella microsome and the Tradescantia pallida micronuclei assays. *Enviado para publicação.* 2006.

Macrodrenagem e expansão urbana na Bacia do Alto Tietê

Luciana Travassos

Laboratório de Urbanismo da Metrópole (LUME) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP) - Departamento de História da Arquitetura e Estética do Projeto
Rua do Lago, 876 / CEP 05508-080 - Cidade Universitária / São Paulo / SP - Tel. 011 3091-4649 - E-mail: lumefau@usp.br
Arquiteta e Urbanista graduada pela FAUUSP, Mestre e Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo (PROCAM / USP) e Pesquisadora do LUME da FAUUSP (lucianat@usp.br).
Orientadora: Marta Dora Grostein
Arquiteta e Urbanista graduada pela FAUUSP, Mestre pelo College of Environmental Design / University of California / Berkeley / Estados Unidos, Doutora pela FAUUSP, Professora Livre-Docente da FAUUSP e Coordenadora do LUME (martagrostein@uol.com.br).

Título do projeto: A dimensão socioambiental da ocupação de fundos de vale urbanos no Município de São Paulo
Identificação da área ou subárea (Tabela FAPESP): Ciências Sociais Aplicadas (6.00.00.00), Planejamento Urbano e Regional (6.05.99.00-6) e Fundamentos do Planejamento Urbano e Regional (6.05.01.00-6)

1 Objetivos

O Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê, PDMAT (1999), propôs uma mudança na forma de tratamento da drenagem urbana, que consiste na substituição do aumento da condutividade hidráulica, ou seja, canalização de rios e córregos com o objetivo de escoar rapidamente sua água para jusante, pela vazão de restrição e pelo armazenamento de água.

O conceito de vazão de restrição visa a estabelecer vazões máximas para cada trecho do rio principal de uma determinada bacia. Essas vazões devem ser rigidamente obedecidas em todas as intervenções nesse rio, em seus afluentes e nos afluentes destes, alcançando toda a área da bacia. Para garantir as vazões de restrição, pode ser utilizado o armazenamento de água, que consiste na reservação das águas pluviais no local da precipitação.

O PDMAT estabeleceu vazões de restrição para a calha do Rio Tietê e, para que estas fossem obedecidas, alguns parâmetros foram colocados e alguns tipos de intervenção deveriam ser adotados. Como parâmetros, o PDMAT indicou uma velocidade máxima para as canalizações de córregos na bacia: 2,0 m/s, a implantação da outorga do direito de impermeabilização e a adoção de um programa de educação ambiental. As intervenções aventadas foram em sua maioria bacias de detenção, conhecidas como piscinões, para minorar as inundações nas três bacias investigadas: Aricanduva, Pirajussara e Ribeirão dos Meninos (afluente do Rio Tamanduateí).

Além disso, uma importante premissa do PDMAT estava relacionada ao uso do solo a montante da Barragem da Penha. De acordo com o estudo, a população nesse trecho da bacia deveria crescer em, no máximo, 1,5% ao ano até 2020, para que fosse possível manter as vazões de restrição.

No entanto, a implantação do PDMAT não ultrapassou significativamente a construção de bacias de detenção. Não reforçou a necessidade de controle do uso do solo, não mudou os projetos de intervenção nos fundos de vale, não ensejou a criação de um programa de educação ambiental e não levou adiante a idéia da outorga do direito de impermeabilização.

Assim, o objetivo deste trabalho é explicitar os conflitos entre os parâmetros de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê, cunhados pelo PDMAT, as obras de drenagem que vêm sendo propostas e implantadas nas sub-bacias do Alto Tietê e a expansão urbana, principalmente ao leste da Região Metropolitana de São Paulo. A partir daí, examinar o alcance das políticas públicas de drenagem em implantação na região.

2 Desenvolvimento do projeto

2.1 Introdução

Até a década de 1920, as várzeas dos rios eram pensadas somente a partir de suas especificidades urbanas locais. Após o Plano de Avenidas, as várzeas passaram a integrar os sistemas urbanos em uma nova escala – a escala do plano geral –, perdendo paulatinamente a escala local. Dos planos gerais, passando pelo Plano Urbanístico Básico e chegando aos Programas Municipais de Drenagem do Município de São Paulo, a escala de abrangência se manteve, mas a urbanização dos fundos de vale deixou de fazer parte de planos de urbanização e inserindo-se simplesmente em programas de melhorias urbanas: canalizam-se os córregos e constroem-se avenidas, independentemente da inserção urbana ou de planos viários mais abrangentes[1]. Ambas as escalas de projeto e planejamento, local e regional, foram preteridas pelo aproveitamento de recursos para uma finalidade, saneamento, para outra, sistema viário. Em nenhum momento as três escalas estiveram presentes com a mesma importância. A oportunidade de obtenção de recursos poderia ter sido aproveitada dentro de uma lógica onde dada intervenção fosse adequada à realidade local e a uma demanda regional. Os espaços urbanos resultantes certamente possuiriam mais diferenças que semelhanças, diferentemente do que acontece com a urbanização de fundos de vale.

[1] Ver Travassos, 2004.

No entanto, o paradigma tecnológico estabelecido nas primeiras décadas do século XX para o tratamento das várzeas, intimamente vinculado às questões institucionais e socioeconômicas, impôs uma trajetória para esta tecnologia. Ou seja, a partir do estabelecimento de um paradigma – no caso, a canalização de córregos, com o *aumento da condutividade hidráulica*, e o aproveitamento das várzeas para a construção de vias, eliminando o rio da paisagem urbana –, o desenvolvimento da tecnologia aconteceu dentro de determinados parâmetros (Dosi, 1984), adquirindo uma certa inércia no desenvolvimento de soluções técnicas.

Desta forma, os conceitos de drenagem urbana utilizados ao longo do século passado não sofreram alterações significativas, embora os programas que procuravam dar aos fundos de vale uma inserção urbana tenham sofrido algumas alterações, especialmente na sua relação com os demais sistemas urbanos e em sua abrangência, o que predominou foram as obras de canalização de córregos. Esta forma de intervenção esteve sempre baseada no princípio de aumento das vazões dos rios e córregos, com a finalidade de afastar rapidamente toda a água precipitada do meio urbano.

Tal padrão somente começou a ser alterado no final dos anos 1990, com a elaboração do Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê. Este plano introduziu algumas mudanças conceituais e novos princípios que, se aplicados, principalmente se aplicados em conjunto com diretrizes de conservação ambiental, têm o potencial de alterar a forma atual da ocupação dos fundos de vale, originando novos projetos urbanos.

Aqui será analisada a relação entre conceitos aplicados em obras de drenagem urbana, assim como parâmetros de conservação ambiental, e a resultante espacial de sua aplicação, com o objetivo de subsidiar a análise da última etapa do Programa de Canalização de Córregos, Implantação de Avenidas e Recuperação Social e Ambiental de Fundos de Vale – Procav, da Prefeitura Municipal de São Paulo, que se encontra em andamento, a estes conceitos. Assim, pretende-se compreender as rupturas e as permanências nos conceitos de drenagem e sua aplicação no processo de urbanização dos fundos de vale no município de São Paulo.

2.2 Evolução dos conceitos de drenagem urbana

Com o recrudescimento das inundações, a partir da década de 1980, e com o aumento da frequência dos prejuízos sociais causados por eventos chuvosos cada vez mais amenos, cresceu a sensação de incerteza acerca das obras de drenagem realizadas até então. A replicação do princípio de *aumento da condutividade hidráulica* mostrou-se insuficiente e incapaz de eliminar os problemas de inundação da capital paulista, o que exigia uma atuação mais efetiva dos órgãos responsáveis pela drenagem da Bacia do Alto Tietê e, principalmente, uma mudança conceitual nos projetos de drenagem urbana. Esse fato ensejou a contratação pelo DAEE, em 1998, do convênio ENGER-PROMON-CKC para elaborar o Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê, PDMAT[2].

O PDMAT parte do pressuposto de que os três principais rios urbanos da Bacia do Alto Tietê – Tietê, Pinheiros e Tamanduateí – não comportam nenhum aporte de vazão adicional, além daquele considerado no dimensionamento das obras em andamento em seus leitos. A urbanização intensa de suas várzeas exigiu ao longo do último século vultosas obras para o aumento de vazão e retificação dos leitos, que, ao serem entregues, já necessitavam de revisão e novas obras para evitar as enchentes. Desta forma, em tais cursos d'água, qualquer nova obra de ampliação da capacidade de vazão é cada vez mais limitada, tanto pelo contexto urbano dessas áreas como pelos vultosos custos envolvidos em novas ampliações.

Para enfrentar esta situação, o PDMAT foi elaborado integralmente sob um novo conceito de drenagem urbana: a *vazão de restrição,* segundo o qual, após a definição de *vazões de restrição* para os rios principais, nenhum afluente poderá ter sua vazão ampliada. A metodologia começa pela definição de uma vazão máxima para o rio principal de uma bacia. Esta vazão serve como parâmetro para a definição da vazão de seus afluentes, que por sua vez funcionam como *vazões de restrição* para seus próprios afluentes e assim por diante. Desta forma, estabelece-se a vazão do trecho de menor cota da bacia, que gradualmente define todas as obras até chegar ao ponto mais alto da bacia. A partir da elaboração e implantação deste conceito, não é mais possível executar projetos e obras em qualquer parte da Bacia do Alto Tietê ou sub-bacias que não estejam vinculados a outros projetos ou obras. Se um dado município, por exemplo, resolver canalizar todos os seus córregos e aumentar a vazão para o Rio Tietê, outro município deverá conter suas águas, para que haja um equilíbrio entre a demanda e a capacidade de vazão (São Paulo (Estado), DAEE, Consórcio ENGER-PROMON-CKC, 1999).

Há, então, no PDMAT uma mudança importante de conceito de drenagem urbana com relação aos planos e projetos anteriores, cujo padrão era o *aumento da condutividade hidráulica.* O enfoque no PDMAT é orientado para o *armazenamento da água*, cujo objetivo é manter parte da água precipitada no local de origem, promovendo a liberação da mesma suavemente ao longo de um espaço de tempo maior, possibilitando um arrefecimento do pico de cheia tanto na bacia de origem quanto

[2] O Plano foi contratado pelo DAEE em agosto de 1998, a partir do termo de referência elaborado por este órgão, juntamente com o convênio ENGER-PROMON-CKC e pela Câmara Técnica de Drenagem e Controle de Inundações do Comitê de Bacia do Alto Tietê no começo daquele ano. A Câmara Técnica havia sido criada em 1997. Adicionalmente, o plano foi concebido após a elaboração de outros planos de drenagem urbana na década de 1990 no âmbito do DAEE, especialmente o "Plano Integrado de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos das Bacias do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista" – Consórcio HIDROPLAN –, em 1995, e o "Programa de Combate às Inundações na Bacia do Alto Tamanduateí", em 1997; teve ainda como precursora a proposta vencedora do Prêmio Prestes Maia de Urbanismo, realizado pela Secretaria de Planejamento da Prefeitura Municipal de São Paulo, em 1995, que sugeriu uma série de ações integradas para a drenagem urbana na Bacia do Rio Aricanduva (Canholi, 1999; São Paulo (Estado), DAEE, Consórcio ENGER-PROMON-CKC, 1999; Ostrowsky, 2000). Muitos dos técnicos trabalharam em todos esses planos ou pertenciam à equipe vencedora do prêmio, denotando um desenvolvimento conceitual conjunto do plano a partir dos anteriores.

nos sistemas a jusante (Ramos, Barros & Palos, *op. cit.*). Neste conceito, a contribuição de uma área para outra a jusante apresenta uma dinâmica temporal mais próxima àquela de uma bacia natural, onde a água precipitada lentamente chega ao fundo de vale e a seu rio principal.

A manutenção da água precipitada na bacia de origem é essencial para que a vazão estabelecida para os cursos d'água principais se sustente, mas há diferentes formas para alcançar este objetivo. No meio urbano há duas formas fundamentais: o planejamento do uso do solo e a construção de estruturas de detenção ou de retenção[3].

O planejamento do uso do solo possui uma escala de abordagem mais ampla que a construção de bacias de retenção/detenção. Através do planejamento são criados e aplicados diferentes instrumentos urbanos que podem ser utilizados na escala do projeto de urbanização de um fundo de vale ou aplicados em outras áreas da bacia, como a legislação de proteção às margens de rios e córregos, a necessidade de manter parte dos terrenos permeáveis etc., que contribuirão decisivamente para a manutenção e diminuição da vazão dos cursos d'água. Desta forma o planejamento faz parte do rol de ações em drenagem urbana qualificado como não-estrutural, enquanto a construção de bacias de detenção/retenção é parte das ações denominadas estruturais.

Os dois tipos de ação estão previstos no PDMAT, mas

"O esforço maior na sua condução e elaboração é de que não se torne meramente um plano de obras, mas sim um instrumento regulador, referencial técnico e estratégico que condicione as intervenções dos municípios e ao mesmo tempo defina os instrumentos políticos, institucionais e econômico-financeiros de viabilização, no contexto das ações estruturais e não estruturais necessárias às melhorias dos sistemas de drenagem urbana da RMSP" (Canholi, 1999, mimeo.).

A metodologia de trabalho adotada na formulação do PDMAT compreende diferentes etapas. Em um primeiro momento, foram definidos os critérios básicos e forma de coleta de dados para o Plano, e empreendeu-se um diagnóstico da situação atual da drenagem na Bacia do Alto Tietê. Esta primeira etapa subsidia a elaboração de propostas que visam a recomendar intervenções imediatas e futuras, com caráter global, para os projetos de drenagem ou que interfiram na drenagem da Bacia do Alto Tietê; definir *ações estruturais* prioritárias em algumas sub-bacias selecionadas; e definir *ações não-estruturais* sistemáticas, como proposição de leis de uso e ocupação do solo, educação ambiental, implantação de sistemas de controle e ações de defesa civil (Canholi, 1999; São Paulo (Estado), DAEE, Consórcio ENGER-PROMON-CKC, *op.cit.*).

Como parte integrante do Plano, até o presente momento, foram diagnosticadas as situações de drenagem e definidas ações prioritárias para cinco sub-bacias: a calha principal do Rio Tietê (a montante da Barragem da Penha) e as bacias (ou sub-bacias) dos rios Pirajussara, Aricanduva, Tamanduateí e Ribeirão dos Meninos. Encontram-se em andamento os planos para as bacias dos rios Juqueri e Baquirivu-Guaçu, enquanto as próximas bacias estudadas serão Tietê (à montante da Barragem da Penha), Pinheiros e Cabuçu de Cima[4].

O estudo da calha do Tietê foi o primeiro a ser realizado, pois, como já foi dito, a vazão estimada neste curso d'água servirá como *vazão de restrição* para todas as outras bacias e intervenções futuras (São Paulo (Estado), DAEE, Consórcio ENGER-PROMON-CKC, *op. cit.)*.

Com o aprofundamento da calha do Rio Tietê, a vazão máxima projetada para este rio será de 500 m^3/s no trecho entre a Barragem da Penha e o Rio Aricanduva, 1000 m^3/s entre o Rio Tamanduateí e o Rio Cabuçu de Baixo, chegando a 1400 m^3/s na Barragem Edgar de Souza, aumentando o período de retorno de 5 anos, verificado antes das obras, para 100 anos.

No entanto estes valores somente serão verificados na prática se algumas premissas do projeto forem mantidas (*idem*):

- Na Bacia do Tietê, a área a montante da Barragem da Penha deve manter sua baixa contribuição para a vazão no Tietê. Ou seja, a urbanização e a ocupação das várzeas devem estar sob um rígido controle, para evitar impermeabilizações extras. O PDMAT utiliza em seus cálculos uma projeção de crescimento da população desta região de 1,5% ao ano, com o horizonte de 2020. Caso este crescimento seja maior, em um evento chuvoso crítico, a demanda de vazão para o Tietê na área hoje urbanizada poderá chegar a 2680 m^3/s, aproximadamente o dobro daquela para a qual o canal do Rio Tietê foi projetado[5].
- Para que a vazão de restrição no Rio Tietê seja mantida, a vazão do Rio Tamanduateí não poderá superar os 357 m^3/s para o período de retorno de 100 anos, ainda que sua calha tenha sido projetada para 480 m^3/s – vazão já insuficiente, pois em alguns eventos a vazão do Tamanduateí pode chegar a 700 m^3/s. Desta forma, é mister para o PDMAT que se implantem os 46 reservatórios de detenção projetados para a bacia deste afluente.
- Nos eventos críticos deverá ser mantido o isolamento entre os rios Pinheiros e Tietê e consequentemente a reversão do Rio Pinheiros para a Represa Billings, apesar desta prática ser controversa em termos ambientais.

[3] As bacias de detenção são destinadas a armazenar os escoamentos de drenagem e permanecem secas durante o período de estiagem, retêm as águas somente nos momentos posteriores às chuvas. As bacias de retenção possuem uma quantidade de água permanente e a diferença de nível d'água promove uma reservação de água durante as chuvas; tais bacias podem servir a diversos fins, desde os paisagísticos até o abastecimento público; estas também apresentam vantagens para a melhoria da qualidade da água a jusante do rio ou córrego onde for implantada (Canholi, 1995).

[4] Segundo informações do sítio do DAEE, www.daee.sp.gov.br.

[5] Ambas as vazões calculadas para o trecho entre a foz de Barueri e a barragem Edgar de Souza. Com incremento de urbanização a montante da Penha, na foz do Tamanduateí, tais vazões seriam de 997 m^3/s e 2020 m^3/s, enquanto na foz do Rio Pinheiros a demanda saltaria de 1048 m^3/s a 2170 m^3/s, em ambos os casos a demanda da vazão também seria dobrada. (http://www.daee.sp.gov.br/combateaenchentes/macrodrenagem/calhatiete/Arquivos_Ct/Sumario_ct_-Frame.html em out. de 2004).

A partir destas premissas, nota-se a dificuldade em obter êxito na vazão de restrição simplesmente adotando obras estruturais nas calhas dos rios. O fator mais preocupante é exatamente aquele relacionado à urbanização da área de contribuição a montante da barragem da Penha. Os distritos e municípios desta região estão entre aqueles que apresentam as maiores taxas de crescimento populacional da região metropolitana, a maioria bastante superior à taxa adotada no projeto: 1,5% ao ano. A análise dos dados disponíveis para o último período intercensitário (1991 e 2000), para os municípios da região metropolitana e para os distritos do município de São Paulo, mostra um crescimento muito superior àquele utilizado no plano: Guarulhos apresentou entre 1991 e 2000 uma taxa geométrica de crescimento anual (TGCA) de 3,49%; Itaquaquecetuba, 5,75%; Suzano, 4,13%; nos distritos do município de São Paulo nesta área a situação é semelhante, dos distritos lindeiros à várzea do Tietê, São Miguel foi o único que apresentou no período intercensitário um crescimento inferior a 1,5% ao ano, os demais estavam acima desta faixa, sendo que a Vila Guilherme cresceu a taxas superiores a 5%. Outro fator agravante é a forma como tais áreas vêm sendo ocupadas, em boa parte por loteamentos irregulares e com uma taxa de ocupação do solo alta pois realizada por famílias de baixa renda, que compram lotes pequenos e os ocupam completamente. A consequência direta em termos de drenagem é o aumento substancial das áreas impermeáveis (Figura 1).

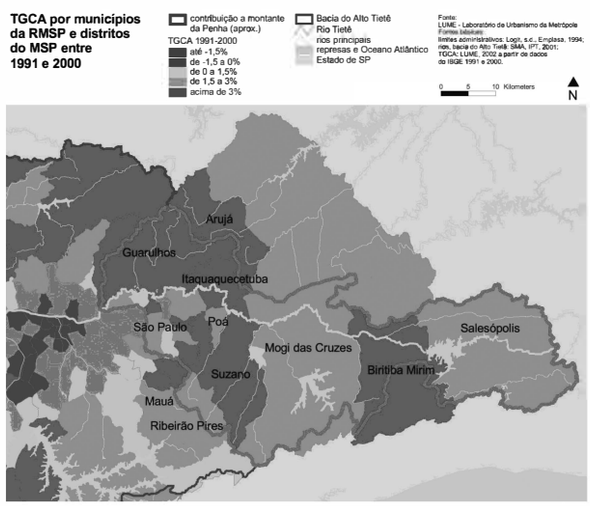


Fig. 1

Neste contexto, o planejamento do uso do solo ganha importância ímpar para a consecução das premissas básicas do plano[6]. Dentre as ações não-estruturais elencadas, o relatório do Plano de Bacia do Alto Tietê (2001) enfatiza que a mais importante para o sucesso do PDMAT seria a proposição e implantação de um instrumento de gestão do uso do solo denominada *outorga do direito de impermeabilização.* A outorga é vinculada diretamente à concessão do direito de interferir no regime hidrológico de um curso d'água. Atualmente já existe um instrumento similar, em forma de lei[7], que, no entanto, se restringe a permitir ou não a realização de obras que interfiram diretamente nos leitos, ou seja, localizadas nas várzeas inundáveis ou próximas ao leito dos rios e córregos. O PDMAT propõe que a área de aplicação desta lei seja extrapolada para toda a área da bacia na qual está inserida a obra (CBHAT, 2002). Desta forma, a impermeabilização de grandes áreas, que aumentaria sensivelmente o aporte de vazão para um curso d'água, por exemplo, dependeria da outorga do órgão competente, no caso, o DAEE.

A implementação desta lei, juntamente ao disciplinamento do uso do solo, seriam, de acordo com o Plano de Bacia do Alto Tietê, a chave para a manutenção das vazões de restrição. Portanto, o PDMAT não deveria se pautar simplesmente pelas ações estruturais necessárias, mas ser abrangente, incorporando diversos setores do governo estadual, dos governos municipais e da sociedade civil, especialmente para a consecução das ações não-estruturais (*idem*).

Entretanto, a implementação do PDMAT não avançou muito após a sua quarta etapa: a definição de ações estruturais prioritárias nas sub-bacias. As únicas ações previstas na quinta etapa levadas adiante foram aquelas que subsidiam os próprios estudos hidrológicos ou que suportam as ações de defesa civil para eventos chuvosos críticos, como o controle das condições dos canais dos rios, a implantação da rede telemétrica e dos sistemas de monitoramento. Não houve progresso na implementação de diretrizes para o uso do solo, ou mesmo a instauração da *outorga do direito de impermeabilização.*

Uma hipótese para a aplicação limitada de *ações não-estruturais* pode ser o fato de que, historicamente, as *ações estruturais* são aquelas tradicionalmente adotadas pelo poder público, como vimos nos capítulos anteriores, pois já têm seus esquemas engendrados nos setores do governo e, portanto, funcionam como uma continuidade das práticas há muito estabelecidas nestes órgãos. Tais ações não necessitam de novos arranjos institucionais ou disposição pessoal extra para sua execução. Embora a mudança conceitual na implantação de sistemas de drenagem de *aumento da condutividade hidráulica* para *armazenamento de água* represente uma evolução setorial, as escolhas realizadas dentro das possibilidades existentes mantêm e reforçam a necessidade de implantação de obras estruturais de grande porte.

Por esta razão, não é difícil compreender o porquê da implantação do plano ter sido bem-sucedida em incluir suas propostas de ações estruturais nos planos municipais e nos programas de drenagem dos municípios, em especial a implantação de estruturas de detenção/retenção: os piscinões. Os piscinões são necessários para a manutenção dos projetos indivi-

[6] Uma política habitacional adequada também tem importância ímpar nesta questão, devendo ser parte deste planejamento de uso do solo. A problemática habitacional, no entanto, não é objeto direto desta dissertação.

[7] DECRETO n. 41.258, de 31 de outubro de 1996, que aprova o Regulamento da Outorga de Direitos de Uso dos Recursos Hídricos, de que tratam os artigos 9º a 13º da Lei n. 7.663, de 30 de dezembro de 1991.

duais, para que haja uma redução da vazão de pico (momento em que o canal é mais exigido durante um evento chuvoso). Os diagnósticos específicos – para a calha principal do Rio Tietê e rios Pirajussara, Aricanduva, Tamanduateí e Ribeirão dos Meninos – sugeriram a construção de um conjunto de piscinões para cada uma das bacias. A implantação foi dividida em duas fases: na primeira, atenderão a uma chuva de período de retorno de 10 anos e, na segunda, de 25 anos, que ao todo perfazem 16 piscinões para a Bacia do Pirajussara, 13 para o Aricanduva, 14 para o Ribeirão dos Meninos e Couros, 13 para o Tamanduateí Superior e Oratório e mais 9 para o Tamanduateí Inferior (Canholi, 1999)[8].

O município de São Paulo adequou seus programas de obras às sugestões do PDMAT, o Procav incluiu em seus projetos em andamento diversos piscinões, mas não mudou os projetos de canalização, mantendo velocidades altas de canalização, cerca de 4 m/s. Os acordos multissetoriais que possibilitariam o desenvolvimento de outras ações não-estruturais não avançaram.

Não se verifica ainda, como resultado do PDMAT, a adoção de outras medidas, como a manutenção das várzeas ou a obrigatoriedade de reservação de água precipitada em grandes áreas impermeáveis, como estacionamentos. Por outro lado, o município colocou como meta em seu Plano Diretor Estratégico elaborar um Plano Diretor de Drenagem apoiado nas diretrizes do PDMAT, o que ainda não foi realizado.

Desta forma, a adequação dos programas correntes de canalização de córregos da prefeitura municipal de São Paulo às diretrizes do PDMAT restringe-se à inclusão de bacias de detenção, sem que ocorra uma revisão nos projetos de canalização em si. Os canais continuam sendo projetados na forma tradicional de afastar rapidamente as águas precipitadas da bacia de origem. Procede-se somente a um ajuste do sistema de macrodrenagem proposto pela introdução dos piscinões como acessórios para reter o excesso de vazão. Se as várzeas e os cursos d'água fossem pensados dentro de projetos urbanos específicos, levando em conta principalmente o uso do solo, é provável que a reservação de água precipitada na bacia se desse de múltiplas maneiras e o fundo de vale tivesse tratamentos diversos.

Adicionalmente, não é possível afirmar que o PDMAT tenha rompido completamente com o paradigma tecnológico colocado. Houve uma mudança conceitual importante entre o aumento da vazão de rios e córregos e a reservação de água precipitada; no entanto, a forma setorial como o problema continua a ser tratado denota uma manutenção dos mesmos valores e estratégias de atuação do poder público sobre os cursos d'água urbanos.

3 Alcance dos resultados em termos de contribuição para a sustentabilidade da Bacia do Alto Tietê, segundo os seis parâmetros conceituais adotados

As soluções implantadas para minorar os problemas relacionados à drenagem urbana na Bacia do Alto Tietê sempre se apoiaram na implantação de obras de grande porte, segundo um paradigma de segregação entre a população e as águas superficiais, nascido do conflito crescente entre a urbanização e os fundos de vale, córregos e suas várzeas, encravados nas áreas urbanas. O rol de intervenções resultante desse paradigma está limitado a canalizações de córregos em galeria fechada ou em canais profundos, construção de grandes avenidas às margens desses e, atualmente, grandes bacias de detenção.

Se, por um lado, as diversas intervenções implantadas não têm sido suficientes para minorar significativamente a questão das inundações, por outro lado, o espaço construído não responde adequadamente às demais demandas sociais: um espaço urbano com qualidade ambiental e paisagística, adequado em termos de saúde pública. As obras, assim, atendem precariamente tanto às diretrizes do planejamento regional quanto àquelas do projeto urbano.

Uma vez que diversas premissas e parâmetros não são de fato observados, obras vultosas como a ampliação da calha do Rio Tietê, então, podem ser apenas paliativas e precisar ser refeitas em um espaço curto de tempo.

As questões acima expostas deixam flagrantes diversas insustentabilidades presentes na forma de tratamento de rios e córregos urbanos na Bacia do Alto Tietê. Seu conhecimento é imprescindível para que novas políticas públicas de drenagem sejam encaminhadas.

4 Potencial de difusão da metodologia e da experiência para comitês de bacia hidrográfica em São Paulo e no Brasil, prefeituras municipais e órgãos estaduais com atuação regional na área metropolitana de São Paulo

A metodologia pode ser usada para analisar a questão da drenagem urbana em quaisquer das instâncias citadas. Muitos dos planos e projetos em andamento em outras cidades apresentam características semelhantes às aqui analisadas.

5 Bibliografia

BIDONE, Francisco & TUCCI, Carlos M. "Microdrenagem". In: TUCCI,Carlos M., PORTO, Rubem La Laina & BARROS, Mario. *Drenagem Urbana*. Porto Alegre: ABRH/ Editora da Universidade/ UFRGS, 1995.

CANHOLI, Aluisio Pardo. "Soluções Estruturais Não Convencionais em Drenagem Urbana". São Paulo: Tese de doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1995.

[8] As conclusões e recomendações para estas bacias também não avançam para os aspectos não-estruturais necessários à consecução do objetivo máximo proposto: a minoração das inundações. Os relatórios técnicos do PDMAT, quando tratam do uso do solo, o fazem mais como um diagnóstico para a definição da única variável relacionada à urbanização nos modelos hidrológicos: o número da curva CN, elaborado pelo Soil Conservation System, de Denver. Os valores das curvas CN variam conforme a condição inicial de umidade do solo, o tipo de solo e o uso do solo. Este número é utilizado nas fórmulas de hidrologia para calcular o escoamento direto. Se uma bacia possui diversos tipos de solo, o valor de CN é obtido a partir da média dos valores ponderada pela área onde cada valor é encontrado. Os valores de CN variam de, por exemplo, 25, para áreas com condição de umidade média, solo com baixo potencial de deflúvio, muito permeável e boa cobertura florestal, passando para 61, nas mesmas condições de solo e 38% de áreas residenciais impermeáveis e podendo chegar a 95, em áreas pavimentadas, estacionamentos ou telhados, em países quentes.

_____. *Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê. Estruturação geral e resultados iniciais.* São Paulo: CBAT/ Consórcio Enger-Promon-CKC/EPUSP, 1999 (mimeo.).

CARDOSO NETO, Antônio. *Sistemas urbanos de drenagem.* São Paulo: s.d., *mimeo.* Disponível em: http://www.phd.poli.usp.br/phd/grad/phd2537/em junho de 2004.

COMITÊ DA BACIA DO ALTO TIETÊ (CBHAT). *Plano da Bacia do Alto Tietê. Sumário Executivo.* São Paulo: FUSP, 2002.

DOSI, Giovanni. "A proposed interpretration: technological paradigms and technological trajectories". In: DOSI, Giovanni. *Technical change and industrial transformation.* New York: St. Martin Press: 1984.

FENDRICH, Roberto & MALUCELLI, Francisco Caron. *Macrodrenagem urbana. Canais abertos versus canais fechados.* São Paulo: s.d. Disponível em: http://www.phd.poli.usp.br/phd/grad/phd2537/ em outubro de 2003.

GROSTEIN, Marta Dora. "Metrópole e Expansão Urbana: a Persistência de Processos 'Insustentáveis". In: *Metrópole, transformações urbanas.* Revista da Fundação Seade: São Paulo em Perspectiva, vol. 15, nº 1, jan.-mar. 2001. São Paulo: Seade, 2001.

MARTINS, José Rodolfo. "Obras de macrodrenagem". In: TUCCI, Carlos M., PORTO, Rubem La Laina & BARROS, Mario. *Drenagem Urbana.* Porto Alegre: ABRH/ Editora da Universidade/ UFRGS, 1995.

PORTO, Rubem La Laina. "Escoamento superficial direto". In: TUCCI, Carlos, PORTO, Rubem La Laina & BARROS, Mario. *Drenagem Urbana.* Porto Alegre: ABRH/ Editora da Universidade/ UFRGS, 1995.

RAMOS, Carlos Lloret, BARROS, Mário Thadeu Leme de & PALOS, José Carlos Francisco (coord.). *Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no município de São Paulo.* São Paulo: Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica, 1999.

SÃO PAULO (CIDADE), GEPROCAV. Programa de Canalização de Córregos, implantação do programa de canalização de córregos, implantação de vias e recuperação ambiental e social de fundos de vale – PROCAV II. Resumo ambiental. São Paulo: São Paulo, mimeo., s.d.

SÃO PAULO (CIDADE), SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS (SVP), GEPROCAV, ENGEVIX S.A.. *Córrego Taboão. Projeto Básico. Relatório. Estudos Hidrológicos.* São Paulo: Geprocav, 1994.

SÃO PAULO (CIDADE), SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS (SVP), GEPROCAV, SANDOTÉCNICA S.A. *Córrego Taboão. Projeto Executivo. Relatório. Estudos Hidrológicos.* São Paulo: Geprocav, 1996a.

SÃO PAULO (CIDADE), SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS (SVP), GEPROCAV, SANDOTÉCNICA S.A. *Córrego Taboão. Projeto Executivo. Relatório. Estudos Hidráulicos.* São Paulo: Geprocav, 1996b.

SÃO PAULO (CIDADE), SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS (SVP), GEPROCAV, ENCIBRA S.A. *Córrego Inhumas. Projeto Básico. Relatório. Estudos Hidrológicos.* São Paulo: Geprocav, 1995.

SÃO PAULO (CIDADE), SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS (SVP), GEPROCAV, ENCIBRA S.A. *Córrego Inhumas. Projeto Executivo. Canalização. Projeto Hidráulico.* São Paulo: Geprocav, 1996.

SÃO PAULO (CIDADE), SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS (SVP), GEPROCAV, ENCIBRA S.A. *Córrego Rapadura. Projeto básico. Estudos hidrológicos. Relatório técnico.* São Paulo, Geprocav, 1997.

SÃO PAULO (CIDADE), SECRETARIA DE VIAS PÚBLICAS (SVP), GEPROCAV, FIGUEIREDO FERRAZ CONSULTORIA E ENGENHARIA DE PROJETO Ltda. *Córrego dos Machados. Projeto Executivo. Relatório técnico-hidráulico/hidrológico.* São Paulo: Geprocav, 1995.

SÃO PAULO (ESTADO), DAEE, CONSÓRCIO ENGER-PROMON-CKC. *Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. Bacia do Rio Aricanduva. Diagnóstico geral e ações recomendadas.* São Paulo: DAEE, 1999a. Disponível em http://www.daee.sp.gov.br/combateaenchentes/macrodrenagem/aricanduva/index.html em outubro de 2004.

SÃO PAULO (ESTADO), DAEE, CONSÓRCIO ENGER-PROMON-CKC. *Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. Calha do Rio Tietê entre as Barragens da Penha e Edgar de Souza. Diagnóstico Hidráulico-hidrológico.* São Paulo: DAEE, 1999b. Disponível em *http://www.daee.sp.gov.br/combateaenchentes/macrodrenagem/calhatiete/Relatorio_CalhaTiete.html em outubro de 2004.*

TRAVASSOS, Luciana. "A dimensão socioambiental da ocupação dos fundos de vale urbanos no Município de São Paulo". Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da USP (PROCAM/USP). São Paulo, 2005.

TUCCI, Carlos M., PORTO, Rubem La Laina & BARROS, Mario. *Drenagem Urbana.* Porto Alegre: ABRH/ Editora da Universidade/ UFRGS, 1995.

ZAHED FILHO, Kamel & PORTO, Rubem La Laina. *Conceitos de Drenagem Urbana.* São Paulo: s.d. Disponível em: http://www.phd.poli.usp.br/phd/grad/phd2537/ em outubro de 2004.

5.1 Bibliografia da cartografia

BRASIL, IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Censo Demográfico 1991.* A partir do sítio: http://www2.ibge.gov.br/pub/censos/censodemografico1991

_____. *Censo Demográfico 2000.* A partir do sítio: http://www2.ibge.gov.br/pub/censos/censodemografico2000

LOGIT (Logística, Informática e Transportes Ltda.). *Base de Dados Georreferenciados.* São Paulo: s/d. [CD-ROM].

LUME (Laboratório de Urbanismo da Metrópole). *Base de Dados Georreferenciados.* São Paulo: 2002.

SÃO PAULO (Estado), SMA (Secretaria de Estado do Meio Ambiente), IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas). *Base de Dados Geoambientais do Estado de São Paulo.* São Paulo: SMA/IPT, 2001 [CD-ROM].

Zoneamento Ecológico das Sub-Bacias da Represa Billings e do Tamanduateí – Ecological Zoning of Billings Reservoir and Tamanduateí sub-basins

Luiz Rogério Mantelli[1], *Waverli Maia Matarazzo Neuberger*[2]

[1]Graduado em Ciências Biológicas pela Universidade Metodista de São Paulo (2005). Atualmente é mestrando do Curso de Sensoriamento Remoto no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Tem experiência na área de Ecologia, com ênfase em Zoneamento Ecológico e também nas áreas de Sistemas de Informações Geográficas e Geoprocessamento. - luiz.mantelli@metodista.br

[2]Doutora em Zoologia pela Universidade de São Paulo (1994). Atualmente é coordenadora do Núcleo e Agência Ambiental e do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Metodista de São Paulo, onde também é professora titular. Tem experiência na área de Zoologia e Ecologia Animal, com ênfase em Comunidades Animais e Conservação da Natureza. - waverli.neuberger@metodista.br

Universidade Metodista de São Paulo - Av. Dom Jaime de Barros Câmara, 1000; 09895-400 São Bernardo do Campo (SP), Brasil

A maior prioridade nacional em recursos hídricos e saneamento ambiental é a reversão urgente do quadro de desperdício e poluição dos corpos de água para níveis compatíveis com a sustentabilidade. Esta situação é ainda mais premente em áreas urbanas densamente povoadas, como São Paulo, ainda mais quando se trata da sua última reserva estratégica de água da região: a Represa Billings. O objetivo do presente trabalho foi realizar o zoneamento ecológico dos rios que compõem as sub-bacias da Billings e do Tamanduateí, relacionando a qualidade de água, às características de entorno e aporte de efluentes, avaliando sua capacidade de manutenção de organismos e produzindo uma base de dados que possa ser usada para a gestão e recuperação destas sub-bacias.

O panorama encontrado indica a prevalência do esgoto doméstico como a principal fonte poluidora, embora em muitos pontos a qualidade final da água tenha sido aceitável ou boa. Vale ressaltar ainda que os pontos de nascentes do Tamanduateí, do Braço do Rio Grande e do Ribeirão dos Couros possuem melhores padrões de qualidade, uma perspectiva alentadora. Há de se trabalhar na recuperação das margens, com a finalidade de agregar valor intrínseco a essas áreas como parte integrante dos rios.

Water resources and environmental sanitation biggest priority in Brazil is to reverse the waste and pollution condition of reservoirs, rivers and lakes to a sustainable level. The priority is more urgent in dense urbanized areas even more in the region last strategic water reserve of São Paulo metropolis: the Billings Reservoir. The aim of this research was to establish an ecological zonation for the rivers of Billings and Tamanduateí watersheds, in order to find a relationship between water quality and neighborhood characteristics and to elaborate a database that can be used to the restoration and management of these watersheds.

The results indicated the prevalence of the domestic sewage as the main polluting source, although in many points the final quality of the water has been acceptable. Points located near the springs of Tamanduateí, Rio Grande and Ribeirão dos Couros rivers possessed better water quality, a hopeful perspective. Recovering the rivers edges are necessary in order to add intrinsic value to these areas as integrant part of the rivers.

Palavras-chaves: *bacias hidrográficas, Rio Tamanduateí, Represa Billings, zoneamento ecológico. (whatershed, Tamanduateí River, Billings Reservoir, ecological zoning)*

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que exista um volume de 1.386.000 km^3 de água na Terra, sendo que apenas 200.000 km^3 estão estocados nas calhas dos rios e nos lagos de água doce. Esses mananciais são os mais acessíveis e utilizados para atendimento das necessidades sociais e econômicas da humanidade, sendo também vitais para todos os ecossistemas. O Brasil lidera o rol dos nove países mais ricos em água doce do mundo que juntos têm descargas de rios que variam entre 6.220 a 1.100 bilhões m^3/ano, ou 60% do total mundial (Rebouças, 2002a).

Infelizmente, a abundância de água na Terra faz com que seu valor de mercado seja muito baixo, sobretudo, em relação a outros bens de consumo. Devido a esta crença errônea a água é tida como inesgotável e, portanto, ela tem sido considerada como um bem natural livre em boa parte do mundo e no Brasil em particular. Esta crença pode ser responsabilizada pelo comportamento leviano da população brasileira e dos poderes constituídos em relação à água, que resulta em falta de água para abastecimento, não por uma questão física, mas principalmente qualitativa. As caóticas formas de ocupação do meio físico, o lançamento de esgotos domésticos e efluentes industriais não tratados, a não coleta ou deposição adequada do lixo que se produz, principalmente, levam a degradação do ambiente, em geral, e dos rios, gerando esta situação paradoxal (Rebouças, 2002b).

Cerca de 36% das moradias no Brasil – aproximadamente 20 milhões de residências – não têm acesso à água de boa qualidade, segundo dados do IBGE (2000). O país lança sem nenhum tratamento nos rios e lagoas cerca de 85% dos esgotos que produz. Até mesmo entre os países da América Latina, o Brasil não apresenta posição de destaque. O abastecimento de água no setor urbano cobre apenas 85%, enquanto que Belize

e Cuba atingem 96%, Chile 94%, México 91%, Guiana 90% e Colômbia 88%. A situação brasileira é ainda mais crítica no que concerne a cobertura de saneamento. No setor urbano o percentual atendido é de apenas 55%, somente superior ao Haiti, Nicarágua e Belize (Hespanhol, 2002).

O Brasil tem ainda um nível de desperdício à altura dos padrões consumistas dos EUA na agricultura, na indústria, nos serviços e também no uso doméstico. Em nosso país o sistema de produção e distribuição de água para abastecimento dos domicílios trata anualmente cerca de 4,68 bilhões de m^3, mas segundo a SABESP tem perdas calculadas de 2,08 bilhões de m^3 ou 45% do total de água tratada com vazamentos e ligações clandestinas (*www.rededasaguas.org.br*).

O mau uso também pressiona as reservas: há crescente contaminação por agrotóxicos, mercúrio dos garimpos, poluentes os mais variados e lixo. No Brasil, rio é sinônimo de lixo: 63% dos 12 mil depósitos de lixo estão em corpos d'água. E como falta água tratada, 63% das internações pediátricas e 30% das mortes infantis com menos de um ano devem-se à falta de saneamento básico (*www.rededasaguas.org.br*).

Julgava-se, até cerca de uma década atrás, que a solução desses problemas era uma questão tecnológica ou financeira, mas a cada dia ficam evidentes limites científicos, tecnológicos e financeiros para se purificar água que teve sua qualidade comprometida por atividades antrópicas. Por sua vez, a utilização de métodos muito sofisticados de tratamento pode levar a problemas cada vez mais complexos e de difícil solução, que afetam a qualidade do ambiente, em geral, e a saúde pública, em particular (Rebouças, 2002a).

São por estas razões que a Carta das Águas Doces do Brasil, vinculada na RIO 92, coloca que a maior prioridade nacional em recursos hídricos e saneamento ambiental é a reversão urgente do dramático quadro de desperdício e poluição dos corpos de água, para níveis compatíveis com a sustentabilidade, em curto, médio e longo prazos (Rebouças, 1997).

Para que estas metas sejam atingidas, é fundamental considerar a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos. A bacia hidrográfica tem certas características essenciais que a torna uma unidade muito bem caracterizada e permite a integração multidisciplinar entre diferentes sistemas de gerenciamento, estudo e atividade ambiental. Além disso, permite aplicação adequada de tecnologias avançadas (Margalef, 1983, 1997; Tundisi *et al.*, 2003).

Ainda, o planejamento e gerenciamento de recursos hídricos devem sofrer uma mudança de paradigma indo de um sistema setorial, local e de resposta a crises para um sistema integrado, preditivo e em nível de ecossistema, proporcionando uma visão mais abrangente dos problemas e incorporando a dimensão social e econômica nas abordagens de planejamento e gerenciamento destes recursos (Tundisi, 2003).

Os novos paradigmas para gerenciamento de recursos hídricos incluem necessariamente uma base de dados sustentada pela pesquisa científica, a fim de gerar as informações necessárias à tomada de decisões pelos gestores, e interação contínua e permanente entre gerentes e pesquisadores da área básica, vital para a implantação de políticas publicas em nível municipal, regional, estadual e federal. Neste sentido as universidades assumem um papel relevante para o diagnóstico quali e quantitativo dos problemas; a elaboração de banco de dados e sistemas de informação; o apoio na implementação de políticas públicas e no desenvolvimento metodológico e introdução de novas tecnologias (Tundisi & Straskraba, 1995).

O efetivo gerenciamento de recursos hídricos implica a constante avaliação de quantidade e da qualidade da água simultaneamente, a fim de que se conheça adequadamente o estado dos recursos hídricos, seu potencial e os possíveis problemas agregados de contaminação e poluição. Além disso, este monitoramento também pode apresentar e identificar regiões e áreas com baixa contaminação e, portanto, dar indicações seguras sobre o que conservar e qual o custo dessa conservação (Straskraba & Tundisi, 1999). O monitoramento é o primeiro passo importante para a elaboração de um banco de dados confiável e adequado que possa ser útil ao planejamento e ao gerenciamento. Este monitoramento deve levar em consideração os indicadores das condições da bacia hidrográfica que podem representar um passo importante na consolidação da descentralização e do gerenciamento (Tundisi, 2003).

O presente trabalho teve como objetivo realizar o zoneamento ecológico dos rios de área urbana que compõem as subbacias da Billings e do Tamanduateí, integrante da Bacia do Alto Tietê, relacionando a qualidade de água às características de entorno e ao aporte de efluentes, avaliando sua capacidade de manutenção de organismos e produzindo uma base de dados que possa ser usada para a gestão e recuperação destas sub-bacias.

2 JUSTIFICATIVA

É muito difícil avaliar, claramente, a situação da qualidade da água em nível global, em virtude da falta de bons programas de monitoramento particularmente nos países em desenvolvimento. O Programa GEMS-Água (*Global Environment Monitoring System*), do PNUMA, do final dos anos 70, pretendia estabelecer uma rede de monitoramento global que permitisse uma avaliação da evolução da qualidade da água no mundo, mas a falta de recursos para manter e ampliar as estações de monitoramento nos países em desenvolvimento impediu o alcance deste objetivo. A informação disponível, entretanto, nos permite afirmar que o problema da qualidade da água é mais sério do que se pensava anteriormente, em virtude da poluição causada pelos metais pesados, nitratos e micropoluentes orgânicos (Rebouças, 1994). O problema é mais grave nos países em desenvolvimento, pela falta de sistemas adequados de monitoramento e controle, e atinge muitos rios e lagos próximos a grandes centros urbanos, regiões costeiras e também os aqüíferos subterrâneos. Isso significa que, se no futuro, padrões de qualidade mais rígidos não forem adotados, algumas fontes de água, em uso hoje, não poderão mais ser utilizadas (Rebouças, 2002a).

As grandes cidades, particularmente as megalópoles e as que estão crescendo rapidamente nos países em desenvolvimento, irão exigir, cada vez mais, enormes esforços para reduzir o déficit crônico de abastecimento de água esgotamento sanitário adequado. A Região Metropolitana de São Paulo certamente é uma delas. As alterações nos regimes hidrológicos e hidráulicos e a poluição dos rios, somadas ao fato da

Região Metropolitana de São Paulo ser uma das áreas de maior adensamento urbano do mundo, com uma população em torno de 17,8 milhões de habitantes, com previsão de atingir 20 milhões em 2010, resultam numa baixa disponibilidade de água por pessoa, com índices comparáveis às áreas mais secas do Nordeste brasileiro. Por tudo isto a cidade vive em regime de racionamento camuflado com o crescimento galopante da demanda: em 1989, 290 mil litros por segundo; em 96, cerca de 500 mil; em 2010, a previsão é de 880 mil l/s. No estado a irrigação agrícola sorve 43% da água disponível, a indústria, 32% e as cidades, 25% (www.rededasaguas.org.br). Avaliando o resultado da divisão da descarga média de longo período dos rios de cada região hidrográfica do Brasil, pela respectiva população (IBGE, 2000), a Bacia do Rio Tietê foi caracterizada pela ANA (2002) como área pobre quanto à disponibilidade hídrica m^3/hab.ano (Rebouças, 2002b).

A Região do Grande ABC segue o padrão descrito para a RMSP. A Bacia Hidrográfica da Billings apresentou, no período de 1989 a 1999, intenso crescimento das áreas ocupadas por usos urbanos em detrimento de outros usos, especialmente mata atlântica. Este processo ocorreu através do surgimento de novas ocupações, consolidação da ocupação existente e transformação de áreas rurais em urbanas. As áreas urbanas, que compreendem a soma das áreas urbanas não consolidadas e das áreas urbanas consolidadas, apresentaram um crescimento de 31,74% no período de 1989 a 1999 (Capobianco, 2002).

Do crescimento das áreas urbanas não consolidadas, que atingiu o índice de 47,91% no período acima citado, a maior parte (43,19%) deu-se sobre áreas de mata atlântica, levando ao desmatamento de 307,47 hectares. Outros 40,35% ocorreram sobre áreas de ocupação dispersa, o que demonstra que esta categoria é, em muitos casos, o início do processo de expansão urbana na Bacia. Já as áreas urbanas consolidadas apresentaram no período um crescimento de 27,29%. As categorias de uso do solo mais impactadas por este crescimento foram as áreas urbanas não consolidadas, que contribuíram com 36,81%, demonstrando a tendência desta categoria se consolidar ao longo dos anos e, mais uma vez, áreas de mata atlântica, com 41,33%, equivalentes a um desmatamento de 609,62 hectares (Capobianco, 2002). Todo este crescimento e conseqüentes transformações refletem nos rios que compõem esta Bacia, principalmente no que diz respeito à qualidade de suas águas.

A qualidade da água na Represa Billings encontra-se bastante comprometida devido ao bombeamento das águas poluídas dos rios Tietê e Pinheiros, à ressuspensão dos sedimentos contaminados e à ocupação humana desordenada de sua bacia hidrográfica, que concorrem para gerar fluxos permanentes de cargas poluidoras (Capobianco, 2002).

As maiores preocupações com a água da Represa Billings são a eutrofização, a concentração de metais pesados e a presença de microrganismos patogênicos e algas potencialmente tóxicas. A eutrofização decorre do aumento da concentração de substâncias que contribuem para a proliferação excessiva de plantas aquáticas e algas, prejudicando o equilíbrio ambiental do reservatório e, por conseqüência, a qualidade de sua água. No caso da Billings, este problema é agravado devido à presença em suas águas de algas potencialmente tóxicas, como a *Cylindrospermopsis raciboskii*, que produz uma toxina que provoca danos no fígado e nos rins, conforme comprovado por diversos estudos científicos e pela própria Cetesb (Batalha, 1999).

A partir de 1997, o Governo do Estado iniciou o monitoramento integrado das águas, sedimentos e peixes dos Sistemas Alto e Médio Tietê. Para tanto, passaram a ser coletadas amostras em 27 pontos da Billings, sendo seis na região do Corpo Central e 21 distribuídos pelos Braços Cocaia, Bororé, Taquacetuba, Pedra Branca, Capivari, Pequeno, Rio Pequeno e Rio Grande. As informações apresentadas demonstram que o Corpo Central e os Braços da Billings encontram-se eutrofizados. Todos os pontos de monitoramento no Corpo Central, assim como nos Braços Cocaia, Bororé, Taquacetuba e Pedra Branca sofrem influência do bombeamento do Tietê/Pinheiros. Dentre as recomendações para a melhoria da qualidade da água destes locais está a redução da entrada de poluentes, o que só poderá ser obtido através da diminuição drástica da poluição das Bacias do Pinheiros e do Tietê ou da paralisação total do bombeamento. Além da poluição proveniente do bombeamento do Tietê/Pinheiros, alguns braços apresentam situação crítica de eutrofização devido à grande quantidade de esgoto proveniente da ocupação de suas sub-bacias formadoras (Capobianco, 2002).

A conservação dos recursos hídricos é um fator condicionante para o desenvolvimento sustentável nas diferentes escalas espaciais, desde as microbacias até as bacias de grande porte. É amplamente reconhecido que a conservação da macrobacia dependerá da somatória dos esforços e ações de manutenção da qualidade da água na multiplicidade de microbacias que a compõem. Estas últimas são o tipo de recurso diretamente sujeito às influências antropogênicas diretas e intensivamente utilizado. A classificação dos recursos hídricos no âmbito municipal é uma primeira e importante etapa, que deverá subsidiar as ações imediatas do poder municipal para a melhoria do cenário em curto prazo, para em uma segunda etapa, engajar-se em esforços intermunicipais coordenados pelo Comitê de Bacia, ao qual estes recursos se encontram vinculados buscando a reversão, em médio prazo, para condições de boa e ótima qualidade (Costa, 2002).

3 METODOLOGIA

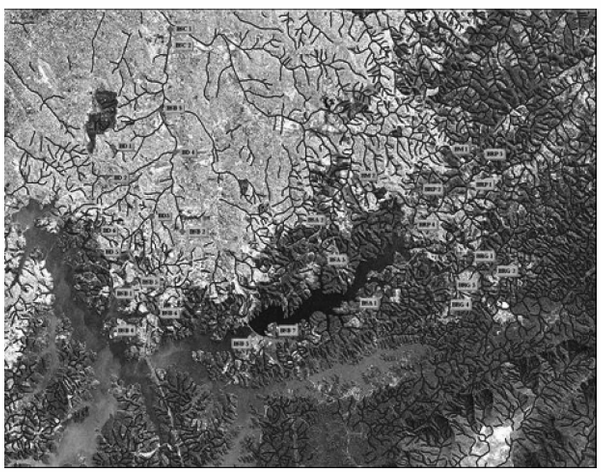
Para realizar o zoneamento ecológico das sub-bacias da Billings e do Tamanduateí foram utilizados os parâmetros de qualidade de água coletados pelos grupos que fazem parte do Programa Mãos à Obra pelo Tietê, promovido pelo Núcleo Pró-Tietê/Fundação SOS Mata Atlântica. A Universidade Metodista de São Paulo firmou convênio com a referida Fundação para capacitar os grupos envolvidos com este monitoramento, garantindo a fidedignidade dos dados coletados e estabelecendo um banco de dados com os resultados obtidos. Estas informações foram utilizadas na elaboração do zoneamento ecológico.

Para a medição destes parâmetros foi utilizada metodologia especialmente desenvolvida pelo Prof. Dr. Samuel M. Branco, para a Fundação SOS Mata Atlântica, exposta no Manual de Campo (Fundação SOS Mata Atlântica, 2003) que acompanha

maleta com kit de materiais fornecido pela KYORITSU Chemical-Check Lab. Corporation e distribuído pela COHESP. Maiores detalhes podem ser obtidos no endereço eletrônico *www.cohesp.com.br*.

Além dos dados coletados pelos grupos participantes do programa de monitoramento, foram realizadas visitas a pontos específicos, selecionados de acordo com o número de coletas apresentadas por cada grupo até Janeiro de 2004, para descrição detalhada e caracterização do entorno.

No ano de 2003 foram realizadas coletas quinzenais. Já a partir de Março de 2004, as coletas passaram a ser feitas mensalmente. Para o presente trabalho foi utilizada somente uma coleta de cada mês, no período de agosto de 2003 a maio de 2004. Para tanto foi escolhida a ficha mais completa. Caso ambas as fichas tivessem as mesmas informações, a escolha era feita aleatoriamente.



A rede de pontos de estudo é apresentada na **Figura 1**. A descrição de cada ponto é parte dos resultados obtidos no presente trabalho. Para o zoneamento ecológico, a descrição detalhada dos pontos de monitoramento é, na verdade, um resultado.

4 DESCRIÇÃO DE ÁREA

A Represa Billings situa-se na Região Metropolitana de São Paulo nas proximidades da Serra do Mar, abrangendo os municípios de São Paulo, Diadema, São Bernardo do Campo, Santo André, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra nas seguintes coordenadas geográficas: 23°42' e 23°45' de latitude S e 46°27' e 46°42' de longitude W. A altitude varia de 728,0 m, nível mínimo e 746,5m, nível máximo. Trata-se de reservatório de contorno irregular que inunda uma área máxima de 127 km^2, perfazendo um perímetro ao redor de 900 km e armazenando um volume máximo de $1,2 \cdot 10^8 m^3$ de água (Rocha, 1984). Seu espelho de água corresponde a 18% da área total de sua bacia hidrográfica (Capobianco, 2002).

A Bacia Hidrográfica da Billings ocupa um território de 58.280,32 hectares (582,8 km^2), localizado na porção sudeste da Região Metropolitana de São Paulo, fazendo limite, a oeste, com a Bacia Hidrográfica da Guarapiranga e, ao sul, com a Serra do Mar e ao norte pelas áreas de drenagem do Tamanduateí, Guaió e Taiaçupeba, todos afluentes do rio Tietê. A bacia tem como principais contribuintes os rios Grande, Pequeno, Capivari, Pedra Branca, Taquacetuba, Alvarenga, Bororé e Tocaia e está dividida em 11 sub-regiões: Corpo Central, Alvarenga, Bororé, Capivari, Cocaia, Grota Funda, Pedra Branca, Rio Grande (a jusante da Barragem Anchieta), Rio Grande (a montante da Barragem Anchieta), Rio Pequeno e Taquacetuba. Cada uma das 11 sub-regiões, por sua vez, está subdividida em unidades menores, as sub-bacias. Esta divisão contempla as áreas de drenagem dos diversos rios e córregos formadores de cada sub-região, totalizando 153 sub-bacias. (Capobianco, 2002).

A maior parte de suas nascentes localiza-se na porção sul e leste da bacia, próximas ao reverso das escarpas da Serra do Mar, em altitudes máximas em torno dos 900 m. A porção oposta da Bacia, norte e oeste, possui uma rede de drenagem bem menor, com cursos de água curtos e de perfil longitudinal pouco expressivo, onde o desnível topográfico é em média de 50 m, da nascente à foz. (CONSÓRCIO HIDROPLAN, 1995)

Em 1999, a Bacia Hidrográfica da Billings apresentava grande parte de seu território ainda preservado, pouco mais da metade da sua área total com cobertura florestal nativa: Mata Atlântica secundária em estágio inicial de regeneração e Mata Atlântica primária ou secundária nos estágios médio e avançado de regeneração. É importante salientar que o agrupamento de estágios sucessionais tão díspares, como o verificado na segunda categoria, decorreu da impossibilidade de separar as áreas de vegetação primária de secundária, devido às limitações das técnicas de sensoriamento remoto atualmente disponíveis. De qualquer modo, dada a proximidade destes remanescentes florestais com a Região Metropolitana de São Paulo, é de supor que, se ainda existirem, as áreas com cobertura primária sejam insignificantes. Foram, ainda, identificadas as áreas de reflorestamento com eucaliptos e pínus, que correspondiam, naquele ano, a 0,69% da Bacia. A categoria campo antrópico/várzeas que, em 1999, correspondia a 6,08% da Bacia da Billings, também resultou do agrupamento de algumas tipologias como pastagens, agricultura, campo e várzeas, que não puderam ser separadas de maneira precisa (Capobianco, 2002).

A despeito de sua importância como um manancial estratégico para a RMSP, apenas 2,6% da Bacia Hidrográfica da Billings está legalmente protegida sob a forma de Unidades de Conservação de proteção integral. Um número insignificante se considerarmos as necessidades de proteção da região. São elas:

Parque Estadual da Serra do Mar (Decreto Estadual nº 10.251/77), com área total de 315.390,69 ha, mas apenas 520,16 ha inseridos na Bacia Hidrográfica da Billings; Reserva Biológica de Paranapiacaba (Decreto Estadual nº 9.715/38), localizada na porção leste da Bacia com 336 ha; Parque Regional Jardim Botânico do Pedroso (Decreto Municipal nº 5.142/70), localizado no município de Santo André e com 744,98 ha; Parque Municipal Estoril, em São Bernardo, próximo à Barragem Anchieta com 2,9 ha e Parque Municipal Milton Marinho de Moraes, no município de Ribeirão Pires com 12,1 ha (Capobianco, 2002).

As áreas de preservação permanente foram instituídas pelo Código Florestal (Lei Federal nº 4.771/65), no seu artigo 2º, e compreendem, de forma genérica, a mata ciliar, faixa marginal ao reservatório (100 metros) e as florestas e demais formas de vegetação natural de preservação permanente. As Leis de Proteção aos Mananciais também estipulam áreas de preservação permanente. Nas Leis Estaduais nº 989/75 e 1.172/76 são classificadas como áreas de primeira categoria e na Lei Estadual nº 9.866/97, como áreas de restrição à ocupação. Ainda, a Lei Federal nº 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, transformou as florestas e demais formas de vegetação natural de preservação permanente em Reservas Ecológicas, regulamentadas pelo Decreto Federal nº 89.336/84 e pela Resolução Conama nº 04/85. As Reservas Ecológicas podem ser públicas ou particulares. No caso de áreas metropolitanas, como é o caso da Bacia da Billings, a Resolução Conama nº 04/85 determina que toda vegetação em clímax ou em estágios médio e avançado de regeneração passa, a partir de sua publicação (1985), a ser considerada reserva ecológica (Capobianco, 2002).

A outra bacia estudada no presente trabalho, a Bacia do Rio Tamanduateí tem 35 km de extensão. Esse rio nasce em Mauá e drena grande parte da região do ABC, cortando a região central da cidade de São Paulo, e desaguando no rio Tietê, em frente ao Parque Anhembi, sendo o principal canal de drenagem de toda esta região (323 km^2) (*www.daee.sp.gov.br/servicos/coetamandua.htm*).

O Tamanduateí funciona como uma grande galeria de águas pluviais, com variações bruscas em seu nível d'água, devido às precipitações pluviométricas que ocorrem com maior incidência no período de outubro a março (*www.daee.sp.gov.br/servicos/coetamandua.htm*).

O DAEE iniciou as obras de canalização do Tamanduateí em abril de 1978, a partir de sua foz no rio Tietê. O rio é margeado pela Av. dos Estados. O único trecho não canalizado corresponde à nascente e suas proximidades até Capuava. O restante do rio até sua foz é canalizado.

4.1 Resultados

Foram estudados 29 pontos de monitoramento que estão distribuídos de forma aleatória dentro de sete cidades: Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul, Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra e Diadema.

Cada ponto estudado recebeu uma sigla para melhor organização da pesquisa. O ponto Campanário, por exemplo, é localizado na cidade de Diadema e recebe a sigla BD 1, onde "B" significa que o grupo pertence à Bacia da Billings, "D", à cidade de Diadema e "1", pois existem seis pontos de monitoramento em Diadema. A seguir são apresentadas na Tabela 1 as siglas que designam cada um dos pontos estudados.

Considerando-se essas características de ocupação, os pontos de monitoramento podem ser divididos conforme a Tabela 2.

Na grande maioria dos pontos de estudo (72,5%), as margens do rio foram mantidas, embora na área urbana essa situação fosse ligeiramente mais frequente (82%) do que na área de expansão urbana (66,5%). Rios canalizados total ou parcialmente representam 27,5% dos rios e sua distribuição é percentualmente semelhante tanto em área urbana quanto em área de expansão urbana.

Tab. 1 *Sigla e designação dos pontos estudados por município.*

Diadema	
BD 1	Campanário
BD 2	Capela
BD 3	Couros Inamar
BD 4	Couros São José
BD 5	Jd. Eldorado
BD 6	Simon Bolívar

São Caetano do Sul	
BSC 1	Ribeirão dos Meninos – Foz
BSC 2	Ribeirão dos Meninos

Rio Grande da Serra	
BRG 1	Fumagalli
BRG 2	Instituto Puma
BRG 3	Santa Tereza
BRG 4	Paiolzinho

Ribeirão Pires	
BRP 1	Felício Centro
BRP 2	Aliança
BRP 3	Iramaia – Santa Luzia
BRP 4	Sueli Mirante

Mauá	
BM 1	Gruta Santa Luzia
BM 2	Taboão – Centro Mauá

Santo André	
BSA 1	Esperança
BSA 2	Vila Luzita
BSA 3	Recreio

São Bernardo do Campo	
BSB 1	Ana Faletti
BSB 2	Jurubatuba
BSB 3	Riacho Grande
BSB 4	Canaã
BSB 5	Imigrantes
BSB 6	Ipanema
BSB 7	Estoril
BSB 8	Taboão

Tab. 2 *categorização dos pontos de estudo de acordo com seu entorno*

Áreas de expansão urbana		Áreas urbanas		
BRG 1	BSA 3	BD 1	BSC 1	BSB 1
BRG 2	BSB 4	BD 2	BSC 2	BSB 2
BRG 3	BSB 6	BD 3	BRP 1	BSB 3
BRG 4	BSB 7	BD 4	BRP 2	BSB 5
BM 1	BRP 3	BD 5	BRP 4	BSB 8
BSA 1		BD 6	BM 2	BSA 5

Entre os sedimentos presentes nos locais de estudo, verificou-se que lodo e terra eram os mais freqüentes. Esse resultado obtido reflete as áreas de expansão urbana, onde a quase totalidade de sedimentos tem essa constituição. Os rios de áreas urbanas têm sedimentos mais variáveis. Com predominância de lodo e areia, seguidos de perto por pedras e cascalho. Terra foi o sedimento menos freqüente nesses rios.

Despejos clandestinos de lixo foram encontrados em 41,5% dos pontos estudados, sendo mais freqüentes em áreas urbanas do que em áreas de expansão urbana.

Considerando características da água, como cor, verificou-se que no geral a coloração mais freqüente foi acinzentada, totalizando 72,5% dos registros, sendo ainda mais frequente em áreas urbanas (78%) do que em áreas de expansão urbana (63,5%). Transparência na água foi detectada somente em 14%

dos pontos, na sua maioria em áreas de expansão urbana, onde essa característica soma 27,5%.

Ainda em relação às características da água, brilho era mais freqüente em área urbanizada (28%) do que em áreas de expansão urbana (9%). Quanto à espuma, era mais frequente em área de expansão urbana onde contabilizou 18% dos registros, em contraposição aos 5,5% encontrados em áreas urbanas.

O estrato de vegetação mais freqüente nas margens dos rios/córregos estudados é o herbáceo, composto principalmente por gramíneas e ocorrendo em 93% dos pontos de estudo. Nas áreas de expansão urbana, o estrato arbustivo e arbóreo tem igual representatividade ocorrendo em 91% dos pontos estudados. O mesmo não acontece com áreas urbanas, já que o estrato arbóreo está presente em somente 11% das áreas estudadas.

Dutos desembocando nas margens dos rios/córregos são mais freqüentes em áreas urbanas onde aparecem em 44,5% dos pontos estudados, do que em áreas de expansão urbana, com somente 9%.

A análise química da água dos pontos de monitoramento foi realizada através dos resultados obtidos no programa *Mãos à obra pelo Tietê*. Os parâmetros estudados foram tabelados de acordo com os resultados obtidos a cada mês. As tabelas construídas possuem os pontos de estudo e a classificação para cada um dos 5 parâmetros medidos, de acordo com a Portaria nº 020/86 do CONAMA, ou seja, 1 para qualidade insatisfatória, 2 para qualidade mediana e 3 para qualidade aceitável. Através da média entre os índices de qualidade obtidos para os parâmetros medidos, foi determinado um índice geral para a qualidade da água no ponto estudado. A classificação foi feita da maneira descrita na Tabela 3 abaixo.

Tab. 3 *Classificação da qualidade da água de acordo com a média dos índices para cada parâmetro medido*

Qualidade	Índice de Qualidade
PÉSSIMA	1,0 – 1,25
RUIM	1,26 – 1,75
ACEITÁVEL	1,76 – 2,25
BOA	2,26 – 2,75
ÓTIMA	2,75 – 3

A análise dessas tabelas foi feita de acordo com a distribuição dos pontos nas duas sub-bacias estudadas. Devido à menor presença de pontos pertencentes à sub-bacia do Tamanduateí, não foi realizada nenhuma divisão para os rios estudados na região. A subdivisão feita esta descrita na Tabela 4.

Na região da Grota Funda, os pontos BD 5 e BD 6 possuem qualidade de água final ruim, sendo que no primeiro o resultado médio foi 1,53 e no segundo 1,69. Em BD 5 os principais parâmetros contribuintes desses resultados foram OD (média igual a 1,3), NH_4N (média igual a 1) e PO_4 (média igual a 1,2). O pH apresentou valor médio elevado (2,6) que determina qualidade boa para esse parâmetro. BD 6 apresentou média baixa para NH_4N e PO_4 (1 e 1,33 respectivamente). OD possui qualidade boa, com valor médio igual a 2,33. O pH é aceitável e o valor médio é 2,11.

Tab. 4 *Subdivisão dos pontos de estudo de acordo com distribuição geográfica desses*

Sub-bacia do	Sub-bacia da Represa Billings			
Tamanduateí	Grota Funda	Alvarenga	Corpo Central	Braço do Rio Grande
BD 1,2,3,4	BD 5,6	BSB 1,5,6	BSB 3,4,	BSA 1,3
BSB 2,8				BRP 1,2,3,4
BSC 1,2				BRG 1,2,3,4
BM 1,2				BSB 7
BSA 2				

No braço correspondente à região do Alvarenga, BSB 1 apresenta qualidade final ruim, com valor médio 1,48. Em BSB 5 e BSB 6 a qualidade é aceitável, com valores médios iguais a 2,03 e 1,95 respectivamente. Em BSB 1 o único parâmetro com qualidade aceitável foi o pH, com valor médio igual a 2,7. Os demais parâmetros apresentaram qualidade péssima, com valor médio de 1,1 para OD e PO_4 e 1 para NH_4N. BSB 5 apresenta dois parâmetros com qualidade ruim e dois com qualidade boa, sendo os valores médios 1,44 para OD, 1,33 para NH_4N e 2,67 para pH e PO_4. Já em BSB 6, a variação da qualidade é extremamente alta, indo de péssima (1 para OD) até ótima (2,9 para PO_4). pH e NH_4N apresentaram valores médios iguais a 2,6 e 1,3 respectivamente.

O Corpo Central possui dois pontos com qualidade boa, BSB 3 e BSB 4, com valores médios 2,58 e 2,53 respectivamente. Todos os parâmetros desses pontos apresentam qualidade que varia de ótima a boa.

A região do Braço do Rio Grande apresenta pontos em quatro cidades diferentes (São Bernardo do Campo, Santo André, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra). Em São Bernardo do Campo, BSB 7 apresenta qualidade aceitável, com valor médio igual a 1,79. O pior parâmetro é o NH_4N, que apresentou qualidade ruim, com classificação média 1,29. Os demais parâmetros possuíam qualidade boa.

Em Santo André a qualidade é ruim para BSA 1(valor médio 1,66) e aceitável para BSA 3 (valor médio 2,18). Em BSA 1, o valor de classificação médio para NH_4N é 1,11, o que determina qualidade péssima. Para OD e PO_4 a qualidade é ruim com valores médios 1,67 e 1,44 respectivamente. O pH apresentou qualidade boa. BSA 3 é o melhor ponto da cidade, com qualidade aceitável para NH_4N (classificação média 1,8). Os demais parâmetros apresentam qualidade com variação de boa a ótima.

Ribeirão Pires possui qualidade aceitável em todos os quatro pontos, sendo os valores de classificação médios iguais a 2,16 em BRP 1, 2,26 em BRP 2, 2,1 em BRP 3 e 2,25 em BRP 4. No primeiro ponto citado, NH_4N possui classificação média 1,75 (qualidade ruim). OD e PO_4 eram aceitáveis e o pH apresentou qualidade boa. BRP 2 apresenta qualidade aceitável para três parâmetros, sendo os valores médios de classificação 1,8 para OD, 2,1 para NH_4N e 2,22 para PO_4. O pH possui qualidade ótima. Situação semelhante ocorre em BRP 3, onde OD, NH_4N e PO_4 apresentam qualidade aceitável e classificação média 1,9 para todos. Somente pH nesse caso possui qualidade boa (classificação média 2,7). BRP 4 possui NH_4N com qualidade ruim (classificação média 1,75). OD e

PO_4 são aceitáveis com valores médios de classificação 2 e 2,25 respectivamente. O pH apresenta qualidade ótima.

Em Rio Grande da Serra, dois pontos apresentaram qualidade final aceitável (BRG 1 e BRG 2) e dois pontos qualidade boa (BRG 3 e BRG 4). BRG 1 apresenta qualidades variáveis para os parâmetros. OD possui qualidade péssima, com valor de classificação médio igual a 1. NH_4N apresenta qualidade ruim e classificação 1,4. Para PO_4 a qualidade é aceitável e para pH ótima. BRG 2 possui OD com qualidade ruim e valor médio de classificação 1,5. Os demais parâmetros apresentam qualidade que varia de boa a ótima. Para BRG 3 os parâmetros estudados possuem variação na classificação, sendo péssima para OD (classificação média 1,1) e ruim para NH_4N (classificação média 1,3). PO_4 apresentou qualidade aceitável e pH boa. No ponto BRG 4, o valor de classificação médio foi 1,78 para NH_4N (qualidade aceitável). OD e pH apresentaram qualidade boa e PO_4 qualidade ótima.

A Sub-Bacia do Tamanduateí possui pontos de estudo nos rios de cinco cidades.

Os pontos BD 1, BD 2, BD 3 e BD 4; BSB 2 e BSB 8 e BSC 1 e BSC 2 pertencem a mesma sub-bacia, Couros/Meninos, que forma um dos principais afluentes do rio Tamanduateí. A análise da qualidade de água desses pontos irá levar em consideração sua localização geográfica, uma vez que a qualidade final de água que chega ao rio Tamanduateí é resultante da qualidade das águas de todos os córregos e rios que compõem a sub-bacia.

Os pontos BD 3 e BSB 2 são os que estão localizados mais na cabeceira dessa sub-bacia, conforme pode ser visto na figura 4. O BSB 2 possui qualidade final aceitável (valor médio 1,93), sendo que o parâmetro com qualidade péssima é o NH_4N, com valor médio de 1,1. Todos os demais variam de aceitável a bom. Quanto ao ponto BD 3, a qualidade final é boa (valor de classificação médio 2,65). A qualidade de todos os parâmetros no local varia de aceitável a ótima.

O ponto BD 2 fica próximo à cabeceira de um afluente do Ribeirão dos Couros e possui qualidade média ruim (classificação 1,65). Todos os parâmetros, excetuando-se o pH, possuem qualidade variando de péssima a ruim, com valor médio mínimo de 1,2 para NH_4N e médio máximo de 1,7 para OD.

O ponto BD 4 localiza-se no Ribeirão dos Couros, acima de BD 3 e BSB 2, na confluência de BD 2 com esse ribeirão. Apresenta qualidade média ruim (valor médio 1,73), mas somente NH_4N e PO_4 possuem valores médios ruins (1,3 e 1,4, respectivamente). Os demais parâmetros variam de bom (pH) a ótimo (OD).

O ponto BD 1 próximo a cabeceira de um dos afluentes do Ribeirão dos Couros possui qualidade média boa (valor médio de 2,4) com apenas NH_4N com valor ruim. O ponto BSB 8, localizado no Ribeirão dos Couros a jusante de BD 4, possui qualidade média péssima para NH_4N (classificação média 1,22) e ruim para PO_4 (classificação média 1,33)

Tanto BSC 2 quanto BSC 1 localizam-se no Ribeirão dos Meninos, já na proximidade da sua foz com o Rio Tamanduateí. O BSC 2 apresenta qualidade ruim (valor médio 1,31), com qualidade péssima para PO_4 (classificação média 1,0), OD (classificação média 1,13) e NH_4N (classificação média 1,25). Apenas o pH possui valor médio aceitável.

Mauá possui qualidade final boa para BM 1 (valor médio 2,75) e ruim para BM 2 (valor médio 1,88). Em BM 1 todos os parâmetros têm qualidade variando de ótima para aceitável. Em BM 2, NH_4N é péssimo (classificação média 1) e OD é ruim (classificação média 1,7). Os demais parâmetros apresentam qualidade boa.

Santo André possui um único ponto na Sub-Bacia do Tamanduateí, BSA 2, com qualidade final ruim. Nesse ponto NH_4N e PO_4 possuem a mesma qualidade que a final apresentada no ponto, com valores de classificação médios 1,5 e 1,33 respectivamente. O OD é de péssima qualidade (classificação média 1,11) e o pH, aceitável (classificação média 2,11).

5 DISCUSSÃO

Poucas questões ambientais no Brasil alcançaram, ao longo das últimas quatro décadas, projeção tão proeminente quanto à relacionada com a Represa Billings. Trata-se indiscutivelmente da questão mais antiga e documentada a respeito da degradação de um corpo líquido (Waldman, 2004).

Assinale-se que na eventualmente embaraçosa equação que articula elementos demográficos com a disponibilidade dos recursos hídricos, a situação da RMSP é das mais difíceis. Antes de tudo, deve-se registrar que o estado de São Paulo é a unidade da federação mais populosa do Brasil. Porém, mesmo reunindo 22% da população do país, está contemplado com somente 1,64% do potencial hídrico nacional. Na RMSP, a dramaticidade da situação é ainda mais acentuada. Abrigando 47% da população do estado (da qual 61% na capital), a RMSP tem à disposição apenas 4% da água doce de São Paulo (Waldman, 2004).

A Região Metropolitana de São Paulo apresenta rede hídrica densa, mas trata-se de sub-bacias de cabeceira, determinando uma vazão baixa de águas superficiais (Campos, 2001 *apud* Waldman, 2004). A disponibilidade hídrica por habitante na Bacia do Alto Tietê, 201 m^3/hab./ano5, está abaixo do índice de 1.500 m^3/hab./ano, considerado necessário por vários organismos internacionais (Waldman, 2004).

O ABCDMR explicita todos os clássicos sinais de degradação urbana, dentre estes, o comprometimento dos mananciais de água potável. O processo de urbanização incessante da região, alimentado por vigorosos movimentos migratórios, constituiu mais um episódio do crescimento desordenado, indissociável da lógica do dinamismo urbano brasileiro. Deste modo, a expansão urbana do ABC determinou impactos inevitáveis no Sistema Billings (Waldman, 2004).

Atualmente, os vazios urbanos do Grande ABC situam-se em áreas de proteção aos mananciais. Todas as áreas urbanas encontram-se densamente ocupadas, com todos os problemas a isso relacionados. Áreas de expansão urbana seguem o mesmo caminho, embora, pela característica de manancial, devessem ser especialmente protegidas. Esse fato é claramente notado nos resultados obtidos no presente trabalho, já que os rios de áreas urbanas e de áreas de expansão urbana estudados pouco diferem. Ambos são poluídos, em geral, por esgoto doméstico e trazem em suas margens e leitos as marcas da

antropização: canalizações, retirada de mata ciliar, invasão por plantas exóticas e animais domésticos ou urbanizados como pombas e ratos. Devido à importância desses mananciais para a manutenção da oferta de água pela Represa Billings, bem como sua qualidade, é inaceitável o grau de degradação e urbanização a que esses corpos de água estão submetidos. É grande a demanda por canalização e retificação de leito dos rios, tanto que os resultados obtidos nesse quesito para área de expansão urbana e urbana são semelhantes.

É provável que a grande quantidade de terra e lodo detectada em rios da área de expansão urbana possa ser relacionada com desmatamento dessas áreas para ocupação. Esses desmatamentos promovem a erosão. Como os rios funcionam como canais de drenagem, a maior parte dessa terra vai parar em seu leito, contribuindo com seu assoreamento. Áreas urbanas já estão a muito impermeabilizadas e a erosão de solo não chega a ser um problema tão sério. Borghetti e Ostrensky (2002) também relacionam o significativo aumento dos sedimentos produzidos pela bacia hidrográfica, devido à limpeza de terrenos para novos loteamentos, construção de ruas, avenidas e rodovias, entre outras causas com o aumento de terra entre os sedimentos presentes no rio.

Quanto à cor da água, os resultados obtidos seguem o esperado, com maior freqüência de padrões alterados nos rios urbanos, seguidos de perto dos rios de expansão urbana. Esses últimos também possuem o melhor resultado quanto à transparência, uma vez que estão mais próximos da nascente e a carga de esgoto doméstico recebida deve ser proporcionalmente menor. De qualquer forma, convém ressaltar que a semelhança dos resultados obtidos para as duas áreas revela uma urbanização precoce dos rios de áreas de expansão urbana.

Brilho demonstra presença de óleo na água e nesse sentido era esperado encontrar-se resultado superior para os rios de área urbana do que os de expansão urbana. A maior ocorrência de espumas nos rios de áreas de expansão urbana talvez esteja relacionada à declividade dos seus leitos, que favorecem a agitação da água e a formação de espumas, uma vez que a concentração de fosfato é mais inferior nesses pontos do que em outros rios estudados.

Os resultados obtidos em relação à degradação das margens dos rios das áreas urbanas e de expansão urbana também seguem o esperado, com margens melhores conservadas e com vegetação com estratificação mais diversificada em rios de áreas de expansão urbana.

A maior presença de dutos revela o maior aporte de esgotos e de águas provenientes de galerias pluviais nas áreas urbanas. Nas áreas de expansão urbana é mais freqüente esgoto não canalizado, disposto diretamente sobre o solo ou em fossas sépticas que promovem contaminação do lençol freático. Borghetti e Ostrensky (2002) apontam inclusive que algumas prefeituras têm permitido o uso de rede pluvial para transporte de esgotos, o que pode ser uma solução inadequada. Isso ocorre em regiões antigas, ou, atualmente, devido à falta de capacidade financeira para ampliação da rede de esgotos. Ainda, este procedimento inviabiliza algumas soluções de controle quantitativo do volume de águas pluviais.

De acordo com Tundisi (2003), a eutrofização dos ambientes aquáticos ocorre principalmente pelo despejo de nitrogênio e fósforo de forma dissolvida ou particulada nos corpos d'água dos rios e reservatórios. Essa eutrofização pode levar às mais variadas conseqüências, sendo uma delas a diminuição dos níveis de OD na água ou, em alguns casos, ocorrência de anóxia, provocando grande mortandade de peixes e invertebrados e também produzindo a liberação de gases com odor, muitas vezes tóxicos (H_2S e CH_4).

Considerando os níveis registrados de nitrogênio e fosfato, nos pontos monitorados em afluentes, esse processo de eutrofização pode estar ocorrendo nos braços Grota Funda e Alvarenga. O Corpo Central da Represa e o Braço do Rio Grande não recebem aporte tão grande dos afluentes monitorados que possa justificar eutrofização, pelo menos na foz desses afluentes. Na Sub-bacia do Tamanduateí, grande parte dos pontos de estudos está eutrofizada, com exceção dos pontos na cidade de Mauá, onde um deles corresponde à nascente do Rio Tamanduateí e em BD 3, onde as concentrações de nitrogênio e fosfato são menores.

Os afluentes monitorados do Braço Grota Funda apresentam OD variável. O alto OD observado no BD6 pode estar relacionado à presença de barreiras formadas pelo assoreamento do leito dos rios, cuja transposição promove maior aeração da água. A circulação determina quão freqüentemente é renovado o suprimento de OD, como descrito por Lampert e Sommer (1997). No Braço do Alvarenga, todos os afluentes monitorados contribuem com baixa oxigenação da água. No Braço do Rio Grande há grande variação de OD nos pontos estudados. No Corpo Central os afluentes não apresentaram baixo OD. Na Sub-Bacia do Tamanduateí, OD, assim como todos os outros parâmetros, piora no sentido nascente – foz. Esse resultado já era esperado dado o grande aporte de esgoto ao longo desse sistema.

É provável que a flutuação de OD observada na região como um todo dificulte o estabelecimento de comunidades aquáticas estáveis. Essa flutuação deve estar diretamente relacionada ao aporte de matéria orgânica e consequente eutrofização desses corpos de água, como descrito também por Tundisi (2003).

O pH como um todo não apresenta grandes flutuações, com resultados médios dentro dos padrões aceitáveis pelo CONAMA. Variações notáveis de pH costumam ocorrer quando há lançamento de ácidos fortes ou álcalis no corpo d'água (Branco, 1978), o que parece não ter ocorrido.

6 CONCLUSÃO

O panorama encontrado para as Sub-Bacias da Billings e do Tamanduateí com base nos resultados do presente trabalho indica a prevalência do esgoto doméstico como a principal fonte poluidora, embora em muitos pontos a qualidade final da água tenha sido aceitável. Vale ressaltar um viés incorporado a escolha dos pontos pelos grupos de monitoramento. Na maioria dos casos, foi claramente identificada a necessidade de escolher o ponto que representasse a pior qualidade de água no sistema, um viés conhecido no movimento ambientalista. Vale ressaltar ainda que os pontos de nascentes do Tamanduateí, do Braço do Rio Grande e do Ribeirão dos Couros possuem melhores padrões de qualidade, uma perspectiva alentadora. Há

de se trabalhar na recuperação das margens, com a finalidade de agregar valor intrínseco a essas áreas como parte integrante dos rios.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. *A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil.* Edição Comemorativa do Dia Mundial da Água. Brasília: 2002.

BATALHA, B.H.L. Água potável: o imperativo da atualização. São Paulo, 1999 (paper).

BORGUETTI, J.R. e OSTRENSKY, A. Panorama atual, problemas e perspectivas para a pesca e para a aqüicultura continental no Brasil. In: REBOUÇAS, A.C., BRAGA, B. e TUNDISI, J.G. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 2a ed. São Paulo: Escrituras Editora, pp. 651-471, 2002.

BRANCO, S.M. *Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária.* 2ªed. São Paulo: CETESB, 1978.

CAMPOS, Valéria Nagy de Oliveira, 2001, *Aspectos Institucionais da Gestão da Água e a Participação dos Usuários no Processo de Decisão e Implementação das Ações: O Caso da Região Metropolitana De São Paulo*, paper apresentado no III Encuentro de las Águas – Água, Vida y Desarrollo, 24/26 de Outubro de 2001, Santiago, Chile, texto disponível em: http://www.aguabolivia.org/situacionaguaX/IIIEncAguas/contenido/trabajos_naranja/TC-068.htm.

CAPOBIANCO, J.P.R. *Billings 2000: ameaças e perspectivas para o maior reservatório de água da Região Metropolitana de São Paulo: relatório de diagnóstico socioambiental participativo da bacia hidrográfica da Billings no período de 1989-99.* São Paulo: Instituto Socioambiental, 2002.

COSTA, F.J.L. Sistema de gerenciamento de recursos hídricos do estado do Paraná: um modelo com base em associações de usuários. *In:* WORKSHOP PLANÁGUA. *Organismos de bacias hidrográficas.* Curitiba: SEMADS/GTZ, pp. 74-78. 2002.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. *Manual de campo "Mãos à obra pelo Tietê".* São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2003.

HESPANHOL, I. Água e saneamento básico: uma visão realista. *In:* REBOUÇAS, A.C., BRAGA, B. e TUNDISI, J.G. *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.* 2ª ed. São Paulo: Escrituras Editora, pp. 294-304, 2002.

HIDROPLAN. *Plano Integrado de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos das Bacias do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista.* São Paulo: DAEE, 1995.

IBGE. *Censo demográfico do Brasil.* Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

LAMBERT, L. e SOMMER, U. *Limnoecology: the ecology of lakes and streams.* New York: Oxford University Press, 1997.

MARGALEF, R. *Limnologia.* Barcelona: Ediciones Omega S.A., 1983.

MARGALEF, R. Our Biosphere. *In:* KINNE, O. *Excellence in ecology.* Oldendorf Luke: Ecology Institute, 1997.

REBOUÇAS, A.C. Water crisis: facts and myths. *An. Acad.Bras.Ciências* 6(1): 136-147. 1994.

REBOUÇAS, A.C. Panorama da água doce no Brasil: Rio 92 – cinco anos depois. *Instituto de Estudos Avançados-USP/Acad. Bras. Ci.*, pp. 59-107, 1997.

REBOUÇAS, A.C. Água doce no mundo e no Brasil. *In:* REBOUÇAS, A.C., BRAGA, B. e TUNDISI, J.G. *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.* 2ª ed. São Paulo: Escrituras Editora, pp. 01-37, 2002 a.

REBOUÇAS, A.C. Aspectos relevantes do problema da água. *In:* REBOUÇAS, A.C., BRAGA, B. e TUNDISI, J.G. *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.* 2ª ed. São Paulo: Escrituras Editora, pp. 687-703, 2002 b.

TUNDISI, J.G. e STRASRABAS, M. Strategies for building partnerships in the context of river basin management: the role of ecotechmology and ecological engineering. *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 1: 31-8, 1995.

TUNDISI, J.G. *Água no século XXI: enfrentando a escassez.* São Paulo: RiMa, IIE, 2003.

TUNDISI, J.G. *et al. Plano de gerenciamento e otimização de usos múltiplos da bacia hidrográfica da UHE Luiz Eduardo Magalhães.* IIE/IIEGA, FINEP, 2003.

WALDMAN, Maurício. A Tragédia dos Mananciais no Grande ABC. Artigo eletrônico disponível em: http://www.agds.org.br/midiaambiente/artigos.shtml.

Endereços eletrônicos consultados

www.cohesp.com.br, acessado em 15 de agosto de 2003.

www.rededasaguas.org.br acessado em 12 de agosto de 2003.

A microbacia como unidade de projeto em intervenções de recuperação e qualificação urbano-ambiental na área de mananciais da Região Metropolitana de São Paulo

Maria Lucia Refinetti Martins[1]*; Luciana Nicolau Ferrara*[2]*; Isadora Lemos Tsukumo*[3]

[1] Arquiteta Urbanista; Mestre e Doutora em Planejamento Urbano e Regional pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP. Livre-Docente. Estágios no IAURIF – Paris e DPU da University College, Londres. Professora do Departamento de Projeto e Coordenadora do Laboratório de Habitação e Assentamentos Humanos da FAUUSP. Coordenou a pesquisa Reparação de Danos e Ajustamento de Conduta em Matéria Urbanística. Promoveu, enquanto membro da Comissão Organizadora e do Comitê Científico, o Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo – APPURBANA2007, 04 a 07 de setembro de 2007, Auditório da FAUUSP – São Paulo.

[2] Arquiteta e Urbanista (2003), Mestranda na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Pesquisadora do Laboratório de Habitação e Assentamentos Humanos da FAUUSP e do Instituto Socioambiental – ISA; participou como bolsista de Treinamento Técnico na pesquisa Reparação de Danos e Ajustamento de Conduta em Matéria Urbanística. Foi membro da Comissão Executiva do Seminário APPURBANA2007. malurm@usp.br.

[3] Arquiteta e Urbanista (2002), Mestre pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Pesquisadora do Laboratório de Habitação e Assentamentos Humanos da FAUUSP e do Instituto Pólis; participou como bolsista de Treinamento Técnico na pesquisa Reparação de Danos e Ajustamento de Conduta em Matéria Urbanística.

O texto decorre da pesquisa em Políticas Públicas FAPESP: Reparação de Danos e Ajustamento de Conduta em Matéria Urbanística, 2006. Consiste numa síntese e revisão de parte da publicação *Moradia e Mananciais – tensão e diálogo na Metrópole*, São Paulo, FAUUSP, 2007, de Maria Lucia Refinetti Martins. Área e subárea: 6.05.99.00-6 Planejamento Urbano e Regional / 6.05.01.00-6 Fundamentos do Planejamento Urbano e Regional.

Valor financiado e contrapartidas: Apoio à pesquisa (FAPESP) – R$ 126.000,00, para equipamentos, material de consumo, transporte, diárias para pesquisa de campo e serviços de terceiros. Entre FAPESP, CNPq, parceiros e recursos da própria Universidade, foram disponibilizadas cinco bolsas de treinamento técnico e seis de iniciação científica, de duração de um ano cada. Também foram utilizados, como contrapartida do Ministério Público e da Universidade, respectivamente, horas de dedicação dos promotores, horas de atividade de pesquisa e de extensão de professores, instalações, equipamentos, telefone, internet, material de consumo.

O texto apresenta trabalho desenvolvido enquanto atividade experimental com o objetivo de pesquisar soluções urbanísticas que sejam ambientalmente sustentáveis e passíveis de regularização jurídica para ocupações já consolidadas – de moradia pobre, irregular e ambientalmente inadequada em área de Proteção a Mananciais na Região Metropolitana de São Paulo.

Os estudos e propostas desenvolvem-se a partir de loteamentos irregulares que tenham processo no Ministério Público, identificados como casos paradigmáticos. O propósito é constituir entre Ministério Público, meio acadêmico e meio técnico – junto às Prefeituras, uma linguagem em comum, num processo sinérgico de produção de conhecimento, metodologias e procedimentos, alternativas técnicas e jurídicas, replicáveis para situações semelhantes – que envolvem hoje, apenas na Região Metropolitana de São Paulo, mais de um milhão de pessoas, se consideradas as bacias das Represas Guarapiranga e Billings.

Palavras-chaves: *Mananciais; Assentamentos Irregulares; Recuperação Urbanística e Ambiental; Projeto Urbano em áreas com restrição ambiental.*

1 Objetivos

No contexto brasileiro de urbanização marcada por forte desigualdade social, o acesso à moradia representa tema central para o debate quanto às condições ambientais das cidades. A recuperação e qualificação ambiental das áreas protegidas ambientalmente e ocupadas por moradias precárias, com suas várias abordagens e técnicas, têm necessariamente que ser incorporadas enquanto prática urbanística numa perspectiva de Política Pública. Isso significa que têm que contemplar objetivos e padrões de qualidade urbana e de qualidade ambiental passíveis de universalização.

Buscando contribuir para a formulação de Políticas Públicas urbano-ambientais, a pesquisa Reparação de Dano e Ajustamento de Conduta em Matéria Urbanística – Políticas Públicas FAPESP – foi formulada em conjunto com o Ministério Público do Estado de São Paulo e contou desde o início com a parceria das Prefeituras dos municípios de Diadema, São Bernardo do Campo, Santo André e Embu.

A questão inicialmente colocada pelo Centro de Apoio Operacional às Promotorias de Habitação e Urbanismo do Ministério Público do Estado de São Paulo – CAOHURB – foi um apelo a que a FAUUSP refletisse quanto a alternativas de recuperação ambiental de áreas de assentamento irregular de população de baixa renda junto aos mananciais da Região Metropolitana de São Paulo. Considerando que a ocupação abrange extensa área, envolve vários municípios, encontra-se em muitos casos consolidada, e face ao inadmissível custo social que representa a remoção da população, sendo que muitas vezes essas remoções concretizam-se como expulsões – pois não oferecem alternativas habitacionais em outros locais das cidades – tanto o Ministério Público quanto o Judiciário não têm conseguido dar solução adequada e definitiva às situações de assentamentos irregulares e clandestinos em áreas

de mananciais que lhes chegam às mãos. Além disso, trata-se de uma situação complexa, que exige a ação integrada de diversos níveis da administração pública (ou institucionais) e da participação social para ser equacionada.

A pesquisa trabalhou com casos de loteamentos irregulares na RMSP com o objetivo estudar alternativas técnicas que viabilizassem o atendimento dos objetivos da Lei Estadual de Proteção aos Mananciais (proteger a qualidade e quantidade da água das represas) sem o altíssimo custo social da remoção dessa população – única alternativa possível dentro dos estritos termos da lei então vigente. O objetivo específico era estudar essa situação e desenvolver, para loteamentos irregulares precários, alternativas de ajustamento de conduta e regularização, propondo soluções urbanísticas que fossem ambientalmente sustentáveis e passíveis de regularização jurídica, no caso de ocupações já consolidadas, formulando referências para projeto – aspectos metodológicos e diretrizes de intervenção. As propostas foram estudadas para algumas áreas, nas bacias Guarapiranga e Billings, objeto de procedimentos de investigação no Ministério Público.

Dentre os casos estudados, um deles foi particularmente aprofundado. A partir desse estudo de caso, foram desenvolvidas e organizadas, segundo tipologias, diversas soluções urbanísticas que, através de desenhos e plantas, permitem visualizar o resultado físico e ambiental de cada uma, facilitando a compreensão da conseqüência físico-espacial e impacto social de cada opção. Além das soluções urbanísticas, foi esboçado um Termo de Ajustamento de Conduta, com propostas para equacionamento das questões urbano-ambientais e fundiárias, segundo etapas e ações a serem empreendidas de forma progressiva, garantindo que cessasse o processo de degradação e tivesse início imediato o desagravamento.

2 A PROPOSTA E OS CONCEITOS DE PROJETO ENVOLVIDOS

Um dos princípios que o conjunto da pesquisa revelou como fundamentais para garantir a recuperação ambiental de áreas com assentamentos na região de proteção a mananciais é considerar como limite para intervenção toda a área de cada microbacia (área de contribuição de um único córrego). Nesses termos, a discussão sobre opções de projeto para uma área de estudo inicia-se por uma abordagem da microbacia em que está inserida.

Isto implica considerar toda a dimensão da microbacia e ter como premissa a recuperação da qualidade da água de um córrego contribuinte da represa, através da melhoria dos espaços, usos, atividades e gestão. Para isso são necessárias soluções técnicas e alternativas de uso comprometidas com as características do local tanto para as áreas ocupadas quanto para as não ocupadas. As alternativas para o saneamento – abastecimento de água, esgotamento sanitário, pavimentação, drenagem – não podem ser resolvidas de maneira convencional, nos padrões que a legislação vigente exige. Adotam-se também formas de contenção da mancha urbana e controle da ocupação; organização comunitária e formas de gestão, ressaltando sua importância para a viabilidade dos projetos. São definidas propostas para a recuperação das áreas desmatadas e para preservação das áreas que ainda não sofreram intervenção. A definição das formas de gestão de cada aspecto e do conjunto da intervenção é fundamental e constitui parte integrante do projeto.

O trabalho desenvolvido concretizou-se como pesquisa aplicada, em que conceitos e projeto urbanístico vão-se construindo simultaneamente e se alimentando reciprocamente por meio de estudos e propostas que se desenvolveram a partir de casos concretos.

As propostas foram pensadas tanto como forma imediata de redução de danos, passível de implementação por meio de Termo de Ajustamento de Conduta, quanto como desenvolvimento de diretrizes mais conceituais que possam subsidiar a regulamentação e aplicação das novas Leis Específicas, da Guarapiranga, já sancionada, da Billings, em anteprojeto, e todas as demais que deverão ser feitas em atendimento ao disposto na Lei Estadual nº 9.866/97, que estabelece diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo. Essa lei se propõe como "uma legislação que induza a usos compatíveis, a partir de um processo de gestão participativo e descentralizado, e que associe um conjunto de instrumentos capazes de reorganizar as áreas protegidas" (São Paulo, Estado, SMA/CPLA/GTLPM, 1998, p.10). Assume como elementos centrais: a vinculação da legislação e da política de proteção aos mananciais ao Sistema Estadual de Recursos Hídricos, a adoção da Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento e, dentro dela, a caracterização de subunidades (Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais – APRM), que poderão ter legislação específica; a conceituação de áreas de intervenção, que orientem a implementação de políticas públicas, sem ser um zoneamento rígido.

No projeto desenvolvido, assume-se que na formulação de diretrizes de preservação, ocupação e uso do solo para áreas ambientalmente sensíveis e de mananciais é fundamental que se incorpore à concepção ambiental e urbanística critérios e formas de aplicação, fiscalização e controle, compatíveis com a cultura e as normas jurídicas nacionais e locais e a efetiva capacidade de gestão do poder público. Aí se inclui também a idéia de progressividade e de metas, estabelecidas em padrões realistas.

Para tanto, identificam-se três frentes de ação: promoção de usos sustentáveis nas áreas desocupadas, evitando seu abandono e ocupação inadequada; intervenções para redução de danos nas áreas ocupadas – recuperação urbanística e ambiental; regulação fundamentada em padrões realistas, compatíveis com a condição socioeconômica existente, e que traduza em formas urbanas concretas e compreensíveis os parâmetros de controle, que são índices abstratos de difícil aplicação e de ainda mais difícil compreensão pela sociedade.

3 PROMOÇÃO DE USO SUSTENTÁVEL NAS ÁREAS NÃO OCUPADAS

O principal desafio hoje na proteção aos mananciais da Região Metropolitana de São Paulo, particularmente quanto à bacia da Represa Guarapiranga, é manter as qualidades do ciclo hidrológico natural, impedindo a contaminação desse meio pelo lançamento de esgotos, erosão, impermeabilização ou poluição difusa[1].

Nessas condições, qualquer tipo de ocupação pode parecer, em princípio, problemático. O ideal seria manter reserva de áreas não ocupadas e com sua vegetação natural para a produção da água. No entanto, localizadas nas bordas de uma metrópole com 18 milhões de habitantes, há que se reconhecer que a pressão sobre essas áreas é extremamente forte e parcela significativa encontra-se ocupada.

Para essa região, mais do que regras ou padrões de urbanização, devem ser definidos os investimentos públicos e os mecanismos de direcionamento da ação privada, que viabilizem usos compatíveis com a proteção e recuperação dos mananciais, mas que propiciem perspectiva econômica e geração de renda para a comunidade local para que, assumidos pela coletividade, se implementem e se mantenham, sem depender exclusivamente de fiscalização e policiamento.

Em áreas remanescentes de mata atlântica podem ser promovidas atividades relacionadas ao manejo, bem como de lazer e esporte. As atividades relacionadas à piscicultura em ARPMs, criadouros e chácaras de "pesque-pague", passam atualmente por avaliações da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo e do Instituto Botânico, os quais começam a definir os parâmetros aceitáveis para essas atividades em área de mananciais.

Recente resolução do CONAMA (nº 369, de 28 de março de 2006) dispõe sobre definições e condições referentes aos casos de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, passíveis de desenvolvimento em áreas de preservação permanente, margens de corpos d'água.

Com relação à Agricultura Urbana, existe em São Paulo a Lei Municipal nº 13.727/04, que poderá ser um grande aliado na implementação de programas de agricultura urbana orgânica, tanto nas bordas dos assentamentos existentes, marcando os limites da ocupação, quanto em projetos de ocupação controlada em novas áreas.

Glebas não ocupadas, porém desmatadas, e áreas livres das glebas já ocupadas poderão receber usos que atendam às restrições ambientais, mantendo as características de uma ocupação ambientalmente correta: permeabilidade do solo e vegetação recuperadas ou mantidas, erosão do solo controlada, controle da produção e da correta destinação de dejetos urbanos sólidos e líquidos, proteção de nascentes, cursos d'água, e águas subterrâneas. Constituem possibilidades de promover ganhos ambientais em processos de regularização de assentamentos

Pode-se sintetizar que as proposições para uso sustentável dos sítios desocupados em mananciais pautam-se em: conter a expansão nessas áreas; propiciar ganhos ambientais; contribuir para a inclusão social e para a melhoria de renda das populações locais. Isso implica articular o desenvolvimento e conservação desses núcleos e assentamentos, com a promoção de alternativas econômicas de uso dos territórios próximos, as quais possibilitem o desenvolvimento integrado e sustentável do conjunto de áreas urbanas e não urbanas em cada setor do território ou sub-bacia.

A concepção da política de recuperação urbana, urgente e necessária, certamente deve incluir restrições e condições para os assentamentos na área, mas terá necessariamente que reverter a toda a sociedade, e não apenas a essas populações, o custo de garantir a qualidade ambiental dessas áreas e a preservação da água dos mananciais. Fazer esse debate, que é fundamental, implica, no entanto, pautar questões de Modelo de Desenvolvimento e de Consumo – não só de bens, mas também de espaço, inclusive de espaço urbano, muito mais amplas do que o debate ambiental vem abordando no país.

4 Redução de danos / recuperação urbanística e ambiental das áreas ocupadas

O estudo de quatro situações concretas – Jardim São Francisco (Embu), Parque Andreense (Santo André), Parque dos Químicos (São Bernardo do Campo) e Sítio Joaninha (Diadema) – permitiu levantar questões e relacionar alguns pontos que podem ser assumidos como princípios para projetos de recuperação ambiental e urbanização de loteamentos irregulares em áreas de proteção ambiental. Esses princípios, alguns mais gerais, outros específicos para a Região Metropolitana de São Paulo, baseiam-se em constatações técnicas quanto à minimização dos danos ambientais causados pelos assentamentos consolidados, bem como considerações urbanísticas visando a possibilidade de regularização e a efetividade e permanência da regularização que venha a ser feita.

Um trabalho mais detalhado sobre uma das áreas permite visualizar a expressão concreta desses princípios, bem como diversas possibilidades de intervenção e os diferentes impactos sociais e ambientais que podem representar.

O conjunto dos quatro estudos permite concluir que enfrentar o tema da preservação dos mananciais situados na franja urbana exige inicialmente, em relação às áreas não ocupadas, incentivar e promover usos compatíveis com a preservação do manancial, que sejam economicamente viáveis, conforme abordado no item anterior. Em relação àquelas com ocupação consolidada, que requerem recuperação ambiental e regularização, conclui-se por alguns procedimentos e diretrizes, que se relacionam a seguir[2]:

[1] A Lei Estadual nº 9.866/97 "estabelece diretrizes e normas para a proteção e recuperação da qualidade ambiental das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional para abastecimento das populações atuais e futuras do Estado de São Paulo, assegurados, desde que compatíveis, os demais usos múltiplos" (art. 1º). Até o presente momento, apenas a Guarapiranga tem a natureza de manancial para o abastecimento público reconhecido por Lei. Essa função primordial de abastecimento de água consolidou-se com a aprovação da Lei Estadual 12.233/06, que declara a Bacia Hidrográfica do Guarapiranga como manancial de interesse regional para o abastecimento público e cria a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Guarapiranga – APRM-G. Até que sejam promulgadas leis específicas para cada bacia, prevalecem, na Região Metropolitana de São Paulo, as Leis Estaduais nº 898/75 e nº 1.172/76 (Proteção aos Mananciais).

[2] São fruto de trabalho experimental com exercícios de projeto desenvolvido na FAUUSP entre 2000 e 2003. O procedimento utilizado foi o de associar pesquisa propriamente dita ao exercício de projeto desenvolvido por estudantes de Arquitetura e Urbanismo em final de curso e por docentes orientadores (FAUUSP), com apoio de promotores de justiça.

5 Considerar, em cada caso, as condições topográficas e localização do assentamento em relação à mancha urbana, centros e principais acessos

Recursos como base cartográfica, fotos aéreas (ortofotos), levantamento de campo, fotos do local são insumos preciosos para a identificação da situação. Observar atentamente a topografia, construindo mapas de hipsometria e declividades, é fundamental, pois propicia a análise e identificação da microbacia, bem como a demarcação dos setores de risco. As fotos aéreas representam importante auxílio na identificação de áreas de mata que possam ter continuidade e áreas que podem ser utilizadas como contenção à expansão.

Para a definição do tipo de intervenção a ser feita, considera-se uma sequência de atividades que começa pela avaliação da condição de inserção do assentamento em relação à área urbana consolidada e localização das redes de infra-estrutura. Cabe observar uso e ocupação do solo da área e adjacências, tendências, distâncias e integração viária da área com a mancha urbana principal. Em casos em que haja descontinuidade da mancha urbana, ou que o assentamento se encontre em vertente oposta à que dispõe de rede instalada, a produção de infraestrutura local pode ser mais conveniente do que extensão da rede, particularmente rede de esgoto, propiciando tratamento local de efluentes e minimizando a circulação de esgoto não tratado. Neste caso, existe uma série de pesquisas e experiências com tecnologias não convencionais de infra-estrutura que levam em consideração, como premissa de projeto, especificidades ambientais e, por isso, podem ser mais adequadas às áreas mais sensíveis.

A solução a ser adotada deverá ainda considerar o grau de consolidação do assentamento e de ocupação da área, proporção de interstícios e de áreas vagas, condições de drenagem e processos de erosão que estejam em curso.

6 Considerar a microbacia como unidade de projeto

A adoção da microbacia como unidade de projeto decorre da reflexão de que a recuperação de áreas ambientalmente frágeis, que contêm assentamentos irregulares, requer intervenções e obras abrangentes que corrijam a degradação de no mínimo uma pequena bacia de drenagem, na qual se possa avaliar e controlar os impactos a jusante do conjunto de assentamentos. Isso representa uma dificuldade na esfera de trabalho do Ministério Público, pois procedimentos referem-se a loteamentos individualmente. Assim, aberto o procedimento em relação a um assentamento, deveriam ser abertos também em relação a todos os demais que compõem a microbacia em que se insere.

Pensar o projeto na escala da microbacia reflete uma nova forma de organizar e agir sobre o território e o ambiente construído, tanto do ponto de vista da análise – pois permite avaliar mais adequadamente a realidade ambiental e social num espaço claramente delimitado e definido, quanto em relação à atuação – por colocar em evidência a dimensão necessariamente coletiva da proteção ambiental.

7 Atribuir cargas-meta de fósforo por microbacia

Na perspectiva da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, o parâmetro de controle da carga poluente que pode ser despejada na represa é a carga máxima de fósforo. A partir de um diagnóstico, cada município tem uma carga-meta a administrar. A proposta a que a pesquisa conduz é que essa carga-meta seja distribuída e avaliada por microbacia. Desta ótica, as propostas de intervenção em cada microbacia seriam balizadas por essa carga-meta, monitorada ao longo do processo e com uma dimensão territorial perceptível pelo cidadão. Por sua escala reduzida, passível de percepção, facilita o controle e acompanhamento pela população. Por outro lado, é importante que esse tipo de proposta seja adaptado às formas de controle técnico e social que sejam factíveis pelas prefeituras e comunidades locais, o que ainda precisa ser desenvolvido.

8 Desocupar as margens de cursos d'água, as áreas envoltórias às nascentes e as áreas de risco

Esta deve ser a primeira medida de um projeto em área de mananciais. Isso porque a desocupação dessas áreas é fundamental para a qualidade da água dos cursos d'água e do loteamento como um todo. No entanto, o afastamento ideal do corpo d'água não deve ser um número fixo, mas considerar as condições do lugar. Trata-se, antes de tudo, de garantir a qualidade das habitações com relação à salubridade e estabilidade, bem como minimizar os impactos diretos nas águas.

9 Preencher os vazios nas áreas mais consolidadas

A transferência da população de margens de córregos e áreas de risco para lotes vazios das áreas mais consolidadas proporciona um aproveitamento mais adequado do loteamento, tanto sob o ponto de vista de instalação de infraestrutura (pela menor dispersão das moradias) quanto por reduzir os espaços vazios sujeitos à ocupação e, portanto, à ampliação da população da área.

10 Desocupar áreas não consolidadas

As áreas com pouca ocupação, em que predominam lotes e glebas vazias, podem ser desocupadas, remanejando-se as habitações para áreas mais consolidadas. Dessa forma, tanto as habitações e lotes localizados em áreas mais frágeis e de risco, como os localizados em áreas de ocupação rarefeita, podem ser remanejados para áreas mais consolidadas, promovendo o preenchimento das áreas mais adequadas à ocupação.

11 Dificultar expansão para áreas não ocupadas

O conjunto de medidas acima relacionadas, associado à implantação, nas áreas que permanecerão desocupadas, de usos compatíveis com a preservação e que comportem atividades geradoras de renda, compõe organização espacial que dificulta a expansão urbana e facilita seu controle, que deixa, assim, de depender exclusivamente de fiscalização e repressão.

12 Utilizar infraestrutura e soluções técnicas alternativas, com menor impacto ambiental e mais qualidade funcional

A infraestrutura dos loteamentos localizados em áreas de mananciais não deve ser convencional. No caso da drenagem, podem ser utilizadas soluções que diminuam os leitos carroçáveis, aumentem as áreas permeáveis (públicas e privadas),

além da implantação de pavimentação e calçamento permeável, entre outros sistemas. No caso do esgoto, podem ser priorizadas soluções locais, de pequeno porte, na área do loteamento.

13 Considerar a opção de tratamento de esgoto local

O tratamento local do esgoto pode em grande parte dos casos constituir-se em alternativa mais interessante, eficaz e definitiva do que a exportação para tratamento fora da bacia, conforme determina a atual Lei Estadual de Proteção aos Mananciais –1172/76, art. 23. A nova Lei Específica da Guarapiranga já acolhe essa possibilidade.

A escolha de um sistema de tratamento apropriado deve levar em conta diversos fatores: uma adequada caracterização da área de intervenção, o conhecimento das tecnologias disponíveis e uma idéia clara dos objetivos a serem alcançados (eficiência necessária do tratamento). Com o cruzamento dessas informações, faz-se a escolha do sistema de tratamento mais adequado para uma região. A melhor vantagem é que os efluentes já tratados retornam à represa, evitando a redução da quantidade de água disponível.

14 Considerar os investimentos já realizados pela população e pelo poder público

Devem ser consideradas as condições urbanas do entorno do loteamento, para que o projeto facilite a utilização de equipamentos públicos existentes, bem como a integração à área urbana consolidada. Além disso, é importante considerar os investimentos realizados pela população, na construção de suas habitações. Edificações em estado satisfatório, localizadas em áreas minimamente propícias, devem ser mantidas.

15 Atentar à forma de ocupação das encostas

A topografia na região de mananciais metropolitanos de São Paulo é, em grande parte da extensão, bastante acidentada.

Na perspectiva de viabilizar a manutenção dos investimentos realizados pela população em suas moradias, é importante, nas intervenções, a busca de alternativas técnicas que propiciem a estabilidade e recuperação de vias e lotes. Para tanto é decisiva a reposição de cobertura vegetal, ampliação das áreas permeáveis e redução da necessidade de cortes e aterros na implantação de infraestrutura, uma vez que essas são as principais causas de erosões e do consequente assoreamento dos corpos d'água.

16 Desenvolver a proposta de intervenção considerando de modo articulado e sinérgico as opções a serem adotadas: projeto urbanístico, tecnologia de solução de infraestrutura, solução para regularização urbanística, solução para regularização da propriedade, financiamento do projeto e manutenção

Todos esses aspectos devem ser pensados e concebidos simultaneamente, e devem estar articulados para que a proposta seja viável e realista. Cada aspecto tem seus determinados requisitos, nem todos compatíveis com todas as alternativas dos demais.

17 Delimitar parte da área como ZEIS, através de lei municipal

A demarcação das áreas consolidadas e adensáveis como ZEIS (Zonas Especiais de Interesse Social), através do Plano Diretor Municipal ou lei específica municipal, é da maior importância, pois significa o reconhecimento legal da prioridade de uso habitacional de interesse social na área, além da possibilidade de regularização segundo padrões urbanísticos próprios, que podem divergir dos estabelecidos para o conjunto do município.

Uma vez que o perímetro da ZEIS seja aprovado na lei, o plano de urbanização, quando elaborado, bastará ser aprovado pelo conselho de ZEIS (composto por moradores e poder público), para que possa ser consolidado imediatamente por ato do Executivo. Não terá necessidade de nova aprovação pelo Legislativo.

18 Envolver a população local, desde o início

Através do conselho de ZEIS, é possível envolver a população da área, o que é fundamental para a implantação, sucesso e manutenção do projeto. Ao mesmo tempo isso amplia o comprometimento do poder público em processos normalmente longos, que exigem acompanhamento e que extrapolam a duração de uma gestão.

19 Compreender e garantir o "espírito da lei"

Toda legislação de proteção tem intenções claras, mas não necessariamente instrumentos eficazes. No caso dos mananciais da Região Metropolitana de São Paulo, por exemplo, o "espírito da lei" é garantir a qualidade e quantidade da água das represas, para servir ao abastecimento. O que se observa hoje é a condição estranha de que, na prática, para atender ao "espírito da lei", torna-se necessário muitas vezes contrariar seus dispositivos explícitos. Nesse sentido, a nova Lei da Guarapiranga abre a possibilidade da realização de obras e medidas que minimizem o impacto de situações consolidadas – instalação de infraestrutura alternativa para drenagem, esgoto, implantação das edificações e, em situações específicas, alternativa de tratamento local dos efluentes, buscando assegurar a efetividade e permanência da regularização.

Mesmo sob uma transformação da legislação, que favoreça a regularização e recuperação ambiental, cumpre ressaltar o interesse de formulações como o Termo de Ajustamento de Conduta, que pode ser, afinal, instrumento complementar ao Plano de Reurbanização de ZEIS ou de bacia, como alternativa de garantir efetividade e permanência do projeto implementado.

20 Alternativas urbanísticas

Dentre os quatro casos estudados, que deram base às considerações acima apresentadas, um deles foi particularmente aprofundado, o Sítio Joaninha, em Diadema. Para esse loteamento, sobre o qual foi possível deter-se mais intensamente, foram desenvolvidas e organizadas, segundo tipologias, diversas soluções urbanísticas, que, através de desenhos e plantas, permitem visualizar o resultado físico e ambiental de cada uma, facilitando a compreensão da conseqüência físico-espacial e

impacto social de cada opção. Entre elas desenvolve-se também uma proposta mais conceitual, genérica, passível de implantação em áreas desmatadas, mas com ocupação incipiente.

20.1 Um exemplo típico

Segundo interpretação jurídica, um loteamento ilegal é aquele que, de alguma forma, viola a Lei nº6766/79 e outras normas correlatas de natureza ambiental, urbanística e registraria, gênero do qual os loteamentos clandestinos e irregulares são espécies. Os loteamentos clandestinos são aqueles que não obtiveram aprovação ou autorização administrativa dos órgãos competentes, incluídos Prefeitura e, em alguns casos, o Estado. Os loteamentos irregulares são aqueles aprovados pela Prefeitura e outros órgãos estaduais, mas não executados ou executados em descompasso com a legislação ou atos de aprovação. Com essas definições, pode-se afirmar que o caso estudado,Sítio Joaninha, é um loteamento clandestino, pois não tem aprovação nem da Prefeitura nem do Estado. Seu perímetro contém áreas enquadradas segundo a Lei de Proteção aos Mananciais nº 1.172/76 como de primeira categoria, estando as de segunda categoria enquadradas como classe C.

O caso foi levado ao Ministério Público que, em procedimento de investigação, solicitou laudo técnico ao DUSM (Departamento de Uso do Solo Metropolitano), que apontou as seguintes infrações:

- Não aprovação prévia do Estado e demais órgãos competentes;
- Implantação de arruamento e lotes em áreas de primeira categoria (margens de córregos e nascentes) consideradas *non aedificandi*;
- Implantação de lotes em número superior ao autorizado pelos índices urbanísticos, que permitem um total de 126 lotes no máximo, tomando como base de cálculo área total do loteamento;
- Na área possível de parcelamento (segunda categoria), houve parcial remoção da cobertura vegetal, sem aprovação prévia;
- Movimentação de terra efetuada não contempla elementos de drenagem e contenção de erosão;
- Não atendimento à distância mínima de 30 metros entre poço de captação de água e o ponto de tratamento e infiltração de esgotos afluentes (fossa séptica). Ressalte-se que sequer o sistema de tratamento e infiltração é atendido, sendo executado o sistema por fossas negras e, em alguns casos, lançamento a céu aberto.

Em mapa produzido em levantamento de 2003, foram constatados 278 lotes, sendo 34 vazios e 244 com construções[3]. O que significaria, então, regularizar o loteamento segundo a lei e seus parâmetros, que não mudaram ao longo do tempo? Ao pé da letra da lei, teriam que ser removidas aproximadamente 118 famílias, para que restassem 126 lotes com uma unidade habitacional unifamiliar cada, como determinado pelo DUSM, seguindo parâmetros da lei. Os mesmos deveriam ser maiores e não poderiam estar implantados nas áreas de primeira categoria, nem em declividades acentuadas. A remoção das habitações geraria uma grande quantidade de entulho, cortes de terra a serem reparados, poços de água e fossas negras a serem fechadas. As ruas também deveriam ser refeitas, com declividades menos acentuadas e pavimentação adequada. Além disso, deveriam ser corrigidas as movimentações de terra, com as devidas obras de contenção, e implantado um eficiente sistema de coleta e exportação de esgotos para fora da bacia.

Do ponto de vista ambiental, seria importante avaliar se tal obra não seria igualmente ou mais impactante do que um projeto de recuperação sem remoções. Do ponto de vista social, levando em consideração todas as causas que geraram a ocupação do local, e a condição econômica das famílias, seria inviável a remoção. Portanto, superar a situação atual do loteamento, recuperando a qualidade urbana, ambiental e social do lugar, depende de alguma alternativa, atualmente impossível dentro do quadro legal vigente.

21 Situação na microbacia

Conforme expresso anteriormente, um dos princípios que o conjunto da pesquisa revelou como fundamentais para garantir recuperação ambiental de áreas com assentamentos na região de proteção a mananciais é considerar como limite para intervenção toda a área de cada microbacia (área de contribuição de um único córrego).

A partir da análise da situação da microbacia é que se podem estabelecer diretrizes gerais. Para o conjunto da microbacia em que se insere o caso estudado e particularizado, essas diretrizes envolvem: considerar os três assentamentos existentes na área, conforme suas especificidades; melhorar a qualidade habitacional e ambiental; preservar áreas frágeis (beira da represa, margens dos córregos, nascentes, topos de morros); buscar novos usos e atividades compatíveis com a preservação dos recursos naturais, explorando as características locais; melhorar as condições de habitabilidade. As propostas são, necessariamente, um conjunto de possibilidades diversas, plurais, como as situações existentes.

Para as áreas não ocupadas, há o permanente impasse entre a necessidade de sua preservação e o fato de serem propriedades particulares, ou seja, passíveis de serem ocupadas. Para a totalidade da microbacia que tem considerável proporção de áreas não ocupadas, a aplicação pura e simples dos parâmetros da lei vigente não é certamente o mais adequado. A Lei considera cada propriedade individualmente. Assim, proprietários das áreas não ocupadas, poderiam, dentro da Lei, criar lotes (ainda que de tamanhos grandes, acima de 3.000 m^2), para implantação de uma construção por lote. Está longe de ser a alternativa mais adequada. Os trinta anos de existência da Lei demonstram que essa alternativa efetivamente não dá conta, nas condições socioeconômicas e administrativas existentes, de assegurar adequada proteção aos mananciais.

[3] Essa planta consiste na planta inicial do loteamento mais alterações evidenciadas em aerofotogrametria (2003).

[4] Projeto completo com esses referenciais foi desenvolvido por Luciana Nicolau Ferrara em seu Trabalho Final de Graduação – TFG, 2003, sobre Sítio Joaninha e sua Microbacia.

Nesses termos, há que se pensar tanto em parques públicos quanto em alternativas de uso e preservação em áreas particulares, que se viabilizem através de atividades de geração de renda, compatíveis com a área de proteção ao manancial[4].

22 Situação fundiária

Considerado o histórico e formação do loteamento, o quadro fundiário é o mais caótico possível. A gleba original não tem documentação regular, o loteamento foi implantado informalmente, as vendas idem. As situações individuais são as mais díspares, desde o tamanho dos lotes possuídos, à condição de adquirente com diferenciados níveis de quitação, posseiros, ocupantes.

O loteador é falecido, seus descendentes não herdaram patrimônio e não têm recursos. São atualmente réus, juntamente com a Prefeitura em Ação Civil Pública referente à implantação do loteamento. Os primeiros, respondendo pela implantação do loteamento irregular feita por seu pai, a segunda por não ter fiscalizado suficientemente.

É interessante detalhar esse exemplo, pois bem expressa as dificuldades de adoção dos caminhos formais tanto na aprovação quanto na regularização de loteamentos nas periferias metropolitanas. Ora, se a regularidade da propriedade é condição para que se dê início a qualquer processo de licenciamento ou de regularização, então é essencial que se atente a esse aspecto e às dificuldades de equacioná-lo de modo generalizado e amplo, conforme exigido pelas proporções da irregularidade vigente.

Diante da dificuldade de definir um desenho de propriedade para prosseguir com a regularização fundiária, ficou clara a inviabilidade de conduzir o processo de pesquisa com alto grau de exigência e rigorosidade quanto à compatibilização da documentação com a propriedade ocupada. As bases das informações e documentação eram altamente imprecisas e a ocupação, por ser irregular, não correspondia às informações existentes. Concluiu-se que a regularização não seria possível se fosse necessário que a propriedade estivesse registrada corretamente.

O caminho desenvolvido para ser apresentado como proposta para formulação de TAC progressivo no tempo foi o de priorizar ações de recuperação ambiental e saúde pública, realizar obras de infraestrutura, promover em conjunto com os moradores o congelamento da ocupação, deixando a regularização urbanística para quando o quadro legal vier a ser alterado e considerou-se que a regularização fundiária só será possível por meio de usucapião, modo originário de aquisição de propriedade.

Essa última conclusão decorre do tempo e do trabalho exigido na árdua e inglória tarefa da tentativa de recuperar a delimitação e regularidade da propriedade inicial. Esse ensaio exemplar foi fundamental para que se assuma que a recuperação ambiental e a regularização urbanística, nas proporções necessárias na área de mananciais da RMSP, não podem depender do equacionamento da questão fundiária segundo procedimentos usuais.

O *perfil socioeconômico*, bastante expressivo de assentamentos similares na região, caracteriza-se conforme levantamento local de 2003, feito pela Prefeitura, como:

- a maioria das famílias mora de 5 a 10 anos no local e 21% mora há mais de 10 anos;
- há grande quantidade de crianças e a maioria dos adultos tem entre 20 e 34 anos;
- dentre os homens, 23% são pedreiros, 30% são ajudantes diversos e uma grande parcela é de catadores de material reciclável; dentre as mulheres, 60% são exclusivamente donas de casa e por volta de 25% são empregadas domésticas;
- há quase 25% de desempregados e 30% são trabalhadores informais;
- 2% dos moradores apresentam algum tipo de deficiência;
- 84% dos moradores são alfabetizados com baixo grau de escolaridade;
- relativamente à infraestrutura, a situação é a seguinte: esgoto: 77% fossas, 13% a céu aberto, 10% valas; proveniência da água para consumo: 66% caminhões-pipa da SANED, 27% poços, 7% outros.

23 Alternativas de Desenho Urbano

Abordadas a condição da microbacia, a legislação incidente e a ocupação real, a situação fundiária e as condições socioeconômicas da área, cabe então discutir o que o propósito de proteção da represa e recuperação ambiental do assentamento pode implicar em termos de desenho urbano.

Focando-se a intervenção enquanto desenho urbano apenas na área do loteamento estudado em detalhe, o espectro de projetos desenvolvidos no âmbito da pesquisa foi agrupado em distintas linhas de abordagem, caracterizadas em função do partido básico de intervenção que expressam.

Tratou-se de desenvolver investigações sob forma de desenho, que discutissem índices e padrões urbanísticos. O ponto de partida é o conjunto de formas espaciais e não o contrário, o que permite que se visualize o significado de cada padrão de densidade, de taxas de ocupação e de aproveitamento, de índices de permeabilidade.

A partir do conjunto de projetos desenvolvidos por equipes de alunos entre 2001 e 2003, procurou-se organizar o que seria a expressão de diferentes concepções – linhas de abordagem, que foram organizadas em quatro grandes grupos[5]:

23.1 Linha 1 – manutenção das edificações consolidadas, redesenho urbano com novos lotes e implantação de conjuntos multifamiliares horizontais

a) **partido adotado em relação à manutenção das famílias na área:** manutenção de todas as famílias.
b) **partido adotado em relação às edificações:** manutenção apenas das edificações consolidadas situadas na área mais densa, o que corresponde a aproximadamente um terço do total de edificações do loteamento.

[5] A proposta inicial da organização foi desenvolvida por Isadora Tami Lemos Tsukumo, pesquisadora bolsista de Treinamento Técnico.

c) **partido adotado em relação ao desenho urbano:**
- concentração da ocupação na área mais consolidada, a noroeste do loteamento;
- interrupção das vias no sentido sul, com criação de ruas sem saída;
- subdivisão de grandes lotes desocupados, gerando novos lotes de dimensões reduzidas, restringindo a expansão horizontal;
- redesenho interno de quadras, com criação de acessos exclusivos de pedestres.

d) **partido adotado em relação às tipologias habitacionais:**
- casas isoladas nos lotes;
- conjuntos multifamiliares horizontais – casas geminadas e/ou sobrepostas.

23.2 Linha 2 – manutenção das edificações consolidadas; redesenho urbano com novos lotes; implantação de conjuntos multifamiliares horizontais e edifícios multifamiliares verticais

a) **partido adotado em relação à manutenção das famílias na área:** manutenção de todas as famílias.
b) **partido adotado em relação às edificações:** manutenção de todas as edificações consolidadas, o que corresponde a aproximadamente 40% do total de edificações do loteamento.
c) **partido adotado em relação ao desenho urbano:**
- pouca interferência no desenho original do loteamento;
- abertura de vias de forma a dividir grandes quadras;
- interrupção das vias no sentido sul, com criação de ruas sem saída;
- evitar lotes desocupados no interior da área consolidada;
- transformação de lotes contíguos desocupados em áreas públicas de lazer, permeáveis;
- implantação de novas unidades habitacionais (coletivas), de modo agregado, em grandes áreas vagas no interior do loteamento.

d) **partido adotado em relação às tipologias habitacionais:**
- manutenção das casas isoladas nos lotes (exclusivamente as existentes em boas condições);
- conjuntos multifamiliares horizontais;
- edifícios multifamiliares verticais.

23.3 Linha 3 – redesenho urbano e substituição do existente por novas tipologias habitacionais

a) **partido adotado em relação à manutenção das famílias na área:** manutenção de todas as famílias.
b) **partido adotado em relação às edificações:** remoção de todas as edificações consolidadas ou não.
c) **partido adotado em relação ao desenho urbano:**
- redesenho total das vias;
- redesenho total dos lotes;
- delimitação de terrenos para a implantação das novas unidades habitacionais multifamiliares.

d) **partido adotado em relação às tipologias habitacionais:**
- conjuntos multifamiliares horizontais;
- edifícios multifamiliares verticais.

23.4 Linha 4 – projeto conceitual genericamente aplicável em áreas desmatadas, mas de ocupação incipiente

a) **partido adotado em relação à manutenção das famílias na área:** considera assentamento na região.
b) **partido adotado em relação ao desenho urbano:** assentamento linear paralelo às cumeadas; via de circulação igualmente paralela.
c) **partido adotado em relação às tipologias habitacionais:** conjuntos multifamiliares horizontais.

Além das propostas focadas na recuperação ambiental da área do loteamento, foi desenvolvido um projeto conceitual, genericamente aplicável, como uma das formas possíveis de preservação/utilização de áreas de proteção a mananciais. Trata-se de uma proposta de habitação de interesse social, promovida por agente público em áreas desmatadas, mas de ocupação incipiente, procurando integrar forma de ocupação, gestão e conservação. O projeto, que considera a área como periurbana, propõe implantação habitacional complementada por serviços essenciais em uma condição intermediária entre uma situação urbana e rural, adotando a densidade de 15 habitantes por hectare prevista na Lei de Proteção ao Mananciais, Lei Estadual nº 1.172 /76.

As edificações seriam implantadas de forma linear, paralela às linhas de cumeada. Os moradores de cada trecho, organizados em associações de moradores e/ou cooperativas seriam responsáveis pela preservação de toda a "fatia" da encosta, até o curso d'água no fundo do vale. Para estas parcelas de solo seriam estipuladas algumas regras de ocupação e atividades econômicas adequadas à situação em que se encontra ou deve se encontrar aquela encosta, sendo o lucro obtido uma forma de remuneração às famílias. Seria fixada uma espécie de contrato com os moradores, que disporiam dos benefícios das atividades exercidas na faixa de terra a eles responsabilizada. É aproximadamente o mesmo modelo adotado nas faixas *non aedificandi* localizadas sob os linhões de transmissão de energia elétrica.

Atividades possíveis seriam: ecoturismo, viveiros, apicultura, entre outras de pouco impacto, para as áreas que se encontram mais preservadas ou com trechos de mata nativa; pomares, agricultura orgânica, cultivos como palmito, reflorestamento de madeiras para a construção civil, açaí para a extração de frutas, entre outras, para áreas já desmatadas e impactadas. A hipótese é de que o vínculo econômico estabelecido com o solo seja um dos fatores decisivos para a efetiva manutenção da densidade preestabelecida no projeto, além de se colocar como programa social com a criação de fontes de renda para uma população com altos índices de desemprego.

Por fim, conclui-se que é possível delinear soluções para assentamentos existentes em áreas de mananciais, que melhorem as condições de habitabilidade, as condições ambientais e o impacto sobre os mananciais. Também se evidencia que cabe pensar em novas formas de assentamento mais dirigidas. De qualquer modo, certamente não será uma solução tradicional, nos padrões da legislação básica de uso e ocupação do solo e código de edificações.

O material produzido na pesquisa e nos projetos acadêmicos procura dar formas e visibilidade a idéias normalmente apresentadas apenas sob forma de índices e densidades – conceitos bastante abstratos e, para a maioria das pessoas, difícil de imaginar a que correspondam[6]. Seu propósito é fundamentar, dar instrumentos ao debate, para que se desenvolva sobre bases mais concretas, evidenciando vantagens e desvantagens de cada escolha que se faça. É, portanto, uma abordagem bastante diversa da aplicação, sob a forma de lei, de parâmetros e percentuais. Acrescenta, por outro lado, que nessas circunstâncias – assentamentos em áreas protegidas, a generalidade dos parâmetros legais não dá conta dos desafios, mas são necessários os projetos específicos para as diferentes situações. Sem dúvida devem ser definidos critérios e procedimentos, mas sua aplicação, para o passivo existente, deverá estar atenta aos casos específicos – o que, por sinal, a configuração de Zonas Especiais de Interesse Social, previstas no Estatuto da Cidade, já aponta.

Por outro lado, colaborando na reflexão quanto a modalidades de regulamentação do uso do solo na área de mananciais tendo em vista sua proteção, algumas considerações devem ser acrescentadas. Na análise comparativa de custos para diferentes soluções, incluindo a de remoção total para outra área no município, verificou-se que o custo é definido mais pelo padrão de densidade de ocupação admitido que propriamente pela alternativa de solução, projeto urbanístico ou tipologia das edificações.

Ora, a densidade média de 15 hab/ha, conforme assumida pela Lei de Proteção aos Mananciais de 1976, impõe um determinado custo, reflexão esta pouco considerada nas discussões inclusive recentes sobre regulamentação para a área. O uso habitacional com densidade muito baixa é caro, incompatível com uso urbano, de difícil fiscalização e, atribuído a áreas no limite da cidade, sob forte pressão de expansão, tende a facilitar o processo de ocupação informal.

24 Alcance dos resultados em termos de contribuição para a sustentabilidade da Bacia do Alto Tietê

Por se tratar de uma metodologia de projeto que busca integrar as dimensões físicas, territoriais, jurídicas e de gestão, a pesquisa pode ser base para a formulação de Políticas Públicas e projetos de intervenção de forma a contribuir para a busca da sustentabilidade da Bacia do Alto Tietê, no que diz respeito à recuperação urbano-ambiental de ocupações irregulares e precárias que continuarão provocando um forte impacto ambiental se não forem tratadas em sua especificidade. Conforme expresso ao longo do texto, cada tipo de projeto físico-urbanístico e ambiental requer correspondentes e específicos projetos político-institucional, jurídico e econômico. Não existe proposta político-institucional e jurídica universal, boa para qualquer situação. Também as formas de propriedade devem ser equacionadas de acordo com cada padrão de solução urbanística.

25 Potencial de difusão da metodologia e da experiência

O desenvolvimento de projetos de qualificação urbanística e ambiental para situações concretas, conforme modalidade de investigação adotada, representa oportunidade não só para os casos específicos abordados, mas a possibilidade de formular parâmetros de projeto que sirvam de subsídio para a elaboração de Termos de Ajustamento de Conduta em Ações Civis Públicas ou em projetos a serem promovidos pelas Prefeituras. É necessário que se elabore projeto urbanístico de boa qualidade, mas dentro das condições reais e com possibilidade de algum tipo de adequação, senão à *letra da lei*, ao *espírito da lei* e a seus princípios fundamentais.

Considera-se como solução adequada aquela em que seja promovido o maior benefício social, particularmente ao usuário da água residente na região metropolitana de São Paulo, com o menor custo social, em especial para os moradores dos assentamentos em questão. O desenvolvimento de estimativas dos custos econômicos, sociais e dos benefícios socioambientais das propostas é ainda tarefa a ser desenvolvida, um desafio a ser perseguido.

As proposições desenvolvidas buscam integrar as intervenções físicas à forma de regularização da propriedade e ao processo de gestão urbana e ambiental. O pressuposto é que as soluções propostas devem ser aplicáveis a outras situações semelhantes, tanto quanto as tecnologias a serem utilizadas, suas formas de implantação, operação e manutenção, além dos arranjos institucionais. Para tanto, buscou-se referenciar as propostas na cultura urbana e práticas cotidianas, nas normas jurídicas nacionais e locais e na efetiva capacidade de gestão do poder público.

26 Principais dificuldades na realização do projeto

O desenvolvimento da pesquisa incluiu aspectos técnicos, urbanísticos, jurídicos, fundiários, administrativos, tanto quanto o debate teórico da questão central – assentamentos irregulares em áreas de proteção, e do enfoque dado a ela por cada um dos campos disciplinares envolvidos. Situa-se, desse modo, na confluência de diversos campos do conhecimento: meio ambiente urbano, formação da periferia e habitação de interesse social, legalidade, ilegalidade e a natureza do Direito Urbanístico e Ambiental. Seu desafio é justamente articular o conhecimento já produzido em diversas áreas – do quadro teórico a proposições, e aprofundá-lo com um foco bastante preciso – desenvolver a investigação justamente nos interstícios e pontos de necessária articulação.

Um importante papel para uma Faculdade de Arquitetura e Urbanismo é decodificar princípios e modelos urbanísticos em cidade, em formas compreensíveis pelo cidadão comum para que, compreendendo o que são efetivamente as alternativas, possa fazer suas escolhas. Desse modo, a forma de trabalho com que se realizou a pesquisa se coloca, ainda, como a defesa da universidade como espaço de teste e reflexão para políticas públicas urbanas. Alguns desastres e prejuízos sociais poderiam ser evitados se determinadas propostas fossem testadas e ensaiadas enquanto exercício, antes de serem postas em prática.

Coloca-se com isso a necessidade de consolidação de alguns princípios e de alargamento de uma comunidade que se volte à defesa de um perfil de Política Pública que articula as agendas Ambiental e Urbana.

---

[6] Desenhos e detalhes podem ser vistos no livro *Moradia e Mananciais*, referido na nota 1.

Biodiversidade do Alto Tietê – BIODAT

Regina Lúcia Batista da Costa de Oliveira[1]*; Moacir Wuo*[2]*; Luiz Roberto Nunes*[3]*; Vitor Fernandes Oliveira de Miranda*[4]*; Maria Santina de Castro Morini*[5]*; Catarina de Bortoli Munhae*[6]*; Lúcia Aparecida Rossini de Oliveira Cintra*[7]*; Renato José Argentino*[8]*; Márcia Regina de Oliveira*[9]

[1] Doutorado em Ciências Biológicas (área de concentração: Bioquímica)
[2] Doutorado em Psicologia
[3] Doutorado em Biologia Molecular
[4] Doutorado em Ciências Biológicas (área: Biologia Vegetal)
[5] Doutorado em Ciências Biológicas (área: Zoologia)
[6] Mestre em Biotecnologia e professora da Escola Técnica Estadual Presidente Vargas
[7] Graduada em Química e professora da Escola Técnica Estadual Presidente Vargas
[8] Mestre em Arquitetura e professor da Escola Técnica Estadual Presidente Vargas
[9] Graduada em Educação Artística, Artes Plásticas e Pedagogia. Diretora da Escola Técnica Estadual Presidente Vargas
Identificação da área ou subárea: área: Educação (7.08.99.00-2); subárea: Tópicos específicos de educação (7.08.07.00-0)

A Bacia Hidrográfica do Alto Tietê corresponde à área ocupada pelo Rio Tietê, que vai desde a sua nascente em Salesópolis até a Barragem de Rasgão, no município de Pirapora do Bom Jesus (SP). Com uma área de 5.985 km^2 e grande superfície urbanizada, a região é composta por 35 municípios, sendo considerada uma das mais complexas do país no que tange à gestão ambiental, em decorrência das profundas alterações em seus rios provocadas por diversas obras hidráulicas e intensa urbanização (Massari & Reydon, 2005). Assim, trabalhos que induzam o estudante a refletir sobre o conhecimento teórico aprendido nas aulas de Biologia/Ecologia e associá-lo ao seu conhecimento empírico e cotidiano – o que, neste caso, vem a ser a Mata Atlântica e os ambientes relacionados que a cercam –, são fundamentais para a conscientização e, consequentemente, para o sucesso de programas de conservação que venham a ser aplicados na região do Alto Tietê.

Palavras-chaves: *Biodiversidade, Alto Tietê, Educação, Mata Atlântica, Conservação*

1 Objetivos

1. Desenvolver e aplicar proposta de ensino com articulação interdisciplinar que possibilite o aprendizado científico para a construção de competências gerais de investigação e compreensão a partir do ambiente natural e de um problema real.
2. Estudar e analisar a Biodiversidade de Áreas de Mata Atlântica da Região do Alto Tietê, com o desenvolvimento e implementação de estratégias e metodologias de ensino prático-experienciais em parceria com escola pública.
3. Organizar processo de ensino sobre questões relacionadas à diversidade da vida para o desenvolvimento de competências e habilidades para selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações de situações reais para construção de conhecimentos científicos, considerando as influências e a transformação da sociedade.
4. Elaborar atividades que possibilitem aos alunos a aquisição de conhecimentos procedimentais do fazer científico com o desenvolvimento de competências e habilidades para
   a. manusear e utilizar equipamentos e materiais de laboratório como recursos para observações e análises de materiais biológicos de fauna e flora;
   b. aplicar regras, normas e seguir orientações para procedimentos de coletas em campo;
   c. identificar organismos da fauna e da flora utilizando chaves de identificação taxonômica;
   d. organizar e catalogar organismos de acordo com as metodologias e técnicas específicas;
   e. utilizar acervos e bancos de fauna e flora para comparações e análises;
   f. discutir sobre o significado e importâncias – biológicas, sociais, econômicas – sobre a biodiversidade da região;
   g. debater, propor e analisar propostas de intervenção, conservação, manutenção e recuperação da biodiversidade a partir de dados oriundos de pesquisas;
   h. relacionar a manutenção de mananciais com os remanescentes de Mata Atlântica;
   i. organizar e associar conhecimentos de observações em campo com análises e fontes de referências.

2 Biodiversidade e aprendizagem científica

Biodiversidade refere-se ao conjunto de variedades de formas de vida na Terra. Embora o termo Biodiversidade tenha sido construído em 1985, com a junção das palavras "diversidade biológica", seu emprego crescente ocorre com a publicação do livro *BioDiversity*, do entomologista Edward Osborne Wilson, em 1988. As questões relacionadas à diversidade e abundância das diferentes formas de vida na Terra datam desde a Grécia Antiga, tendo sido referidas por Aristóteles (Faith, 2007).

Ao mesmo tempo em que a amplitude e o dinamismo têm sido atribuídos e agregados à Biodiversidade, também, inevitavelmente, têm conduzido a uma definição vaga e extremamente vasta, da qual se torna difícil excluir qualquer significado. Realmente não existe uma concordância ou consenso sobre o que exatamente significa Biodiversidade. Atualmente o termo Biodiversidade é amplamente utilizado, empregado e modelado por cientistas, políticos, economistas,

professores, ambientalistas, entre outros, para atender a valores, interesses, modismos e aos mais diversos objetivos. Marandino e Mônaco (2007) discutem questões relacionadas ao emprego do termo Biodiversidade, no qual evidenciam a presença de elementos de origem "biológica" e elementos "socioeconômicos e culturais". Qualquer que seja a fonte e o emprego, o termo Biodiversidade é aceito e remete, na maioria das vezes, a reflexões, a questionamentos e a preocupações com a conservação e o meio ambiente nos mais diversos campos do conhecimento humano.

Biodiversidade, portanto, assume um caráter e um significado dinâmico e multidisciplinar, um processo no qual as variedades ou diversidades de organismos e formas de vida são criadas, mantidas e relacionam-se nos mais diversos ambientes. Incluem-se nesse processo as variações individuais dos organismos nas populações, a diversidade de espécies nas comunidades, assim como a extensão de suas relações ecológicas nos ecossistemas. É o resultado de processos evolutivos ao longo de milhões de anos, nos quais milhares de organismos interagem dinamicamente em relações complexas, proliferam, diversificam-se, adaptam-se, distribuem-se numa infinidade de *habitats* e nichos sob a ação de fatores abióticos. Nesta interpretação, a Biodiversidade absurdamente envolve todos os níveis de conhecimentos das Ciências Biológicas, dos genes aos ecossistemas, como indica Sakar (2005).

A despeito das controvérsias e das possíveis demarcações conceituais, a Biodiversidade tem sido tema e objeto de estudos, investigações e ações educacionais nos Cursos de Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas, Pós-Graduação em Biotecnologia e nos Núcleos de Pesquisas na Universidade de Mogi das Cruzes. Os estudos e investigações têm sido desenvolvidos sobre processos biológicos, interações ambientais, diversidade genética, identificação, classificação e distribuição de espécies de diversos organismos. As ações educacionais ocorrem na formação de professores de Biologia e em estudos sobre contextos e praxes de ensino em escolas, cujo objetivo é de promover o aprimoramento do profissional docente nos processos de transposição didática de conteúdos científicos e metacientíficos.

O processo de transposição didática no ensino-aprendizagem sobre Biodiversidade exige ação interdisciplinar contextualizada, além da aquisição de conhecimentos científicos específicos e fundamentais sobre Biologia, sobre relações e implicações sociais, econômicas, políticas e culturais e sobre modelos, estratégias e métodos de ensino, dada a própria natureza e complexidade que encerra o tema. O conhecimento aqui referido não se restringe ao mero vivenciar ou percepções de segmentos de realidades e mundos exteriores, mas sim no construir conhecimento que, como define Sponholz (2007), implica em trabalhar, processar e reestruturar conteúdos relacionados ao que se vivencia e se percebe do mundo exterior às salas de aula.

A Biodiversidade consiste e identifica-se como questão atual e controversa presente na busca de desenvolvimento sustentável, em agendas políticas internacionais, debates, especulações, programas governamentais, manifestações diversas, no cotidiano, e insistentemente alardeadas na mídia, particularmente na última década, nas preocupações com a redução do número de espécies no planeta. O ensino da Biodiversidade torna-se, portanto, instrumental para capacitar e possibilitar que o aluno adquira conhecimentos fundamentais que possibilitem a compreensão do mundo e possa, criticamente, justificar e argumentar seu posicionamento diante de questões relacionadas à diversidade e ao meio ambiente.

Estabelecer ligações entre conteúdos de ensino e a realidade de problemas ou questões sociais presentes no cotidiano dos alunos contribui ativamente para a construção de conhecimentos no processo de aprendizagem significativa. Essas ligações devem ser estabelecidas com a utilização de estratégias de ensino envolvendo atividades experimentais que, por sua vez, promovem a compreensão e a aquisição de conceitos científicos, despertam interesse e motivação, desenvolvem habilidades e competências para a resolução de problemas e familiarizam os alunos com o mundo à sua volta (Esteves, Cardoso, Meia-Onça e Morais, 2005).

Como recomendado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 2002), problemas ambientais brasileiros podem e devem ser estudados a partir de dados e informações de uma dada região, como uma favela, um bairro ou o entorno da escola. Os conteúdos e as estratégias de ensino devem permitir o entendimento da realidade e do contexto particular no qual o aluno está inserido. As experiências cotidianas, muitas vezes incompatíveis com conceitos científicos, exigem vínculos e demonstrações claras de razões para evoluir para que se possa integrar o novo conhecimento cientificamente organizado com a estrutura cognitiva já presente no aluno. Tais estruturas, muitas vezes enraizadas, constituem, como define Bachelard (1996), obstáculos epistemológicos que dificultam a aquisição e incorporação de novos conhecimentos.

Biodiversidade, portanto, com propósitos de promover e como objeto de construção de conhecimentos, utilizando-se um processo de aprendizagem conducente à alfabetização científica, constitui um tópico-chave que transcende a Biologia e coloca-se num ambiente cujas ramificações são extensivas às diferentes áreas das Ciências. A proximidade da questão da Biodiversidade, associada ao valor histórico, cultural e geográfico do Rio Tietê, permite o estabelecimento do vínculo motivador para a construção de um Projeto de Ensino centrado na aprendizagem significativa a partir de um problema real.

3 Desenvolvimento do projeto e sua implantação

O Projeto BIODAT, em processo de implementação na Escola Técnica Estadual Presidente Vargas (ETECPV), Mogi das Cruzes-SP, envolve alunos da segunda série do Ensino Médio. As estratégias de ensino adotadas no Projeto constituem de aulas em "sala de aula" ministradas na ETECPV e atividades prático-experienciais realizadas em campo e nos laboratórios do Curso de Ciências Biológicas da Universidade de Mogi das Cruzes. As aulas ministradas em "sala de aula" seguem as orientações de ensino estabelecidas no Projeto Pedagógico da ETECPV, enquanto que as atividades de campo e de laboratório constituem unidades de aprendizagem construídas e voltadas para a formação científica.

Nas atividades de aprendizagem científica foram envolvidas estratégias para: 1) aquisição de conhecimentos e aplicação

de conceitos específicos para identificação e classificação de organismos; 2) desenvolvimento de habilidades procedimentais para emprego e utilização de equipamentos; e 3) análises e reflexões conscientes sobre as atividades realizadas como processo para a aquisição de metaconhecimentos.

Os trabalhos com os alunos foram efetuados em três ambientes de mata diferenciados: 1) Floresta Ombrófila Densa na Serra do Itapeti; 2) Área de Várzea formada por planícies com lagoas permanentes e temporárias; e 3) Mata Ciliar do Rio Tietê. Nesses ambientes foram explorados conhecimentos relativos à fauna e à flora, sendo em primeira instância definidas as fitofisionomias.

3.1 Flora: terra *papagallorum*, matas ciliares e áreas de várzea

A Mata Atlântica, chamada comumente dessa forma apesar de ser composta por formações vegetacionais bem distintas, desde os primórdios despertou a atenção e fascinou os primeiros viajantes que aqui colocaram os pés, estupefatos pela imponência e exuberância da floresta. Desde antes de o termo Brasil ser palavra corriqueira, essa vegetação inspirou os recém-chegados a chamar a nova terra de "terra *papagallorum*" (terra dos papagaios; Tonhasca Jr., 2005).

Antes que os alunos tivessem o primeiro contato com a Mata Atlântica, mata ciliar ou áreas de várzea, foi proferida uma introdução sobre as fitofisionomias que ocorrem na área geográfica da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, em particular nos arredores do município de Mogi das Cruzes (SP). Discutiram-se os conceitos de biodiversidade, fitofisionomia, floresta, mata e, particularmente, "mato" e "brejo", as duas últimas designações com cunho antropocêntrico e diretamente relacionado à visão das pessoas leigas às questões ambientais de modo geral. Neste aspecto, se considerações epistemológicas e etimológicas forem observadas, é provável que nem mesmo o termo "mata", que apresenta origem discutível (do gótico *maitan* [cortar], ou ainda do latim *matta* [esteira de junco]), seja adequado (Saraiva, 2000; Straube, 2005), a despeito de seu amplo emprego mesmo na literatura científica.

O objeto de estudo foram três formações: floresta ombrófila densa (Serra do Itapeti), mata ciliar e área de várzea (Rio Tietê). A escolha das referidas formações deu-se por diversas razões; dentre as principais, o fato de serem vegetações comuns à realidade dos alunos em questão. Foi também ponderado que são fáceis de ser diferenciadas entre si (considerando a percepção dos alunos), pela importância desses ambientes para a regulação hídrica e conservação dos mananciais, assim como pela acelerada velocidade de destruição por ações antrópicas, principalmente por motivos de expansão das fronteiras agrícola e imobiliária.

Foram realizadas excursões ao campo para o reconhecimento das formações, assim como para a coleta de material botânico para as análises em laboratório. Em campo, questões foram levantadas acerca das características geológicas, topográficas, fisionômicas e florísticas (composição de espécies) de cada uma das três formações. O reconhecimento de cada tipo vegetacional pelos alunos foi ponto clímax durante as excursões ao campo, levando-se em conta que, antes de mais nada, é necessário *conhecer* para poder *preservar*.

Espécimes de plantas (angiospermas e pteridófitas) foram coletados, desde herbáceas, lianas, arbustivas a arbóreas. Os materiais foram levados ao Laboratório de Biologia da Universidade de Mogi das Cruzes para a devida triagem e herborização (de acordo com o método descrito por Fidalgo e Bononi (1989). Os materiais foram acondicionados em sacos plásticos (100 L) e trazidos ao laboratório para a identificação taxonômica. Para tanto, o processo foi realizado por meio de consulta à literatura taxonômica, assim como através do emprego de chaves dicotômicas. Apesar da preocupação para com a identificação taxonômica, que ocorreu até no nível de família, teve-se como prioridade a compreensão de cada aluno do processo integral: da coleta de cada planta em seu ambiente natural à identificação do táxon e acomodação da amostra botânica em uma coleção biológica de referência (herbário, no caso). Parte das amostras foi depositada no Herbário Mogiense (HUMC) da Universidade de Mogi das Cruzes e disponibilizada no Herbário Virtual HUMC – *http://www.umc.br/herbario*.

A importância das coleções biológicas e o seu papel para o conhecimento da biodiversidade e consequentemente para a conservação foram amplamente discutidos. Foi apresentado aos alunos o herbário, sua organização e as diversas fases de preparação e tombamento das amostras. Foram realizadas discussões relacionadas à necessidade das coleções biológicas de maneira geral para se ter esteio à elaboração de estratégias de conservação. Para que possamos elaborar planos de conservação, precisamos antes de mais nada conhecer as espécies que ocorrem em determinada área geográfica: para tanto, coletas de materiais-testemunhos (como amostras de plantas) são necessárias para os inventários biológicos. Considerando a biodiversidade, o nosso país é megadiverso, uma vez que praticamente um quinto das espécies do planeta aqui ocorrem. Para as plantas de modo geral, aproximadamente 56.000 espécies são encontradas no Brasil, o que totaliza quase 19% da flora mundial (Giulietti *et al.*, 2005). Paradoxalmente, a carência de especialistas (conhecidos por taxonomistas) e estudos de levantamentos de espécies, seja de flora, fauna ou qualquer outro organismo, é estarrecedora. E, ao mesmo tempo, vergonhosa para nós, brasileiros, detentores de toda essa riqueza biológica. Principalmente se levarmos em conta que, de forma otimista, conheçamos cerca de 10% das espécies que realmente ocorrem nos ambientes naturais.

Durante os trabalhos de campo, assim como nos estudos em laboratório dos materiais coletados, a diversidade foi tema primordial para as discussões. A riqueza taxonômica (número de espécies, gêneros, famílias botânicas), assim como as diversas adaptações morfo-anatômicas relacionadas aos distintos ambientes (terrestre e aquático), foram sempre abordadas. Foi debatido o caráter sazonal das lagoas temporárias nas várzeas, assim como a presença de lagoas permanentes no mesmo *habitat* e sua importância para as diversas espécies adaptadas para cada ambiente.

O estudo em campo e em laboratório a respeito das diferentes formações permitiu que fossem quebrados diversos paradigmas, até então cristalizados de maneira involuntária no intelecto de nossos discentes. Certamente, um dos principais – talvez até o mais importante – tenha sido a tentativa de

abolição dos conceitos atribuídos aos vocábulos "mato" e "brejo". *Mato* torna-se *floresta*, *brejo* torna-se *área de várzea* ou mesmo *campo hidromórfico*. A alteração das visões e a reconstrução dos conhecimentos, outrora empíricos em seu senso mais obsoleto e vulgar, provavelmente foram um dos pontos altos do trabalho com os alunos.

3.2 Fauna de serapilheira: importante componente de uma floresta

Foram dadas ferramentas teóricas *in loco* para que o aluno pudesse compreender a fitofisionomia de cada área estudada e relacioná-la com a camada de serapilheira, que é um estrato rico em matéria orgânica. De posse desses conhecimentos, foi possível refletir e discutir sobre a importância da preservação do ecossistema como um todo, principalmente de áreas de várzea e de mata ciliar, que na atualidade têm sofrido reduções consideráveis devido ao avanço da especulação imobiliária. Neste caso a compreensão foi mais além, pois os alunos o relacionaram à expansão da cidade de Mogi das Cruzes em direção às áreas de várzea e de mata ciliar, e que os danos ecológicos ocasionados poderiam ser irreversíveis para esses ecossistemas.

Dentro desse contexto, foi definido o conceito de Biodiversidade e a importância da implementação de estudos que busquem o conhecimento sobre as espécies que vivem nos biomas brasileiros, especialmente aquele que compõem a Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, ou seja, a Mata Atlântica. A necessidade de saber o que são essas espécies ficou iminente. Assim, foi explicado na sequência o que vem a ser Riqueza de Espécies e, no caso da fauna, como ela pode ser quantificada. A utilização de protocolos de coleta padronizados para quantificar a riqueza, e com isso gerar resultados comparáveis com outros biomas, foi discutida.

Neste trabalho, os alunos aplicaram o protocolo desenvolvido por Bestelmeyer *et al.* (2000) para estudos da fauna de serapilheira, reduzindo-se, porém, o número de amostras, já que os objetivos estavam centrados em ensinar a técnica e aguçar o senso de observação para esse estrato de Floresta.

Em todas as áreas delimitadas para o trabalho de campo, um transecto foi traçado e a serapilheira raspada. A participação nesse processo foi fundamental, pois o aluno pôde verificar *in loco* o que vem a ser essa camada de matéria orgânica que recobre o solo de uma área de mata. O material foi peneirado, introduzido em pequenos saquinhos de náilon e em seguida levado para o Laboratório de Biologia da Universidade de Mogi das Cruzes, para ser colocado nos extratores de Winkler, onde permaneceu por 48 horas.

A separação da fauna da serapilheira, obtida através dos extratores, envolveu a manipulação de lupas, microscópios e pinças. Um fato perceptível foi a admiração dos alunos pela quantidade de animais que essa camada do solo possui; animais estes que não foram visíveis durante o processo de peneiração ou até mesmo durante as observações no campo. Assim, chegaram à conclusão que a serapilheira é composta por uma grande quantidade de pequenos animais que, em conjunto, ajudam a manter a delicada teia ecológica de um ecossistema de floresta. Para saber quais são eles, os alunos basearam-se nos conceitos já adquiridos nas aulas de Biologia, em livros pertinentes ao assunto, nas coleções biológico-didáticas existentes na Universidade de Mogi das Cruzes e também nas aulas ministradas anteriormente, dentro do próprio projeto BIODAT.

Toda a fauna encontrada foi separada e identificada até ordem; para isso houve a definição de características diagnósticas. Após a identificação, parte do material foi mantida nas coleções didáticas da Universidade de Mogi das Cruzes. Nesse contexto, aos alunos foi explicada a finalidade das coleções didático-científicas.

Os resultados alcançados possibilitaram o reconhecimento de que os artrópodes são os componentes da fauna de maior proporção na serapilheira e que, dentre eles, os ácaros e as formigas são os mais diversos e abundantes; o que foi surpreendente, pois para eles esses animais só estavam presentes em ambientes urbanos e relacionados a danos ocasionados ao ser humano.

Assim, foram ressaltados alguns comportamentos das formigas que são fundamentais em um ambiente de Floresta, como, por exemplo, a manipulação de sementes, que ajuda no processo de germinação de espécies típicas da Mata Atlântica; ou então o ato de carregar as sementes, dispersando-as para longe do local de origem, mudando com isso a paisagem de uma mata e diminuindo o ataque de herbívoros; ou ainda o comportamento de proteção de algumas espécies de formigas em relação a espécies arbóreas.

No final, os alunos compreenderam que a forma exuberante de uma floresta depende de uma imbricada teia de animais que, em parte, está relacionada àqueles que vivem na serapilheira. Caso essa teia seja rompida por motivos naturais ou, na sua grande maioria, devido à ação antrópica, o ecossistema entrará em desequilíbrio.

4 Valor investido ou financiado e contrapartidas

Fonte de financiamento externa à Universidade

Entidade	MCT/FINEP
Processo	Convênio – chamada pública MCT/FINEP – Ciência para Todos 01/2004
Tipo	01.05.1011.00
Valor (em R$)	116.900,00

Financiamento interno – contrapartida (Universidade: custos indiretos):

A Universidade investe em salários (horista/pesquisador) para os professores contratados por ela, bem como na manutenção dos laboratórios em relação à infraestrutura necessária para seu funcionamento (por exemplo, consumo de água e energia). Há que se notar o excelente parque de equipamentos existente nos laboratórios, à disposição dos envolvidos no projeto.

5 Alcance dos resultados em termos de contribuição para a sustentabilidade da Bacia do Alto Tietê, segundo os seis parâmetros conceituais adotados

A pertinência do projeto, dados os aspectos 1) técnico-científicos de levantamento, identificação, classificação e ela-

boração de bancos e acervos referência e 2) educacionais, com desenvolvimento de metodologias de ensino-aprendizagem, que envolvem eixos temáticos de sustentabilidade e também a dimensão ecológica e a sustentabilidade social e cultural.

6 Potencial de difusão da metodologia e da experiência para comitês de bacia hidrográfica em São Paulo, prefeituras municipais e órgãos estaduais com atuação regional na área metropolitana de São Paulo

- Protocolos para desenvolvimento de atividades de ensino teórico-práticas e de campo sobre biodiversidade;

- Produção de material didático – livro-texto para professores do Ensino Fundamental e Médio.

7 Principais dificuldades na realização do projeto

- Adequações burocráticas da escola parceira para o desenvolvimento das atividades de campo com alunos;

- dificuldades de adequações de horários dos professores da escola parceira, dada a rigidez da grade horária;

- formação técnico-científica e envolvimento de professores da escola parceira.

8 Referências bibliográficas

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento.* Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BESTELMEYER, B.T.; AGOSTI, D.; ALONSO, L.E.; BRANDÃO, C.R.F.; BROWN Jr., W.L.; DELABIE, J.H.C.; SILVESTRE, R. Field techniques for the study of ground-dwelling ants. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (Eds.). *Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for ground living ants.* Smithsonian Institution Press, Washington DC: 2000, pp. 122-144.

BRASIL. *PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.* Vol. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC/Semtec, 2002.

ESTEVES, L.; CARDOSO, S.; MEIA-ONÇA, N. e MORAIS, A. M. Problemas Sociais e Aprendizagem Científica: Estudo de um Caso de Impacto Ambiental. *Revista de Educação em Educação*, vol. 13, n. 1. Lisboa, 2005, pp.157-192.

FAITH, D. P. *Biodiversity.* Stanford Encyclopedia of Philosophy. Disponível em *http://plato.stanford.edu/entries/biodiversity/*. Acesso em 19 de dezembro de 2007.

FIDALGO, O.; BONONI, V.L.R. *Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico.* Série Documentos – Instituto de Botânica. São Paulo, 1989, pp.31-48.

GIULIETTI, A. M.; HARLEY, R. M.; QUEIROZ, L. P.; WANDERLEY, M. das G. L.; VAN DEN BERG, C. Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil. *Megadiversidade*, vol.1, n. 1, 2005, pp. 52-61.

MARANDINO, M.; MONACO, L. M. *Biodiversidade nos Museus: discussões sobre a (in)existência de um discurso sobre a conservação em ações educativas dos museus de ciências.* X Reunión de la Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnologia en America Latina y el Caribe y IV Taller "Ciencia, Comunicación y Sociedad". San José, Costa Rica, 9 a 11 de mayo, 2007.

MASSARI, M. B.; REYDON, B. P. O embate entre o comitê do Alto Tietê e o PCJ pela água do Jaguari: cobrança pelo uso seria uma solução? Disponível em: *http://www.eco.unicamp.be/nea/gestão_-ambiental/textosparadiscussão/comite_alto_Tiete*. doc. Acesso em 27 de março de 2007, 2005.

SARAIVA, F. R. S. *Dicionário Latino-português.* Rio de Janeiro: Livraria Garnier, 2000.

SARKAR, S. *Biodiversity and Environmental Philosophy: An Introduction.* Cambridge Studies in Philosophy and Biology. New York: Cambridge University Press, 2005.

SPONHOLZ, L. Entre senso comum e ciência: o conhecimento híbrido do jornalismo. *Ciências & Cognição*, vol. 10, 2007, pp. 1-14. ISSN 1806-5821.

STRAUBE, F. C. Mata ou floresta? *Atualidades Ornitológicas*, vol. 128, 2005, p.29.

TONHASCA JR., A. *Ecologia e História Natural da Mata Atlântica.* Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2005.

Manejo Sustentável do Sistema Bacia Hidrográfica/Rio/Várzea Visando à Conservação de Recursos Hídricos em Áreas Urbanas

Ricardo Camilo Galavoti[1]*; Alfredo Akira Ohnuma Jr.*[2]*; Juliana Pontes M. de Andrade*[3]*; Paulino de Almeida Neto*[4]*; Flavia Bottino*[5]*; Eduardo Mario Mendiondo*[6]

Núcleo Integrado de Bacias Hidrográficas, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Endereço: Av. Trabalhador São-Carlense, 400, Caixa Postal 359, CEP: 13566-590, São Carlos, SP, Brasil – Tel. +55 16 3373 8271, Fax +55 16 3373 9550.

E-mails: [1] rick.galavoti@gmail.com [2] aaoj@sc.usp.br [3] juli.pma@gmail.com [4] thorusp@terra.com.br [5] flaviabottino@yahoo.com.br [6] emm@sc.usp.br

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Os recursos hídricos são considerados um bem comum e, por isso, devem ser geridos de forma integrada, garantindo assim aproveitamento otimizado com mínimo de conflitos (MOCCELIN, 2006). A Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Nº. 9.433, de 8 de Janeiro de 1997) prevê, em seus fundamentos (Art. 1º, Inciso VI), que "a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades". Tal enfoque pode visar a medidas descentralizadoras na escala reduzida, por exemplo, de um lote urbano (GALAVOTI, 2007).

Da mesma forma, a Lei Nº. 11.445, de 5 de Janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, no Artigo 2º, institui que os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base em determinados princípios fundamentais, entre eles: disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado (Inciso IV); adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais (Inciso V); eficiência e sustentabilidade econômica (IncisoVII); utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas (Inciso VIII); e integração das infraestruturas e serviços [de saneamento básico] com a gestão eficiente dos recursos hídricos (Inciso XII) (GALAVOTI, 2007). A visão integradora entre recursos hídricos e saneamento proporcionada pela Lei Nº. 11.445, especificamente através de seu Inciso XII, alia aspectos importantes e pertinentes ao manejo sustentável do sistema bacia hidrográfica/rio/várzea.

Ao longo dos anos, vêm sendo desenvolvidos trabalhos comprovando a importância de áreas alagadas naturais para a manutenção e preservação da qualidade das águas e do ecossistema fluvial. Este fato, associado à importância dos sistemas rios-planícies de inundação, faz com que sua investigação e preservação sejam consideradas prioritárias (ALMEIDA NETO, 2006). Tais estudos revestem-se de extrema importância para a manutenção e preservação da qualidade das águas, bem como em seu papel no aprisionamento/reprocessamento de nutrientes como forma de contribuição destes ecossistemas para a melhoria da qualidade da água (BENASSI, 2006).

O uso sustentável de um rio depende de um conhecimento básico e aprofundado da sua estrutura, função e da hierarquia dos processos ecológicos. Assim, quando pensamos na hierarquia de processos ecológicos nesses sistemas é necessário identificar as funções de força controláveis (pulso de nutrientes e substâncias tóxicas) e não controláveis (precipitação, vazão, vento e radiação solar) (BORGES *et al.*, 2005).

A qualidade de água de mananciais que compõem uma bacia hidrográfica está relacionada com o uso do solo na bacia e com o grau de controle sobre as fontes de poluição. O controle das fontes de poluição se dá basicamente através do tratamento de águas residuárias sanitárias e industriais. Existe tecnologia disponível e sua implantação depende da disponibilidade financeira para a implantação de obras de engenharia (BENETTI & BIDONE, 2001).

Já há algum tempo, as pesquisas que procuram observar as conseqüências da ocupação do espaço pelo homem associam a urbanização à poluição dos corpos d'água devido aos esgotos domésticos, não tratados ou parcialmente tratados, além dos despejos industriais. Mais recentemente, além destes, percebeu-se que parte dessa poluição gerada em áreas urbanas tem origem também no escoamento superficial das águas de chuva sobre áreas impermeáveis e em redes de drenagem.

Os resultados apresentados na literatura demonstram que a qualidade das águas pluviais não é melhor que o efluente de um sistema de tratamento secundário de esgotos domésticos, e depende de vários fatores: limpeza urbana e sua frequência, intensidade da precipitação e sua distribuição temporal e espacial, da época do ano e do tipo de uso da área urbana (TUCCI, 1995). O escoamento das águas de chuva carrega materiais orgânicos e inorgânicos em suspensão ou solúveis aos mananciais, aumentando significativamente sua carga de poluentes. A origem destes poluentes é diversificada, e contribui para seu aparecimento a abrasão e o desgaste das vias públicas pelo tráfego veicular, o lixo acumulado nas ruas e calçadas, os resíduos orgânicos de pássaros e animais domésticos, as atividades de construção, resíduos de combustível, óleos e graxas automotivos, poluentes atmosféricos etc.

Partindo de um conceito de manejo sustentável de bacias hidrográficas, este artigo tem como objetivo propor um sistema de gerenciamento integrado do complexo bacia hidrográfica/rio/várzea (ou área alagada) em áreas urbanas, apresentando algumas pesquisas e/ou projetos com este enfoque, tanto já desenvolvidos como ainda em desenvolvimento em bacias diversificadas, mas com forte potencial de aplicação à Bacia do Alto Tietê. Em tais áreas urbanas, o foco se dirige para aspectos de ecologia fluvial, e ao gerenciamento integral e quali-quantitativo dos conceitos de 'detenção' e 'retenção' na escala de lote urbano, como medidas descentralizadas para a

manutenção e preservação da qualidade das águas e do ecossistema fluvial. A detenção utiliza-se da tecnologia de reservação seletiva de volumes de água superficial, por meio de cisternas para aproveitamento de águas pluviais oriundas da drenagem de áreas impermeáveis do lote urbano. A retenção utiliza-se da tecnologia do reúso controlado de volumes de água subsuperficial, provenientes do esgotamento sanitário com tratamento prévio e por meio de uma fertirrigação segura, sujeita aos efeitos de infiltração nas áreas permeáveis do lote.

2 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2.1 Considerações gerais

De acordo com MENDIONDO, MARTINS & BERTONI (2002), o século XXI é marcado pelo conflito entre a oferta e a demanda de água doce na escala mundial. Para o ano 2025 espera-se que mais de 4 bilhões de pessoas tenham problemas de acesso à água doce no mundo. Estima-se que o valor monetário da água doce mundial ronda os US$ 8.000 bilhões, dos quais US$ 300 bilhões são comprometidos a cada ano pela incerteza inerente da mudança climática. Com isso, planejar um desenvolvimento sustentável na escala global apresenta desafios sociais, econômicos e ambientais.

O aproveitamento auto-sustentado de recursos hídricos de uma região requer estudos de sua disponibilidade no espaço e no tempo, das demandas potenciais para usos múltiplos previstos, de projetos e construção de obras de controle e utilização de estudos para alocação de custos e benefícios entre os usos, e para determinação de uma estratégia ótima de operação (CHAUDHRY, 2000).

No Brasil, o desenvolvimento urbano tem produzido um impacto significativo na infraestrutura de recursos hídricos. Um dos principais impactos tem ocorrido na drenagem urbana, sobretudo no aumento da frequência e magnitude das inundações e na deterioração ambiental (TUCCI, 2002). O desenvolvimento urbano está freqüentemente associado com a substituição de ambientes naturais ou seminaturais (solo, vegetação, recursos hídricos) por ambientes construídos e com o direcionamento das águas pluviais e dos esgotos para os corpos d'água adjacentes aos canais de drenagem (HAUGHTON & HUNTER, 1994). Como consequência, o movimento de águas superficiais aumenta, diminuindo, assim, a recarga dos aquíferos. O uso dos recursos hídricos envolve modificações das condições ambientais de uma bacia hidrográfica. A gestão destes recursos deve ser realizada com o mínimo dano ao meio ambiente (TUCCI, 1998).

Alguns exemplos de degradação de bacias hidrográficas são: desmatamentos para fins de agricultura; urbanização; obras de engenharia para construção de estradas, ferrovias ou represas; mineração a céu aberto; superexploração da vegetação; atividades com uso excessivo de defensivos agrícolas; falta de práticas conservacionistas do solo; atividades industriais/bioindustriais que poluem o solo (DIAS & GRIFFITH, 1998). Anualmente milhões de toneladas de solo são transportadas pela erosão até os cursos d'água impactando áreas rurais e urbanas, aumentando a magnitude das inundações. Em função do contínuo processo de substituição da cobertura florestal natural no Estado de São Paulo por áreas agrícolas e pelo crescimento da urbanização, novas estratégias estão sendo propostas para estabelecer uma política viável de recuperação de bacias hidrográficas (BENINI, MARTIOLI, TONISSI & MENDIONDO, 2003).

2.2 Aspectos de ecologia fluvial e suas relações com o manejo sustentável

De acordo com MENDIONDO (2001), um estudo de ecologia fluvial deve integrar os seguintes conceitos: bacia hidrográfica, diversidade/dinâmica, resiliência/vulnerabilidade, continuidade, sistema lótico e várzea (Figura 1).

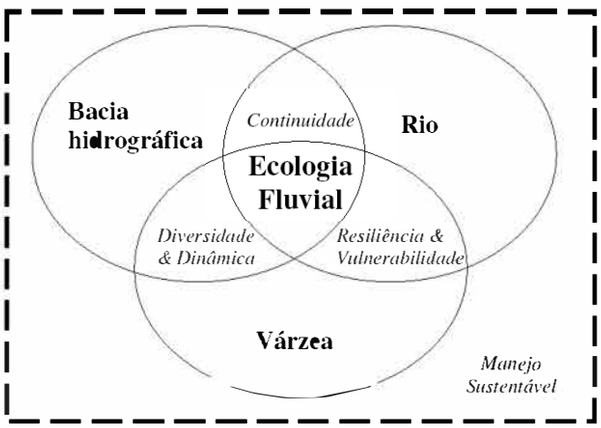


Fig. 1 *Sistemas (em negrito) e princípios operacionais (em itálico) da pesquisa. Fonte: MENDIONDO (2001), MENDIONDO et al. (2000a).*

2.2.1 *Continuidade*

A continuidade do meio ambiente está ligada diretamente com as fases de inundação dos rios. Durante o período de cheias há uma conexão entre o rio e a planície de inundação, e as águas na planície recebem muitos nutrientes, devido à rápida decomposição da vegetação, de restos animais ou da camada humífera da floresta. Isto leva a um rápido crescimento de microorganismos, seguido de uma grande explosão de crescimento de macroinvertebrados (insetos, crustáceos e moluscos) dos quais se alimentam os peixes. A biomassa dos peixes aumenta rapidamente durante as cheias e, ao final deste período, conforme as águas baixam, muitos peixes podem ficar retidos em poças (podendo ser a fonte de alimento para inúmeros pássaros). Enquanto isso, outros peixes jovens conseguem retornar ao rio principal (podendo sofrer depredação posterior nos canais que ligam os lagos da planície ao rio) (COLLISCHONN *et al.*, 2005).

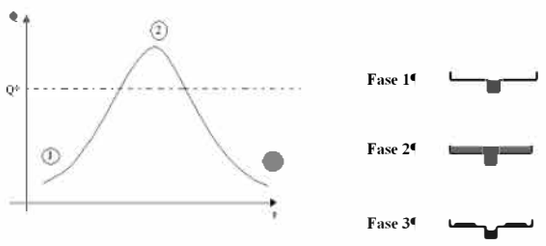


Fig. 2 *Hidrograma de inundação com suas respectivas fases de inundação.*

A Figura 2 mostra um hidrograma de vazão e as suas respectivas fases de inundação, sendo que na fase 1 a vazão do rio aumenta, mas não extrapola a calha do rio. Na fase 2, a vazão chega ao ponto máximo e a área inundada também está no máximo, nesse momento a conexão entre o rio e as planícies de inundação é bastante elevada. Já na fase 3, na qual a vazão começa a diminuir, a área inundada continua alagada devido à resistência do ecossistema.

A relação entre área de inundação e vazão pode ser melhor exemplificada na Figura 3.

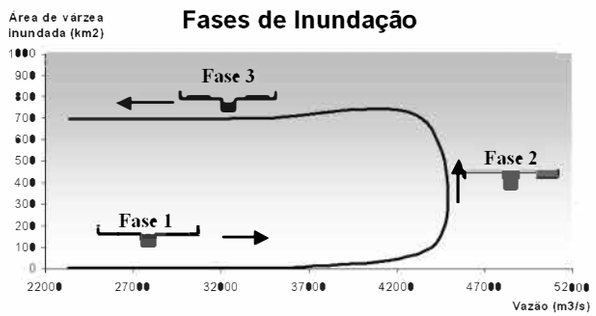


FIG. 3 *Relação entre área de várzea inundada e vazão e suas respectivas fases de inundação.*

2.2.2 *Resiliência e Vulnerabilidade*

Paisagens naturais sofrem mudanças nas suas estruturas durante as inundações extraordinárias, sem produzir modificações drásticas nos padrões de paisagem. Isto se deve ao fato que as formas de alívio de componentes, planta e populações animais têm uma estrutura que foi selecionada e foi adaptada para milhares de anos. Também é caracterizado por sua plasticidade (resistência) e pela capacidade de recuperar o equilíbrio depois de uma inundação (resiliência) (Figura 4). Porém, se uma precipitação for muito intensa, a mesma pode gerar uma altura de inundação alta com tempo de duração elevado, fazendo com que a planície de inundação não consiga se recuperar (Figura 5). Isso se deve à vulnerabilidade do ecossistema.

2.2.3 *Diversidade*

As diferentes espécies de um ecossistema associado a um rio respondem de formas diferentes aos eventos hidrológicos como cheias e estiagens. Uma grande cheia pode beneficiar uma espécie de peixe, que desenvolve uma fase de sua vida na planície inundada, porém pode reduzir a população de insetos aquáticos, cujas larvas são carregadas para jusante. Já em anos com cheias pequenas, ou inexistentes, pode ocorrer o inverso, isto é, os peixes podem ser menos beneficiados do que os insetos. O regime hidrológico natural provê aos ecossistemas uma mistura de anos bons e ruins para cada espécie, se avaliada individualmente. Analisando-se períodos longos, cada espécie individual é beneficiada por um número suficiente de anos bons e prejudicada por apenas uns poucos anos ruins, mantendo assim o ecossistema (POSTEL & RICHTER, 2003).

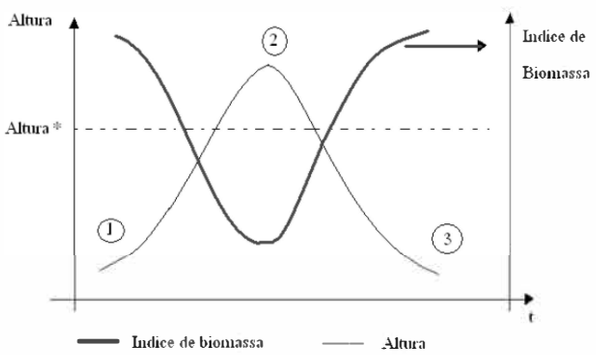


FIG. 4 *Capacidade de recuperação do ecossistema.*

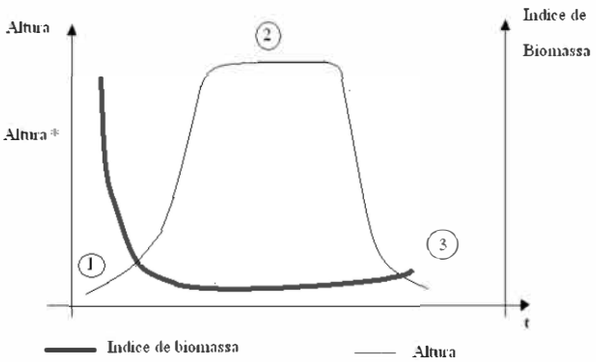


FIG. 5 *Incapacidade de recuperação do ecossistema.*

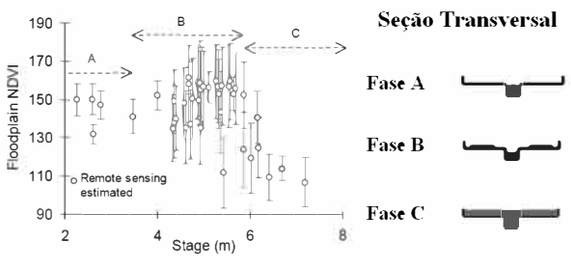


FIG. 6 *Exemplo do comportamento do Índice de Biomassa com relação à altura da água nas áreas de várzea.*

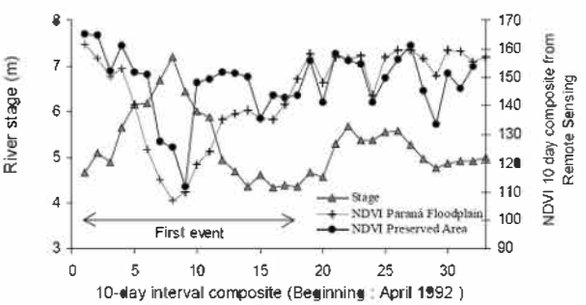


FIG. 7 *Relação entre índice de biomassa e altura da lâmina d'água para ecossistemas preservados e não preservados.*

A diversidade pode também influenciar na recuperação do índice de biomassa de uma planície de inundação. A Figura 7 mostra como o índice de biomassa se recupera mais rápido quando ocorre inundação nas áreas preservadas, enquanto que nas áreas não preservadas o índice de biomassa é mais baixo e sua recuperação mais lenta.

2.3 Vazão ecológica

A quantidade de água necessária para dar sustentabilidade ecológica a um rio é variável no tempo, e os critérios de definição de vazão remanescentes nos rios devem contemplar não apenas as situações de vazões mínimas durante os períodos de estiagem, mas também os outros períodos que caracterizam o regime hidrológico (COLLISCHONN *et al*, 2005).

A qualidade ambiental de um rio e dos ecossistemas associados é fortemente dependente do regime hidrológico, incluindo a magnitude das vazões mínimas, a magnitude das vazões máximas, o tempo de duração das estiagens, o tempo de ocorrência das cheias e estiagem entre outro (POFF *et al.*, 1997). Em alguns casos a vazão mantida a jusante é sempre superior à vazão definida como "ecológica", e mesmo assim ocorrem danos ambientais importantes (COLLISCHONN *et al.*, 2005).

Os impactos ambientais que causavam maior preocupação eram os impactos da inundação de uma grande área de floresta e a transformação do ambiente típico de rio (lótico), em um ambiente típico de lago (lêntico), e as alterações de qualidade de água associadas a esta transformação. Porém, ao longo do tempo, os impactos causados a jusante dos barramentos e dos pontos de retirada de água para irrigação foram ficando mais evidentes. Estes impactos estão quase sempre associados à modificação do regime hidrológico (COLLISCHONN *et al.*, 2005).

A primeira resposta a estes impactos foi a busca por restrições à quantidade de água que poderia ser retirada de um rio, na forma da especificação de uma vazão mínima que deveria permanecer no rio após todas as retiradas de água para uso humano, denominada vazão ecológica (COLLISCHONN *et al.*, 2005).

Esta resposta visou, principalmente, a evitar que a vazão remanescente nos rios durante as estiagens fosse tão baixa que resultasse na falta de oxigênio para os peixes e na consequente extinção de espécies, ou mesmo sua intermitência.

2.3.1 *Métodos de Determinação da Vazão Ecológica*

Atualmente os métodos de determinação da vazão ecológica podem ser classificados como: hidrológicos, hidráulicos, de classificação de hábitat e métodos holísticos (COLLISCHONN *et al.*, 2005).

Os métodos hidrológicos não analisam o aspecto ambiental, apenas presumem que a manutenção de uma vazão de referência, calculada com base em alguma estatística da série histórica, possa acarretar benefício ao ecossistema. A principal vantagem destes métodos está na pequena quantidade de informações necessárias para sua implementação, em geral apenas a série histórica de vazões.

Os métodos hidráulicos relacionam características do escoamento com necessidades da biota aquática. Estes métodos têm maior consideração ecológica que os métodos hidrológicos, mas para sua correta aplicação, os métodos hidráulicos necessitam de relações específicas para a região em estudo.

Os métodos de classificação de hábitat e os métodos holísticos são mais completos em termos de consideração de aspectos ambientais (BENNETI *et al.*, 2003a). Estes contemplam várias etapas, incluindo uma identificação das características físicas e ambientais do local em estudo, um plano de estudo elaborado por uma equipe multidisciplinar, chegando até a análise de diferentes alternativas antes da tomada de decisão. Estes métodos podem considerar aspectos econômicos, valorando a disposição a pagar pela preservação ambiental e os benefícios gerados pelo uso da água, em busca do ponto ótimo da quantificação da vazão ecológica (PANTE *et al.*, 2004). ALMEIDA NETO (2006) utilizou dois métodos hidrológicos para se obter a vazão mínima, descritos a seguir:

Método da vazão média mínima em 7 dias com período de recorrência de 10 anos ($Q_{7,10}$) – Esta vazão é obtida computando-se as médias móveis das vazões médias diárias com janelas de 7 dias ao longo de um ano hidrológico. A mínima destas médias móveis é retida. O processo é repetido para cada ano hidrológico da série histórica, obtendo-se uma série de valores de mínimos de vazões médias em 7 dias consecutivos, para cada ano. Estas vazões são ordenadas em ordem crescente de magnitude, sendo estimados suas probabilidades cumulativas de ocorrência e período de retorno (BENETTI *et al.*, 2003a). Desta tabela pode-se determinar a vazão mínima de 7 dias com período de retorno de 10 anos. Esta vazão, entretanto, é considerada por STALNAKER *et al.* (1995) como sendo excessivamente baixa para a manutenção de hábitats aquáticos.

Método da curva de permanência de vazões – Este método utiliza valores de curva de permanência para estabelecer vazões ecológicas em uma base mensal ou anual. A curva de permanência é calculada através dos dados históricos de vazões, os quais são ordenados de forma crescente. A permanência de cada vazão observada é o percentual de vezes em que ela foi igualada ou superada (BENETTI *et al.*, 2003b).

2.3.2 *Hidrogramas Ecológicos*

A grande limitação das metodologias baseadas no conceito de vazão ecológica, vazão remanescente ou vazão residual, é que estas metodologias estão focadas apenas sobre vazão mínima. Não há preocupação em definir outros aspectos do regime hidrológico que são fundamentais para a manutenção dos ecossistemas (COLLISCHONN *et al.*, 2005).

Observa-se na Figura 8 que o hidrograma a montante do reservatório apresenta ciclos sazonais de cheias e estiagens. No período apresentado na referida figura, ocorreram apenas cheias relativamente pequenas que foram completamente amortecidas no reservatório, de tal forma que a vazão em Juazeiro não apresenta mais nenhum ciclo sazonal reconhecível, tornando muito semelhantes os valores de vazão durante a estiagem e a cheia. Pode-se observar, também, que em nenhum momento a existência do reservatório desrespeitou os critérios de vazão ecológica. Pelo contrário, a vazão a jusante do reservatório durante as estiagens é, até, superior à vazão afluente ao reservatório. Como consequência desta modificação no regime hidrológico e da retenção de sedimentos no reservatório,

grandes alterações ocorreram no ambiente fluvial e estuarino localizado mais a jusante(COLLISCHONN *et al.*, 2005).

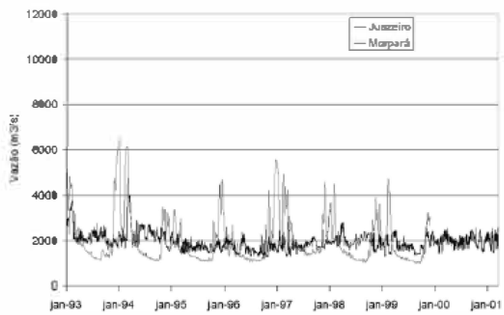


FIG. 8 *Hidrogramas do rio São Francisco à montante (Morpará – linha rosa) e a jusante (Juazeiro – linha azul) do reservatório de Sobradinho (COLLISCHONN et al., 2005).*

Ao regime hidrológico natural de vazões estão associadas diversas outras variáveis ambientais, como a temperatura da água, a concentração de sedimentos, nutrientes e oxigênio dissolvido (POFF *et al.*, 1997). Cada componente do regime hidrológico é importante na manutenção dos ecossistemas associados ao rio; entre esses componentes estão as estiagens, as cheias e o tempo e período de ocorrência das cheias.

2.4 Aspectos da dinâmica das áreas inundáveis e suas relações com os pulsos das descargas dos rios

Uma das principais funções das planícies de inundação é a drenagem de águas fluviais (BOTTINO & MENDIONDO, 2006). Sob o ponto de vista ecológico, áreas inundáveis são aquelas que recebem periodicamente o aporte lateral das águas de rios, lagos, da precipitação direta ou de lençóis subterrâneos. A maior força controladora da biota em áreas inundáveis é o pulso da descarga dos rios. A troca lateral entre as áreas inundáveis e o canal do rio, assim como a reciclagem de nutrientes dentro das planícies inundáveis, tem impacto na biota. No entanto, nas últimas décadas com crescimento urbano acelerado e desordenado, a ocupação dessas áreas foi inevitável, acarretando prejuízos de ordem ambiental e econômica.

A partir da análise de alguns parâmetros, como o índice de biomassa, é possível propor medidas de recuperação ambiental para as planícies de inundação. Desta maneira, através dos dados obtidos por MENDIONDO (2000), estimou-se o índice de biomassa de uma área alagada do baixo rio Paraná. Esta área compreende 4.800 km^2, sendo que parte encontra-se preservada e parte sob interferência antrópica. A diferença entre os índices de biomassa no decorrer do tempo e mesmo entre as duas áreas sugere a resiliência do ecossistema, bem como suas diferentes respostas no decorrer do período.

De acordo com NEIFF (1990), nos sistemas rios-planícies de inundação, a variabilidade temporal dos parâmetros físicos, químicos e biológicos apresenta-se bastante acentuada, devido principalmente às oscilações hidrológicas, as quais são definidas segundo o conceito de pulsos. Os pulsos hidrológicos englobam uma fase de cheia e outra de seca, formando uma faixa de terra inundável, situada ao longo do canal principal do rio, e que influenciam as variáveis físicas, químicas e bióticas do sistema (JUNK *et al.*, 1989).

FIGUEROA (1996) cita que a hidrologia é o fenômeno mais importante para o estabelecimento e manutenção das áreas alagadas e os processos associados a ela, atribuindo como principais funções desses ecossistemas:

- Retenção e transformação de nutrientes;
- Melhoria da qualidade da água;
- Retenção de sedimentos e substâncias tóxicas;
- Refúgio e locais para reprodução de animais;
- Amortecimento de ondas de cheia;
- Recarga de aquífero;
- Controle de erosão e assoreamento;
- Proteção da linha costeira, entre outras.

Muitas vezes, devido ao desconhecimento dessas funções, grande parte das áreas alagadas é destruída em função do crescimento urbano, porém essas perdas não se constituem somente em danos físicos do local, mas também em prejuízos econômicos. NEIFF (2000) comenta a ocorrência de grandes enchentes na área de confluência dos rios Paraguai e Paraná, na América do Sul, supostamente ocasionadas pelo fenômeno El Niño. Esse autor ressalta que os ecossistemas de várzea respondem positivamente a esses tipos de fenômenos, no entanto, a ocupação desordenada e a falta de conhecimento a respeito da dinâmica das planícies alagadas causam problemas de inundação, acarretando prejuízos para a sociedade de um modo geral.

A Bacia do Prata, devido às práticas atuais de uso da terra (agricultura, criação de gado etc.) e aos danos causados às áreas alagadas, sofreu um aumento da vazão dos principais rios, ocasionando enchentes em muitos locais nos últimos anos, além da perda de várias terras utilizadas para agricultura (TUCCI *et al.*, 1998).

2.5 Aspectos da gestão integrada entre recursos hídricos e saneamento em bacias hidrográficas urbanas

A água e a saúde da população são duas coisas inseparáveis. A disponibilidade de água de qualidade é condição indispensável para a própria vida e, mais do que qualquer outro fator, a qualidade da água condiciona a qualidade da vida (OPAS/OMS, 1998).

Nos últimos dois anos, cerca de 1.200 municípios sofreram inundações. O primeiro levantamento nacional feito sobre o tema mostrou que 78% dos municípios têm serviço de drenagem urbana, sendo que, destes, 85% dispõem de rede subterrânea para captação e transporte das águas de chuva. Cerca de 22% dessas redes recebem também esgoto (OPAS/OMS, 1998).

Devido à deposição de grande carga residuária no ambiente, níveis elevados de poluentes alteram as características físicas, químicas e biológicas do estado da matéria, que é proveniente principalmente da fonte geradora. A responsabilidade que deveria ser do usuário acaba sendo transferida para o poder público, que, muitas vezes, adota soluções paliativas, sem considerar o contexto da bacia como um todo e as fontes geradoras (OHNUMA JR., 2006).

2.6 Gestão das águas pluviais em bacias hidrográficas urbanas

De acordo com FENDRICH & OLYNIK (2002), a água é classificada, legalmente, em três categorias: água potável (água de abastecimento público); água imprópria ao consumo (águas pluviais, águas cinzentas, etc.) e águas residuárias. As águas pluviais, utilizadas em banheiros e piscinas públicas, são limitadas, por força das leis e regulamentos da Saúde Pública. As águas para as piscinas e banheiros públicos devem ser águas potáveis. Se as águas pluviais forem purificadas e sua qualidade atender aos padrões da lei, elas serão potáveis.

Entretanto, em vez de serem reservadas, elas continuam sendo lançadas nas redes de águas pluviais. Em Tóquio (FENDRICH & OLYNIK, 2002), por exemplo, as águas pluviais constituem um recurso natural muito importante. Para esse recurso potencial de água, é possível construir um grande número de "minirreservatórios" de águas pluviais em áreas urbanas, algo que já vem sendo experimentado em escala de lote residencial, aliando ainda telhados gramados para retenção e execução de um planejamento de adução de água para consumo em um sistema independente do sistema de abastecimento público.

3 RESUMOS DESCRITIVOS DOS PROJETOS DESENVOLVIDOS E/OU EM DESENVOLVIMENTO, COM FORTE POTENCIAL DE APLICAÇÃO À BACIA DO ALTO TIETÊ

3.1 Análise experimental de hidrogramas visando à ecologia fluvial de áreas alagadas em bacias afluentes do baixo ribeira do iguape (SP)

O objetivo desta pesquisa foi o de analisar experimentalmente fatores que influenciam hidrogramas, conforme a ecologia fluvial de áreas alagadas da microbacia do Rio Jacupiranguinha, localizado no Baixo Ribeira do Iguape, SP. O trabalho foi iniciado com a definição da área de estudo, bem como de sua importância para a região, sendo a seguir instaladas cinco estações limnimétricas e uma estação climatológica. Posteriormente, com os dados de vazão coletados em campo, foi construída a curva-chave da entrada da área alagada e determinadas as incertezas relativas aos seus parâmetros. A partir desses estudos e com o levantamento topográfico de toda a planície de inundação, foi determinada a relação entre áreas inundáveis, vazões e cotas hidrométricas do rio. Além disso, com os dados de climatologia, vazões e vegetação superficial foi possível determinar os componentes (precipitação, escoamento superficial, evaporação e armazenamento) do balanço hídrico da microbacia. O monitoramento limnimétrico do Rio Jacupiranguinha, junto com suas séries históricas e curvas de permanência, possibilitou também o cálculo de sua vazão ecológica. Finalmente, foram construídos quadros síntese-conceituais, integrando as relações entre todas as variáveis hidrológicas e limnológicas estudadas, demonstrando assim a forte associação entre o sistema rio-áreas alagadas.

3.2 Recuperação ambiental de áreas alagadas e índices hidrobiológicos em bacias afluentes do baixo ribeira do iguape (SP)

3.2.1 *Delimitação e Descrição da Bacia do rio Ribeira do Iguape*

A bacia do rio Ribeira do Iguape situa-se entre as latitudes 23° 30'e 25° 30' S e longitudes 46° 50'e 50° 00' W, e abrange uma área de 28.306 km^2, dos quais 61% pertencem ao Estado de São Paulo e 39%, ao Estado do Paraná. Ela apresenta uma conformação alongada no sentido SO-NE, quase paralela à orla marítima, confrontando-se com as bacias dos rios Tietê ao norte, Paranapanema a oeste, Iguaçu ao sul, e tendo a leste pequenos cursos de água da vertente atlântica.

Incorporando parcelas das regiões metropolitanas de São Paulo e Curitiba, a bacia do Ribeira do Iguape abriga, na maior parte, cidades de pequeno porte, com destaque para Registro, Iguape, Apiaí, Juquitiba, na parte paulista, e Rio Branco do Sul, na parte paranaense.

O bioma natural do local é caracterizado por mata atlântica. A região apresenta ecorregiões de mata atlântica, sistema estuarino lagunar, mangue e diferentes ecótonos. Nesses hábitats convivem mais de 40 espécies de aves, 183 de anfíbios, 146 de répteis e 131 de mamíferos (GUIA VALE DO RIBEIRA, 2002).

Dentro da bacia do rio Ribeira do Iguape, o presente estudo será realizado na microbacia do rio Jacupiranguinha, localizada no município de Cajati/SP. Este município possui população média de 29.227 habitantes, sendo que sua principal atividade econômica é um complexo químico industrial, com produção de concentrados de fosfatos para fertilizantes, para produção de ração animal e alimentação humana, e até mesmo indústria de cimento.

A microbacia do rio Jacupiranguinha possui um sistema de áreas alagadas naturais (sistema rio-planície de inundação), estando sujeitas a pulsos de inundação. O sistema de áreas alagadas situa-se adjacente ao canal principal do rio Jacupiranguinha, na margem esquerda do rio. A área de estudo não apresenta em seu entorno vegetação nativa, dominando, próximo às áreas alagadas, vegetação do tipo gramínea, árvores de pequeno e de médio porte, bananiculturas e pastagens. Observa-se nessa região clima subtropical úmido, com verão quente. O período chuvoso vai de setembro a março e o período de estiagem estende-se de abril a agosto.

A escolha da microbacia para realização do estudo justifica-se pelas características do rio, por exemplo, diferenças marcantes nas características hidráulicas, como turbulência, declividade, rugosidade do leito, entre outras. Além disso, o rio é bastante meandrado, o que contribui para diferenças no tocante à velocidade da água e vazão, contribuindo para o processo de autodepuração. A presença da área alagada na margem esquerda do rio Jacupiranguinha também foi um fator preponderante para a escolha do local para estudo de autodepuração. Características de uso e ocupação da bacia, que sofre o lançamento de um efluente de uma indústria de fertilizantes e a prática da bananicultura, também contribuíram para a adoção do local para realização do estudo.

3.2.2 *Monitoramento*

Neste estudo, está sendo desenvolvido o monitoramento de:

- Variáveis hidrológicas
- Variáveis físicas e químicas

3.2.3 *Resultados esperados*

Após obtenção dos dados hidrológicos, físicos e químicos *in situ*, será possível fazer uma correlação entre os mesmos, a qual provavelmente será:

- No período de estiagem, como praticamente não há extravasamento do rio para a planície alagável, o processo depurativo ocorrerá totalmente na seção transversal do corpo d'água. Além disso, como o regime de chuvas é menor nesse período, a vazão também é menor; sendo assim, o despejo fica menos diluído e o sistema pode ter uma recuperação mais lenta, a qual pode ocorrer além do trecho delineado para o estudo;
- A falta de conexão rio-planície alagável impossibilita que a água com altas concentrações de nutrientes atinja essa área, desta maneira, as macrófitas aquáticas que estariam presentes na região não realizarão o processo *bottom-up*, o qual seria uma alternativa para a redução da concentração de certos compostos;
- Durante o período de chuvas, as águas atingirão o nível de transbordo do rio, a vazão será mais intensa e a mesma alcançará a planície alagável. O processo de autodepuração passará a contar com a presença de um ecossistema totalmente diferenciado, capaz de armazenar água por certo período (tempo de retenção hidráulica), permitindo o desenvolvimento de várias espécies vegetais e animais. Com o desenvolvimento de macrófitas aquáticas e algas, estas poderão estocar nutrientes contidos na água, aumentando consequentemente a biomassa e contribuindo para a depuração do curso d'água;
- Haverá uma grande diferenciação em relação ao processo depurativo durante as duas estações estudadas. Na fase de estiagem, o rio não apresentará ou apresentará pequenas condições de melhora em relação à fase de cheia;
- O modelo matemático utilizado deverá ser capaz de caracterizar esses resultados de modo a fornecer ferramentas para o uso racional dos recursos hídricos, de forma que os lançamentos gerados pela crescente urbanização sejam destinados de maneira correta, ou seja, não ultrapassando a capacidade de suporte do sistema.

3.3 PROJETO "R.U.A. (RACIONALIZAÇÃO DO USO DE ÁGUA) HIDROSSOLIDÁRIA: 'BACIA-ESCOLA' COMO AÇÃO DE INCLUSÃO SOCIAL NO MEIO URBANO E PERIURBANO" (MCT/CNPQ/CT – HIDRO/C-AGRO Nº 05/2006)

3.3.1 *Área de conhecimento do projeto*

Drenagem urbana de águas pluviais, com ênfase no reaproveitamento de águas pluviais, reúso de águas domésticas, reservação de água no lote e alternativas não-convencionais na escala de lote.

3.3.2 *Estratégia do Projeto*

O Projeto "R.U.A." visa a incorporar os conhecimentos da universidade obtidos a partir do modelo de BACIA-ESCOLA e da função de HIDROSSOLIDARIEDADE usando métodos de inclusão hidroterritorial das comunidades que carecem de acesso ao conhecimento adequado para a preservação e conservação dos recursos hídricos urbanos e periurbanos.

3.3.3 *Descrição sucinta do projeto*

O Projeto "R.U.A. (Racionalização do Uso de Água) Hidrossolidária: 'Bacia-Escola' como Ação de Inclusão Social no Meio Urbano e Periurbano", em desenvolvimento pelo NIBH (Núcleo Integrado de Bacias Hidrográficas) da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP), tem por objetivo difundir soluções simples, descentralizadas por sub-bacias e na escala de lote, de baixo custo, para colaborar com a inclusão social de comunidades de bacias hidrográficas urbanas e periurbanas. Este projeto apresenta uma solução combinada para o reúso de águas pluviais por meio de reservação seletiva e reúso de esgotos sanitários tratados por biodigestão anaeróbia em tanques sépticos, por meio do modelo biodigestor EMBRAPA, adaptável a áreas urbanas e periurbanas. O efluente gerado, com propriedades de fertirrigação, é potencialmente destinável como fonte de reúso para irrigação de jardins. Necessita de área de cerca de 10 m^2, sendo de rápida execução e montagem. É composto de 3 tanques sépticos em multicâmaras de 1.000 litros cada, sendo as duas primeiras câmaras conectadas em série ao vaso sanitário e uma terceira acoplada às duas primeiras, que serve para a coleta do adubo orgânico gerado (Figuras 9 e 10).

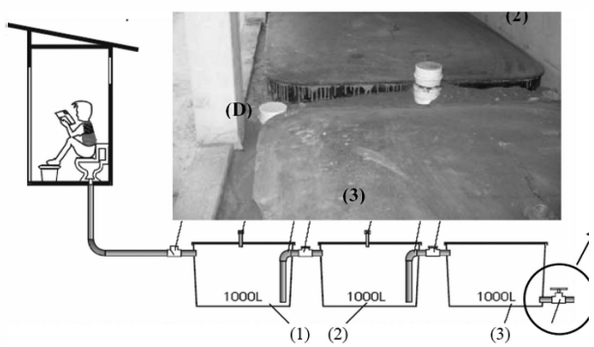


FIG. 9 *Esquema da fossa séptica biodigestora e foto das caixas (1), (2) e (3).*

O sistema de coleta e aproveitamento de água de chuva para a edificação é apresentado na Figura 10, tendo como finalidade usos não-potáveis. O reservatório (3) prevê a captação da área de telhado do depósito e da edificação atual existente, sendo posteriormente o volume armazenado e bombeado para outro reservatório superior dentro da edificação. A distribuição ocorre por meio de ramais para o uso interno da residência de forma não-potável, como água de vaso sanitário, limpeza de banheiro, lavagem externa de calçadas e pavimentos, irrigação e outros.

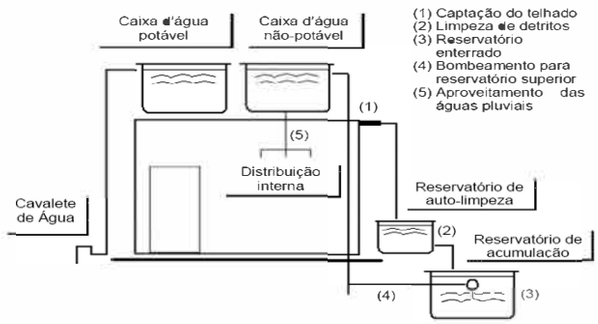


FIG. 10 *Sistema de aproveitamento de água de chuva em lote urbano (OHNUMA JR, 2005).*

3.3.4 *Plano de trabalho resumido do projeto*

a) Instalar experimentos demonstrativos descentralizados de R.U.A., de utilidade pública, boa replicabilidade em áreas urbanas de biomas brasileiros, que consolidem o monitoramento do balanço hídrico entre oferta *versus* demanda;
b) Oferecer treinamentos e capacitação de agentes comunitários e professores para encorajar a cotutela de águas, a partir das possibilidades e limites do conceito de BACIA-ESCOLA; e,
c) Participar em ações concretas "universidade-comunidade" com a criação de novas associações de usuários de bacias periurbanas.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA NETO, P. (2006). Análise Experimental de Hidrogramas Visando à Ecologia Fluvial de Áreas Alagadas em Bacias Afluentes do Baixo Ribeira de Iguape, SP. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2006 (Não Publicado).

BENASSI, R. F.; CALIJURI, M. C.; FREIRE, R. H. F.; FREITAS, H. C. (2006). Dinâmica Espaço-Temporal das Variáveis Físicas e Químicas na Coluna d'Água de um Sistema de Áreas Alagadas Natural, Vale do Ribeira, São Paulo. III Encontro do Projeto Temático.

BENASSI, R. F. (2006). Dinâmica Espaço-Temporal de Um Sistema de Áreas Alagáveis na Planície de Inundação do Rio Jacupiranguinha, Vale do Ribeira de Iguape, SP. São Carlos, 2006. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

BENETTI & BIDONE, IN: TUCCI, C. E. M. (2001). Hidrologia, Ciência e Aplicação. Coleção ABRH de Recursos Hídricos, vol. 4. EDUSP/ABRH, 1993, 943 pp.

BENETTI, A. D.; LANNA, A. E.; COBALCHINI, M. S. (2003a). Current practices for establishing environmental flows in Brazil. River research and applications, vol. 19, pp. 1-18.

BENETTI, A. D.; LANNA, A. E.; COBALCHINI, M. S. (2003b). Metodologias Para Determinação de Vazões Ecológicas em Rios. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, vol. 8, nº 2.

BENINI, R. M.; MENDIONDO, E. M.; MARTIOLI, C. & TONISSI, F. B. (2003). Cenários Ambientais Visando a Mitigação de Enchentes Decorrentes da Implantação do Campus II – USP, São Carlos – SP. São Carlos, SP. Dissertação. Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), Universidade de São Paulo (USP). 122 pp.

BORGES, A. C. *et al.* (2005). Aspectos Quali-Quantitativos dos Recursos Hídricos na Bacia do Rio Jacupiranga como Instrumento de Avaliação de Qualidade Ambiental. XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, João Pessoa (PB) – ABRH.

BOTTINO, F.; MENDIONDO, E. M. (2006). Análise de Biomassa de Áreas Alagadas de Ambiente Fluvial Visando Metas de Recuperação Ambiental (aguardando publicação).

CHAUDHRY, F. H. (2000). Aproveitamento de recursos hídricos. In: CASTELLANO, E. G.; CHAUDHRY, F. H. (eds.). Desenvolvimento Sustentado: Problemas e Estratégias. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, pp. 27-37.

COLLISCHONNN, W.; ANGRA, S. G.; FREITAS G. K.; PRIANTE G. R.; TASSI R.; SOUSA C. F. (2005). Em Busca do Hidrograma Ecológico. XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, João Pessoa (PB) – ABRH.

DIAS, L.E. & GRIFFITH, J.J. (1998). Conceituação e Caracterização de Áreas Degradadas. In: DIAS, L.E. & MELLO, J.W.U. (eds.). Recuperação de Áreas Degradadas. Viçosa: UFV, pp. 1-7, 1998.

EMBRAPA (2004). Embrapa Instrumentação Agropecuária. Embrapa apresenta Fossa Biodigestora na AveSui 2004. São Carlos/SP. Disponível em: <http://www.cnpdia.embrapa.br/menutop_imprensa_-avessui.html>. Acesso em: 09 set. 2004.

E. M. MENDIONDO, E. S. R. P.; MARTINS, J. C.; BERTONI (2002). Gestão de Incertezas Hidrológicas no Auxílio às Políticas Hídricas para o Manejo Integrado de Bacias. In: XIX Congreso Nacional del Água, Villa Carlos Paz, Córdoba, Argentina – Anales – 13 a 16 de Agosto de 2002.

FENDRICH & OLIYNIK (2002). Manual de Aproveitamento de Águas Pluviais: Manual de Utilização das Águas Pluviais: 100 Maneiras Práticas. 1ª edição. Editora Chain, Curitiba, PR.

FIGUEROA, F. E. V. (1996). Avaliação econômica de ambientes naturais. O caso das áreas alagadas. Uma proposta para a Represa do Lobo (Broa), Itirapina-SP. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos. 143 pp.

GALAVOTI, R. C.; OHNUMA JR., A. A.; ANDRADE, J. P. M.; MENDIONDO, E. M. (2007). Tecnologias de Saneamento como Medidas Descentralizadoras para a Preservação de Recursos Hídricos em Bacias Urbanas. VII Encontro Nacional de Águas Urbanas, Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH). São Carlos, SP.

GUIA VALE DO RIBEIRA (2002). O mais completo guia do Vale do Ribeira. http: www.gvr.com.br. (Acesso em: 30/09/2002).

HAUGHTON, G & HUNTER, C. (1994). Sustainable Cities. Regional Policies and Development Series 7. Jessica Kingsley Publishers and Regional Studies Association. 357 pp.

JUNK, W.J.; BAYLEY, P.B.; SPARKS, R.E. (1989). The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. In: Dodge, D.P. (ed.). Proceedings of the International Large River Symposium,1989.

MENDIONDO, E.M.; NEIFF, J.J.; DEPETTRIS, C.A. (2000). Eco-Hydrology of Wetlands Aided by Remote Sensing. A Case Study With the REVIVE's GOALS Initiative. New Trends in Water and Environmental Engineering for Safety and Life, Rotterdam, 2000.

MENDIONDO, E. M.; CLARKE, R. T.; TOENSMANN, F. (2000a). River Restoration, Discharge Uncertainty and Floods. In: TOENSMANN, F.; KOCH, M. (ed.). River Flood Defence. Kassel, Alemanha, v. 2, pp. 141-152.

MENDIONDO, E. M. (2001). Contribuições da Análise de Incertezas para a Recuperação Ambiental de Bacias pela Abordagem Interdisciplinar da Geobiohidrologia. Tese (Doutorado), Rec. Hídricos e San. Ambiental. Ed. UFRGS, Porto Alegre, RS.

MOCCELIN, J. (2006). A Microbacia do Rio Jacupiranguinha como Unidade de Estudo para a Sustentabilidade dos Recursos Hídricos do Baixo Ribeira do Iguape, SP. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006,151 pp.

NEIFF, J.J. (1990). Ideas para la Interpretación Ecológica del Paraná. Interferência, v. 15, n. 6, 1990.

NEIFF, J.J.; MENDIONDO, E.M.; DEPETTRIS, C. (2000). Enso's Flood on Paraná River Ecosystems, South America. In: Tonsmann, F.; Koch, M. (ed.). River Flood Defense. Herkules Vg, Kassel, 2000.

OHNUMA JR., A. A. (2005). Cenários de Reúso de Água Pluvial e Controle da Drenagem Visando à Recuperação Ambiental da Microbacia do Alto Tijuco Preto, São Carlos-SP. Dissertação. Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental. CRHEA-EESC-USP, São Carlos/SP. 199 pp.

_____. (2006). Exame de Qualificação de Doutorado. São Carlos, SP. 40 pp. Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), Universidade de São Paulo (USP).

OPAS/OMS – Água e Saúde (1998). Washington, D.C. Disponível na Internet em:

<http://www.idec.org.br/>. Acesso em 12.06.2007.

PANTE, A. R.; MARQUES, M. G.; CANELLAS, A. V. B.; LANNA, A. E. L. (2004). Proposta de Metodologia Simplificada para Determinação da Vazão Ecológica em Aproveitamentos Hidrelétricos. Submetido à Revista Brasileira de Recursos Hídricos.

POFF, N. L.; ALLAN, J. D.; BAIN, M. B.; KARR, J. R.; PRESTEGAARD, K. L.; RICHTER, B. D.; SPARKS, R. E.; STROMBERG, J. C. (1997). The Natural Flow Regime: a Paradigm For River Conservation and Restoration. Bioscience, vol. 47, no. 11, pp. 769-784.

POSTEL, S.; RICHTER, B. (2003). Rivers For Life: Managing Water for People and Nature. Island Press. Washington. 253 pp.

STALNAKER, C.; LAMB, C. L.; HENRIKSEN, J.; BOVEE, K. & BARTHLOW, J. (1995). The Instream Flow Incremental Methodology. A Primer for IFIM. U.S. Department of Interior. National Biological Service, Washington, D.C.

TUCCI, C.E.M. (1995). Inundações urbanas. In: TUCCI, C.E.M.; PORTO, R.L.L. e BARROS, M.T. Drenagem Urbana. UFRGS, Ed. da Universidade/ABRH, Porto Alegre, pp.15-36, 1995.

TUCCI, C. E. M. (1998). Modelos Hidrológicos, 1ª ed. Editora da Universidade, 669 pp.

TUCCI, C. A. M. (2002). Gerenciamento da Drenagem Urbana. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. ABRH, Porto Alegre, v. 7, n. 1, Jan./Mar.2002, pp.5-28.

Córrego Carajás – Despoluição em Áreas Urbanas Interligando Redes e Ações

Gilmar Massone[1]*; Guilherme Machado Paixão*[2]*; José Carlos de Camargo*[3]*; José Júlio Pereira Fernandes*[4]

[1] Administrador de Empresas pela Universidade Santana (2000). Pós-graduado pela Faculdade de Saúde Pública em Engenharia de Saneamento Básico (2003). E-mail: gmassone@sabesp.com.br.

[2] Engenheiro Mecânico pela PUC/MG. MBA em Administração para Engenheiros pelo Instituto Mauá de Tecnologia.

[3] Engenheiro Civil pela USF – Universidade São Francisco (1983), Pós-graduado pela Universidade de Taubaté em Engenharia de Recursos Hídricos (1991) e pela Faculdade de Saúde Pública (USP) em Engenharia de Saneamento Básico (1994).

[4] Engenheiro Civil pela POLI / USP. Pós-graduado em Administração de Empresas pela Universidade Mackenzie.
SABESP – Cia. de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
Endereço: Rua Conselheiro Saraiva, 519 – Santana – São Paulo – Estado de São Paulo – CEP: 02037-021 – Brasil. Tel: +55 (11) 6971-6358 – Fax: +55 (11) 6971-4075 –

Este trabalho propõe uma metodologia de controle e despoluição de bacias em um sistema de esgotamento existente que sofreu diversas formas de intervenções nas suas instalações.

O formato utilizado, diferente dos programas de despoluição até então adotado, foi o de rastrear toda a malha de águas pluviais e dela retirar os pontos poluidores.

A diversidade de situações irregulares poluidoras exigiu para cada impacto descoberto métodos muitas vezes não convencionais, e, em situação de extrema complexidade, alternativa criativa para solução despoluidora.

Além das ações estruturais, procuramos envolver com a parceria de outros órgãos oficiais, como SEJEL – Secretaria da Juventude, Esporte e Lazer, SRH – Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento, SVMA – Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, SEMPLA – Secretaria Municipal de Planejamento, ONG Água e Cidade e Consegs, a população do entorno e flutuante em eventos onde pudesse ser despertada a consciência ambiental na preservação e manutenção do ambiente em que vivemos.

This paper proposes a methodology for basins controlling and cleaning in an existing sewage system after various interventions.

The format used, different from programs until then adopted, was to crawl across the mesh of rainwater and from it withdraw the polluting points.

The irregular polluting situation diversity required, for each impact discovered, unconventional methods, and in extreme complexity situations, creative alternatives for clean up.

Besides the structural actions, we tried to engage the partnership of other public organizations, such as SEJEL-Secretaria da Juventude, Esporte e Lazer, SRH-Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento, SVMA-Secretaria do Verde e do Meio Ambiente, SEMPLA-Secretaria Municipal de Planejamento, Ong Água e Cidade, Consegs and the neighborhood population, inviting them to events where we could arouse the environmental awareness of the preservation and maintenance of the environment where we live.

Palavras-chaves: *Despoluição de córregos, Córrego Carajás. (cleaning stream, Carajás stream.)*

1 INTRODUÇÃO

O Córrego Carajás, localizado na Bacia de Esgotamento Carandiru, Zona Norte do município de São Paulo, atravessa os bairros Carandiru, Santana, Vila Guilherme e Tucuruvi e deságua no Rio Tietê, em área de atuação da Unidade de Negócio Norte da SABESP. Neste percurso, ele passa pelo Parque da Juventude, área de esportes e lazer construída pelo governo do Estado de São Paulo.

A Bacia do Córrego Carajás drena uma área de aproximadamente 6,70 km^2. A área é totalmente urbanizada. A ocupação é de aproximadamente 85% de áreas residenciais e 15% de uso comercial e industrial, e conta atualmente com 185 km de redes no sistema coletor, incluindo coletores-tronco. A população estimada pelo Censo 2000 do IBGE é de 75.700 habitantes, resultando uma relação de 3,53 hab/domicílio.

Os bairros que compõem a maior parte da bacia têm padrões alto e médio, com pouca verticalização, do tipo unifamiliar. Possui eixo comercial e industrial estabilizado; a infra-estrutura urbana é totalmente coberta por rede coletora de esgotos, tendo número médio de 21.152 ligações, porém com deficiências na coleta (interligações clandestinas na rede pluvial) e lançamentos em não-conformidade (nas galerias de águas pluviais, contribuindo para o Córrego Carajás). A representatividade desta característica segue o mesmo padrão da maioria das áreas urbanas consolidadas existentes na região de São Paulo.

A preocupação com a despoluição do córrego se deu pelo forte odor e aspecto turvo de suas águas, fazendo com que essa área do parque fosse evitada pelos usuários, tanto pela poluição das águas quanto pela degradação causada pelo abandono na limpeza do leito.

2 OBJETIVO

Este estudo foi elaborado com o objetivo de enumerar e eliminar as cargas poluidoras afluentes no Córrego Carajás, especialmente as pontuais, de forma a melhorar a qualidade da água em seu percurso, e desenvolver um programa de

educação ambiental que minimize as cargas difusas e que possa ser aplicado como modelo em outras bacias com características e ocupação semelhantes.

3 MÉTODO

A equipe formada interdisciplinarmente foi orientada quanto aos resultados esperados para o final de projeto, onde se esperava um DBO 5-20 < ou = a 30 mg/l, e o empenho das unidades e das pessoas envolvidas.

O programa de despoluição foi iniciado em setembro de 2004. O método utilizado foi a despoluição de todos os afluentes do córrego principal, com eliminação de lançamentos provisórios de esgotos nos córregos e nas galerias de águas pluviais existentes na bacia de esgotamento.

O primeiro diagnóstico com relação ao sistema de esgotamento da bacia foi feito sobre o cadastro existente, em que foram constatados 16 pontos de lançamentos provisórios de esgotos em córregos ou galerias (falta de interligação nos coletores existentes), além de quatro lançamentos identificados previamente e que já haviam sido regularizados.

Nessa fase, foi feita a primeira coleta, em locais predeterminados, para análise na CETESB, e o resultado de DBO 5-20 foi de 193 mg/l. A partir desse primeiro resultado foi estabelecida rotina semanal para a coleta das novas amostras.

Posteriormente foram redesenhados os limites da bacia de esgotamento e da bacia hidrográfica, com o mapeamento de todos os fundos de vales existentes, pois, em tese, a despoluição do córrego estava relacionada com seus afluentes e os impactos estavam nas contribuições de esgotos nas galerias de águas pluviais.

Foram executadas vistorias em todos os poços de galerias de águas pluviais e bocas de lobo existentes na bacia e nos poços de visitas de esgotos que, de alguma forma, poderiam impactar na poluição. Pode-se considerar essa como a principal fase do programa e a mais importante para o sucesso da despoluição.

Nessa fase foram encontrados 46 novos lançamentos em não-conformidade, o que elevou o número inicial para 66 pontos de poluição.

Em paralelo, foram mapeadas todas as quadras que envolviam fundos de vales secundários e que contribuem para o Córrego Carajás. Foram identificados 3.885 imóveis que foram objeto de estudos com inspeções e teste de corante por serem limítrofes às galerias de águas pluviais em fundos de vales.

A identificação de um número que pudesse quantificar os valores de contribuição de esgotos na bacia surgiu com o retalhamento da bacia em 29 microbacias de esgotamento e o volume micromedido do consumo das ligações de água em cada microbacia (anexo 1).

Pelo volume total consumido de água pela bacia, foram calculados os volumes de contribuições de esgotos das microbacias e definidos os percentuais de poluição.

O volume de captação potencial para o sistema coletor de esgotos da bacia, utilizando-se K de retorno = 0,8, era de 22,3% (68.351 m3/mês), e de contribuição para a rede pluvial, de 77,7 % (238.762 m3/mês), perfazendo um total micromedido na bacia de 383.892 m3/mês (anexo 2).

4 MONITORAMENTO DO CÓRREGO

O acompanhamento qualitativo das águas do córrego, efetuado pela Divisão de Controle Sanitário Norte e CETESB, tem como objetivo caracterizar a carga poluidora, antes das ações a serem desenvolvidas e após a implementação das mesmas. Todas as coletas realizadas foram analisadas nos laboratórios da CETESB (DBO, DQO, nitrogênio amoniacal e total, fósforo, óleos & graxas, oxigênio dissolvido, série de sólidos e coliformes) e na Divisão de Controle Sanitário Norte – (DBO, DQO, SST, sólidos sedimentáveis coliformes). Na série de sólidos são analisados os sólidos suspensos totais, fixos e voláteis, e os sólidos sedimentáveis. A partir de outubro de 2004 foi iniciado o monitoramento semanal do córrego em dois pontos distintos, a montante e a jusante do Parque da Juventude.

Os resultados permitiram monitorar a queda dos níveis de DBO em relação às intervenções executadas, relacionadas com o volume micromedido das ligações de água da microbacia de contribuição (anexos 3 e 4).

Como indicador da despoluição, está sendo considerada graficamente a queda do nível de DBO 5-20 com as intervenções e os percentuais que elas representam em contribuições de esgotos nas microbacias.

5 EDUCAÇÃO AMBIENTAL

O objetivo principal no desenvolvimento do programa de educação ambiental foi o de sensibilizar a população do entorno da bacia e a população flutuante do Parque da Juventude.

A premissa básica nesse tipo de programa é conscientizar a população de que as cargas poluidoras na bacia não são essencialmente provindas dos esgotos, mas de fontes difusas, ou seja, é necessário atuar sobre os inúmeros agentes poluidores, de forma coordenada e com objetivos muito bem especificados.

Com esse foco, foi desenvolvido um conjunto de ações, com a parceria e atuação integrada das várias esferas governamentais, não-governamentais e da comunidade.

Foram identificadas 25 instituições de ensino na sub-bacia visando ao desenvolvimento de um programa de educação ambiental para os diretores e coordenadores pedagógicos. O objetivo foi sensibilizar e estabelecer parceria na multiplicação das ações para a população estudantil.

Foi estabelecida parceria com a ONG Água e Cidade em projeto que se iniciou em maio de 2005, com a formação e capacitação de pelo menos um professor de cada estabelecimento escolar, com um público aproximado de 1.400 alunos de 5ª série.

Foi aplicado junto à comunidade o Projeto Ensinando a Pescar/Curso de Capacitação e Noções Básicas de Hidráulica Predial, palestras sobre o Programa de Uso Racional da Água/PURA e promoções de eventos de caráter ambiental nas dependências do Parque, como Dia Internacional do Meio Ambiente, Dia do Rio Tietê e Dia Interamericano da Água.

Estão em andamento visitas em imóveis que não estão ligados à rede coletora de esgotos para conscientização e orientação sobre a importância da execução das ligações, estimulando a mudança de hábitos e comportamento e alertando para os riscos de doenças de veiculação hídrica.

Mensalmente são realizadas reuniões com lideranças comunitárias, representantes de Consegs e Subprefeituras das áreas da bacia, que incluem a despoluição do Córrego Carajás no Parque da Juventude entre os assuntos discutidos.

A equipe técnica da Divisão de Esgotos está visitando todos os postos de gasolina, lava-rápidos e indústrias com o objetivo de verificar as instalações internas e a qualidade dos lançamentos, além de suas estruturas, como caixa de retenção de óleo, de areia e processos de tratamento.

Todas essas ações visam a otimizar a parcela das cargas poluidoras que são lançadas nas redes coletoras de esgotos e minimizar os impactos da poluição difusa que se depositam ao longo das galerias em tempo seco e que são arrastadas para o córrego quando da ocorrência dos eventos de chuva.

Vale ressaltar que para a manutenção do nível de qualidade das contribuições das águas das microbacias, além de todos os programas voltados para a educação ambiental, são necessárias a limpeza periódica dos pequenos cursos de água afluentes, das bocas-de-lobo, das galerias e principalmente do trecho a céu aberto que corta o Parque da Juventude.

6 PROJETOS E OBRAS

Como exemplo positivo desse trabalho de despoluição, vale enfatizar que o grupo selecionado para a "caça ao esgoto" foi composto por funcionários das áreas de planejamento, projeto, manutenção e obras.

As vistorias foram feitas no decorrer de dois meses, e todas as intervenções foram decididas em comum acordo com o grupo, que tinha como objetivo facilitar a execução, viabilizar recursos e projetos para que as obras fossem executadas dentro de parâmetros predefinidos para uma melhor manutenção da rede.

Das 66 ações previstas, 58% já foram executadas, diminuindo a média mensal de DBO de 193 mg/l em set/2004, para DBO = 23 mg/l em dez/2005.

Foram executadas 38 intervenções com a execução de 1762 metros de redes e limpeza/consertos em vários trechos, que resultaram num alto índice de despoluição, aumentando a coleta de esgotos de 22,3% para 83,1%.

Estão previstas, em projetos já elaborados, as execuções até julho de 2006 de 4.825 m de redes coletoras para a regularização do restante da captação de esgotos da bacia, a maioria das redes será executada para ligações não factíveis em fundos de vales e em meio de quadras, que deverão ser construídas entre os imóveis, e trechos de reversão, onde alcança profundidades de até oito metros, por métodos não destrutivos.

Os projetos e as obras nessa fase do programa, além de requererem maior criatividade, pois as interligações não seguem padrões convencionais, devido à grande variedade de interferências, necessitam de maiores investimentos e acompanhamento técnico constante, onde se procura minimizar ao máximo erro construtivo que possa gerar no futuro trabalhos de manutenção.

As dificuldades encontradas em fundos de vales em meio de quadras, em algumas situações, esbarraram em condições técnicas de execução das obras, por não haver espaço para construção de rede coletora.

Para esses casos, foi desenvolvida e está em fase de instalação uma válvula com dupla função: dar passagem às contribuições de esgotos em galeria de águas pluviais em tempo seco para o sistema regular de esgotos, e, no mesmo sentido de fluxo regulado pelo aumento de vazão, reter as águas pluviais e o esgoto em tempo de chuva, direcionando o refluxo para a própria tubulação de água pluvial (anexo 5).

7 RESULTADOS

Os resultados obtidos com as interligações e pequenos prolongamentos nas principais microbacias de contribuição têm superado as expectativas de despoluição. Os índices de DBO 5-20 têm se mostrado em queda, tanto pela análise da CETESB quanto pela Divisão de Controle Sanitário Norte (anexo 6).

A mancha da área poluída já se mostra significativamente menor, o indicador já se encontra menor que a meta estabelecida e a expectativa continua sendo de queda (anexos 7 e 8).

8 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Os dificultadores para a realização das interligações das redes coletoras de esgoto são de ordem técnica de execução de obras em área urbanizada, como interferências e os incômodos causados à população (tráfego, sujeira).

Mesmo realizando as interligações nas redes coletoras de esgoto, a Bacia do Córrego Carajás não será totalmente despoluída, devido à poluição de origem difusa (lançamentos irregulares de águas servidas nas galerias de águas pluviais e o carreamento de agentes poluidores que afluem aos corpos d'água por ocasião dos eventos de chuva), cujas cargas poluidoras são minimizadas com o Programa de Educação Ambiental.

Pode-se assegurar que, com as ações implementadas na construção das interligações e na adoção das medidas de controle de monitoramento do córrego, aliadas à participação ativa da população conscientizada pela educação ambiental, proporciona-se um meio ambiente saudável que melhora a qualidade de vida atual e das futuras gerações, contribuindo para o desenvolvimento sustentável na referida bacia, estendendo-se para toda a cidade.

Vale ressaltar a importância na implantação de um monitoramento intensivo e constante nesta bacia e em outras bacias representativas, concomitante às medidas de controle adotadas, para dimensionamento do problema e avaliação da eficácia das ações empreendidas, subsidiando o planejamento dos futuros programas de despoluição em outras áreas da cidade.

Por se tratar de correções em um sistema já existente, a especificidade de cada impacto possui características de difícil diagnóstico causado pela interferência de diversos fatores, tanto estruturais (interferências) como não-estruturais (ambiente social). Isto posto, recomenda-se que todas as fases do projeto sejam tratadas por especialistas, com análises e vistorias pontuais em todas as ações, desde o planejamento até a vistoria final da obra.

Considerando que a população, mesmo que indiretamente, gera todas as ações públicas, as mesmas, ao serem desenvolvidas e implantadas, devem ser divulgadas de forma direta a

toda a população, com o objetivo de envolvê-la e torná-la responsável.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com as ações implementadas na sub-bacia do Córrego Carajás e os resultados alcançados, com foco em objetivos bem definidos, determinação e dedicação, se a mesma linha for aplicada nas outras sub-bacias do município de São Paulo, pode-se em tempo predefinido facilitar e otimizar a despoluição do Rio Tietê.

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MASSONE, G; BELATTI, S.R; MARTINS, L. G; LIMA, U.R. "Estudo para Adequação do Sistema de Esgotamento Sanitário em Sub-Bacias Individualizadas – Bacia do Mandaqui" [TCC – FSP/USP]. Trabalho de conclusão do Curso de Especialização em Engenharia de Saneamento Básico. São Paulo, 2003.

SABESP. Planos Integrados Regionais. São Paulo, 2000.

PMSP. Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo. São Paulo, 2002.

SABESP. Otimização de Rede Coletora da Bacia TO-20 à TC-28 – Contrato ME 9.193/00. São Paulo, 2002.

SMA e CETESB. Avaliação da poluição por fontes difusas afluentes ao reservatório Guarapiranga – Relatório Síntese. São Paulo, 1998.

11 ANEXOS

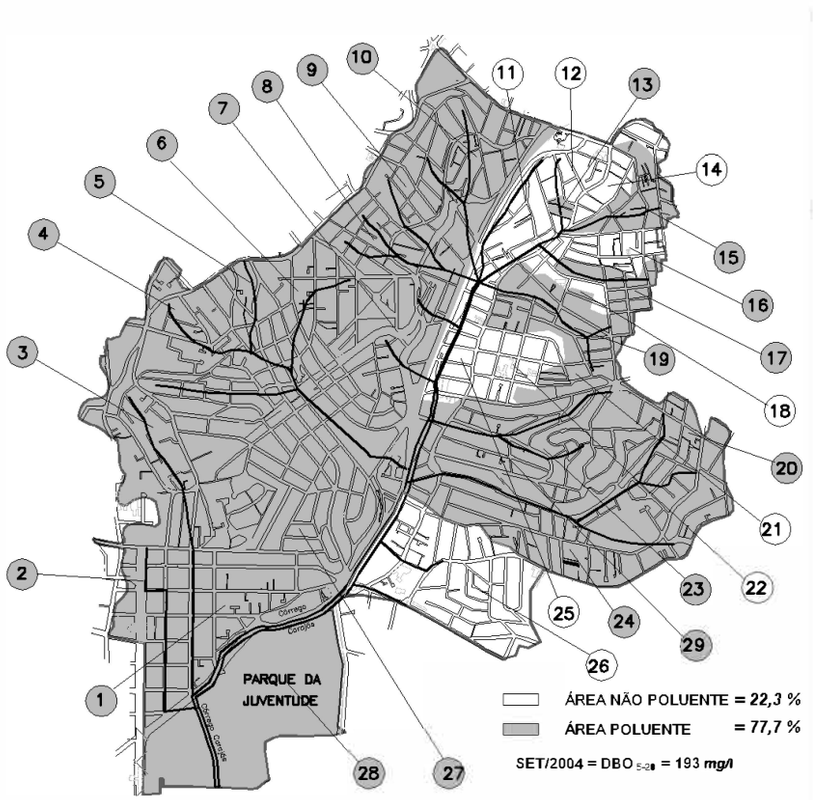


FIG. 1 *Anexo 1: Mapa com áreas poluídas*

Microbacias	Volume Micromedido (m³/mês)	Percentual de Contribuição
1	25.151	6,55%
2	9.255	2,41%
3	21.425	5,58%
4	986	0,26%
5	1.952	0,51%
6	65.878	17,16%
7	11.674	3,04%
8	9.335	2,43%
9	9.054	2,36%
10	18.678	4,87%
11	9.605	2,50%
12	9.708	2,53%
13	3.898	1,02%
14	2.959	0,77%
15	10.823	2,82%
16	4.621	1,20%
17	8.407	2,19%
18	6.425	1,67%
19	5.120	1,33%
20	4.338	1,13%
21	11.881	3,09%
22	7.469	1,95%
23	18.544	4,83%
24	49.168	12,81%
25	4.801	1,25%
26	27.970	7,29%
27	16.838	4,39%
28	2.809	0,73%
29	5.120	1,33%
Totais	383.892	100,00%

77,70% Lanç. em Galeria de A. Pluviais

22,30% Lanç. em Coletor Tronco

FIG. 2 *Anexo 2: Tabela com índices de despoluição*

CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL São Paulo Pág:01/02
EAA - DIVISÃO DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS
BOLETIM DE ANÁLISES EAA/05077/2004

Amostra nº 80027 O.S. nº 71201800

Dados do Cliente

Nome: SABESP - MNEE
Endereço: Rua Conselheiro Saraiva, 519 - Santana
Município: São Paulo Estado: SP

Dados da Coleta de Campo Amostra Simples

Local/Descrição
PARQUE DA JUVENTUDE - PONTO 2

Coletor	GERSON		
Data da Coleta	27/09/2004	Hora da Coleta	13:30
Origem	------	Classe da Amostra	B
Tipo de Amostra	Água bruta	Temp. do Ar	32,0 °C
Temp. da Agua	21,0 °C	Chuvas Ultim.24h	Não
pH	7,0 U.pH	Data Entr. no Lab.	28/09/2004
Período do Ensaio de	28/09/2004		
a	14/10/2004		

Resultados Analíticos

AGUAS BRUTAS E/OU RESIDUARIAS

Parâmetro	Resultado	Unid.Medida	Expresso
DBO TOTAL	193	mg/L	O2
DQO TOTAL	397	mg/L	O2
FÓSFORO TOTAL	4,90	mg/L	P
NITROGÊNIO AMONIACAL TOTAL	14,3	mg/L	N
NITROGÊNIO KJELDAHL TOTAL	52,9	mg/L	N
RESÍDUO FIXO	284	mg/L	
RESÍDUO NÃO FILTRÁVEL FIXO	227	mg/L	
RESÍDUO NÃO FILTRÁVEL TOTAL	350	mg/L	
RESÍDUO NÃO FILTRÁVEL VOLÁTIL	123	mg/L	
RESÍDUO SEDIMENTÁVEL	2,5	mL/L	
RESÍDUO TOTAL	465	mg/L	
RESÍDUO VOLÁTIL	181	mg/L	

Observação As informações referentes a número da amostra, ordem de serviço, solicitação de serviço, dados do cliente e dados da coleta de campo foram transcritas exatamente como apresentadas na ficha de coleta entregue juntamente com a amostra.

Determinações efetuadas com observância dos prazos de preservação recomendados para cada parâmetro, exceto casos apontados como não-conformidade, quando houver.

Nota MÉTODOS DE ANÁLISE BASEADOS NA 20ª EDIÇÃO DO "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" - APHA - AWWA - WEF - 1998.

DBO TOTAL - Incubação a 20°C por 5 dias (método 5210).

DQO TOTAL - Método colorimétrico (método 5220, ítem D).

FÓSFORO TOTAL - Colorimetria automática com molibdato de amônio e ácido ascórbico, após digestão ácida em meio sulfúrico (método 4500-P, ítens B, F).

CONTINUA...

CETESB — Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental — Sede: Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 — CEP 05459—900 — São Paulo — SP — Tel.: (0xx11) 3030—6000. Fax: (0xx11) 3030—6402 — Telex.: 1183053 — C.N.P.J. n.º 43.776.491/0001—70 — Insc. Est. n.º 109.091.375-118 — Insc. Munic. n.º 8.030.313-7 — Site.: www.cetesb.sp.gov.br

FIG. 3 *Anexo 3*

Pág: 1/ 1

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
EAAQ - SETOR DE QUÍMICA ORGÂNICA
BOLETIM DE ANÁLISES

CETESB CRL 0093/99

INMETRO

N.º EAAQ/33502/2006

Laboratório de ensaio acreditado pela Cgcre/INMETRO de acordo com a NBR ISO/IEC 17025 sob o número CRL0093

DADOS GERAIS

Amostra:	0606901
OS:	71201800
Programa:	SABESP NORTE
Emissão do Boletim:	22/02/2006

DADOS DO CLIENTE

Nome:	SABESP CIA SANEAMENTO BASICO EST S PAULO
Endereço:	RUA CONSELHEIRO SARAIVA 519
Município:	SAO PAULO Estado: SP

DADOS DA COLETA

Descrição:	Parque da Juventude - Pto 02 (Jusante) - Córrego Carajás.		
Coletor (es):	Jorge de Souza		
Data da coleta:	09/02/2006	Hora da coleta:	09:20
Tipo:	água bruta		
pH:	7,0	Temp. da Água:	23,0 °C
Temp. do Ar:	29,0 °C	chuvas:	Não

DADOS DO RECEBIMENTO DA AMOSTRA NO LABORATÓRIO

Condições da amostra:	Conforme
Data/hora do recebimento:	09/02/2006 15:29

RESULTADOS ANALÍTICOS
Período do Ensaio: 10/02/2006 a 15/02/2006

Agregados Orgânicos

	Resultado	Unidade
DBO Total	19	mg O2/L
DQO Total	63	mg O2/L

MÉTODOS

DBO Total - Standard Methods for Examination of Water and Wastewater - APHA - AWWA - WEF - 20ª Ed. (1998) - Método 5210 B - 5 - Day BOD Test.
DQO Total - Standard Methods for Examination of Water and Wastewater - APHA - AWWA - WEF - 20ª Ed. (1998) - Método 5220 D - Closed Reflux,Colorimetric Method

NOTAS

Determinações efetuadas com observância dos prazos de preservação recomendados para cada parâmetro,exceto casos apontados como não-conformidade,quando houver.

NEUSA AKEMI N. BESERRA
Gerente de Setor
Registro CETESB: 5452-3
CRQ:04123359

Este bolet imde anál isessó pode ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração
Os resultados desta análise referem-se tão somente à amost raencaminhada
Atendimento ao cliente: fone: 11-3030 7065, fax: 11-3030 6103 e-mai l:apdq@cetesb.sp. gov.br
CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – Sede: Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 – CEP 05459-900 – São Paulo – SP – Tel.: (0xx11) 3030 – 6000, Fax: (0xx11) 3030 – 6402 – Telex.: 1183053 - C.N.P.J. n.º 43.776.491/0001 – 70 – Insc. Est. n.º 109.091.375-118 – Insc. Munic. n.º 8.030.313-7 - Site.: www.cetesb.sp.gov.br

FIG. 4 *Anexo 4*

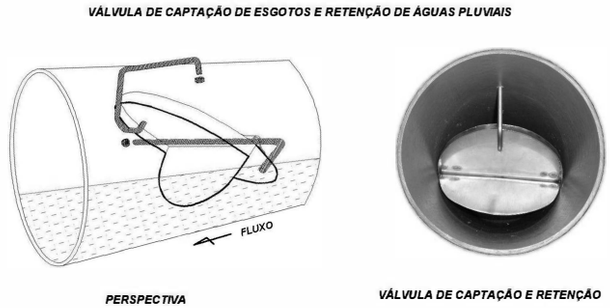


Fig. 5 *Anexo 5*

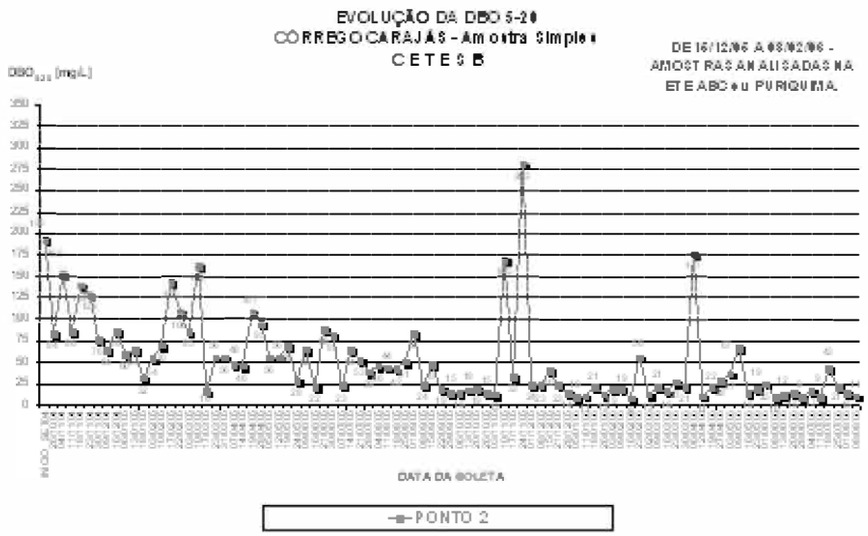


Fig. 6 *Anexo 6: EVOLUÇÃO DAS INTERVENÇÕES COM OS NÍVEIS DE DBO 5-20 CONTROLE SEMANAL*

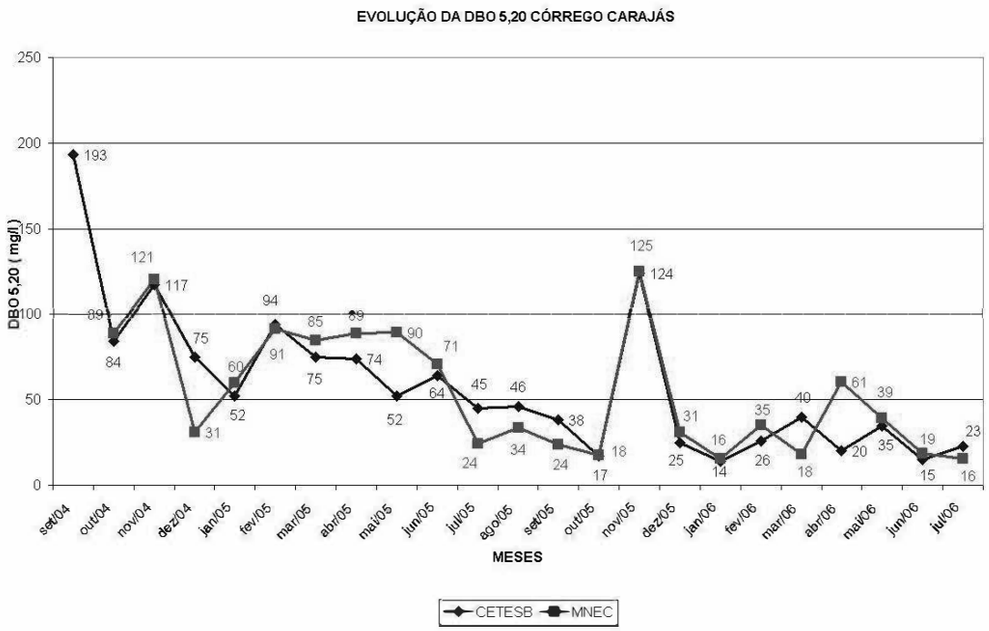


Fig. 7 *MÉDIA MENSAL*

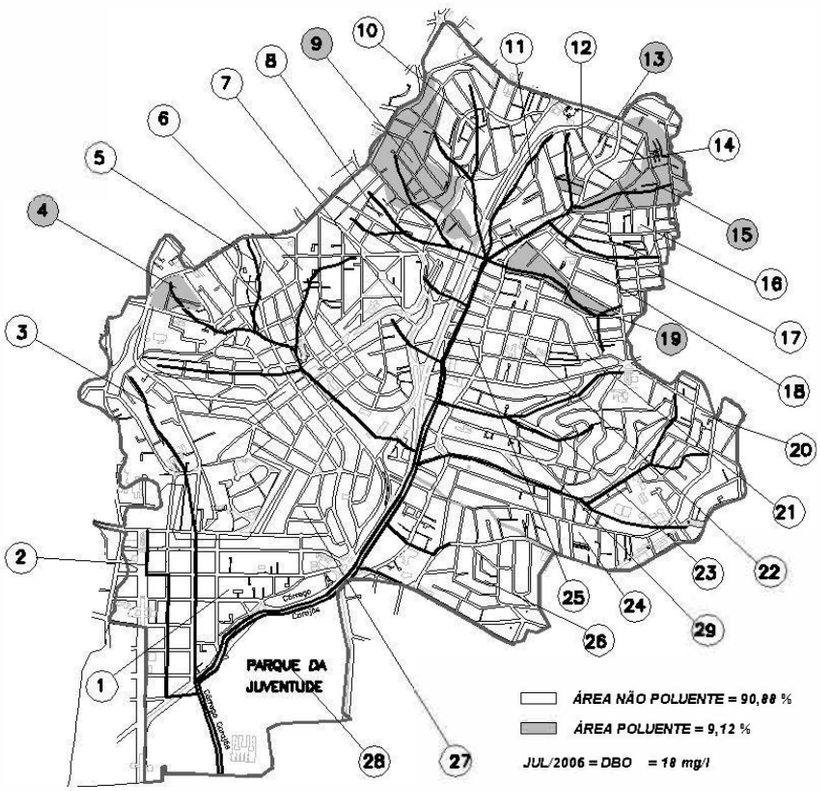


Fig. 8 *Anexo 7: Mapa com áreas despoluídas*

Microbacias	Volume Micromedido (m3/mês)	Percentual de Contribuição
1	25.151	6,55%
2	9.255	2,41%
3	21.425	5,58%
*4	986	0,26%
5	1.952	0,51%
6	65.878	17,16%
7	11.674	3,04%
8	9.335	2,43%
*9	9.054	2,36%
10	18.678	4,87%
11	9.605	2,50%
12	9.708	2,53%
*13	3.898	1,02%
14	2.959	0,77%
*15	10.823	2,82%
16	4.621	1,20%
17	8.407	2,19%
18	6.425	1,67%
*19	5.120	1,33%
20	4.338	1,13%
21	11.881	3,09%
22	7.469	1,95%
23	18.544	4,83%
24	49.168	12,81%
25	4.801	1,25%
26	27.970	7,29%
27	16.838	4,39%
28	2.809	0,73%
29	5.120	1,33%
Totais	383.892	100,00%

9,12%	Lanç. em galeria de águas Pluviais
90,88%	Lanç. em coletor tronco
*	Obras em execução

Fig. 9 *Anexo 8: Tabela com índices de despoluição*

INDICES DE DESPOLUIÇÃO	Lançamento em córregos (L/s)	DBO 5-20 (média mensal)	% Lançamentos em galerias
INICIAL Set/2004	115,03	193	90,88
Atual Jul/2006	10,31	18	9,12

12 ARQUIVO FOTOGRÁFICO: ANTES E DEPOIS



JUL·2005



DEZ·2005



Set/2004



Ago/2006



ABR·2005



NOV·2005



JUL·2005



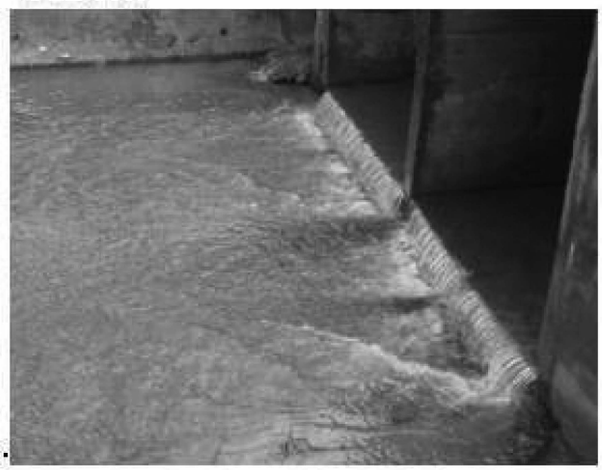
DEZ·2005



MAI·2005



DEZ·2005



Set/2004



Dez/2005



Set 2004



Ago 2006



Jun/2005



Ago/2006



13 ARTIGOS

Portal do Governo do Estado de SÃO PAULO
http://www.saopaulo.sp.gov.br/sis/newsmail.php?nid=55713
Especial do D.O.: Parque da Juventude abre mais espaço de lazer para São Paulo
Sexta-feira, 17 de Setembro de 2004 às 10h25min...
O Parque é cortado pelo Córrego Carajás que vai desembocar no Rio Tietê. A Sabesp atua no bairro de Santana e adjacências para que o córrego passe pelo parque com águas 70% mais limpas do que atualmente ocorre, o que deve acontecer até o próximo mês.
Uma área isolada de 16 mil metros quadrados de bosque com alguns exemplares remanescentes da mata atlântica será utilizada para prática de arborismo. Os visitantes poderão andar pelas árvores em caminhos suspensos. A atividade é inédita em um parque urbano em São Paulo. Outro caminho permitirá o passeio e exploração dentro da mata local.
Regina Amábile
Da Agência Imprensa Oficial
(AM)
Copyright 2006 Governo do Estado de São Paulo – Todos os direitos reservados

Portal do Governo do Estado de SÃO PAULO
http://www.saopaulo.sp.gov.br/sis/lenoticia.php?id=70983
Recursos Hídricos: Sabesp participa do Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental
Quinta-feira, 09 de Fevereiro de 2006
O trabalho "Educação Ambiental na Despoluição do Córrego Carajás" foi escolhido para participar do 8º Congresso a Água no XII SILUBESA – Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. O evento será realizado de 13 a 17 de março, no Centro de Artes e Espetáculos da Figueira da Foz, em Portugal. O projeto foi elaborado pela Sabesp através da Unidade de Negócio Norte e teve como principal objetivo a educação ambiental.
Meio ambiente e cidadania
Inicialmente, a Sabesp realizou obras de engenharia sanitária para mapear e interligar redes coletoras, regularizar ligações clandestinas lançadas em galerias pluviais e garantir a despoluição do Córrego Carajás que deságua no Rio Tietê e passa pelo Parque da Juventude, área de esporte e lazer que recebe 10 mil pessoas por dia.
Muito mais que executar o empreendimento, a Unidade preocupou-se com o envolvimento da comunidade e decidiu inovar. A Empresa identificou escolas da região para de-

senvolver um trabalho com ênfase em Educação Sanitária e Ambiental. A partir daí, foram criadas parcerias com as Diretorias de Ensino e a ONG Água e Cidade para formação de professores, diretores e funcionários das instituições de ensino, envolvimento dos estudantes e seus familiares.

As atividades começaram em 22 de março de 2005 e resultou na certificação de 34 professores em 20 escolas da zona norte de São Paulo, atendendo 2.820 alunos da 5ª série.

Foram distribuídos 17.433 livros para todas as instituições participantes para complementar as demais ações voltadas à conservação dos recursos hídricos e saúde pública em atividades interdisciplinares.

Resultados imediatos

A Sabesp também gerou um trabalho integrado com visitas às estações, eventos, monitoramento da qualidade da água do córrego juntamente com a Cetesb e avaliações do Programa.

Em seis meses de trabalho, as escolas reduziram em 48% o consumo de água, demonstrando que os conceitos foram incorporados e aplicados. A qualidade da água do Córrego Carajás também apresentou melhorias, tendo 83,11% de redução da carga poluidora.

Para José Júlio Pereira Fernandes, Superintendente da Unidade de Negócio Norte, a educação através do uso racional da água potável e para a importância da conservação de rios é importante para o ambiente como um todo. "Atitudes de combate ao desperdício de água resultam em aprendizado e conscientização para as demais questões ambientais tais como lixo, emissões de gases na atmosfera, entre outros problemas demonstrando a verdadeira prática do exercício da cidadania e da democracia."

Assessoria de Imprensa da Sabesp

Copyright 2006 Governo do Estado de São Paulo – Todos os direitos reservados

Portal do Governo do Estado de SÃO PAULO

http://www.saopaulo.sp.gov.br/sis/lenoticia.php?id=72026

Domingo, 26 de Março de 2006 às 17:43

(...)

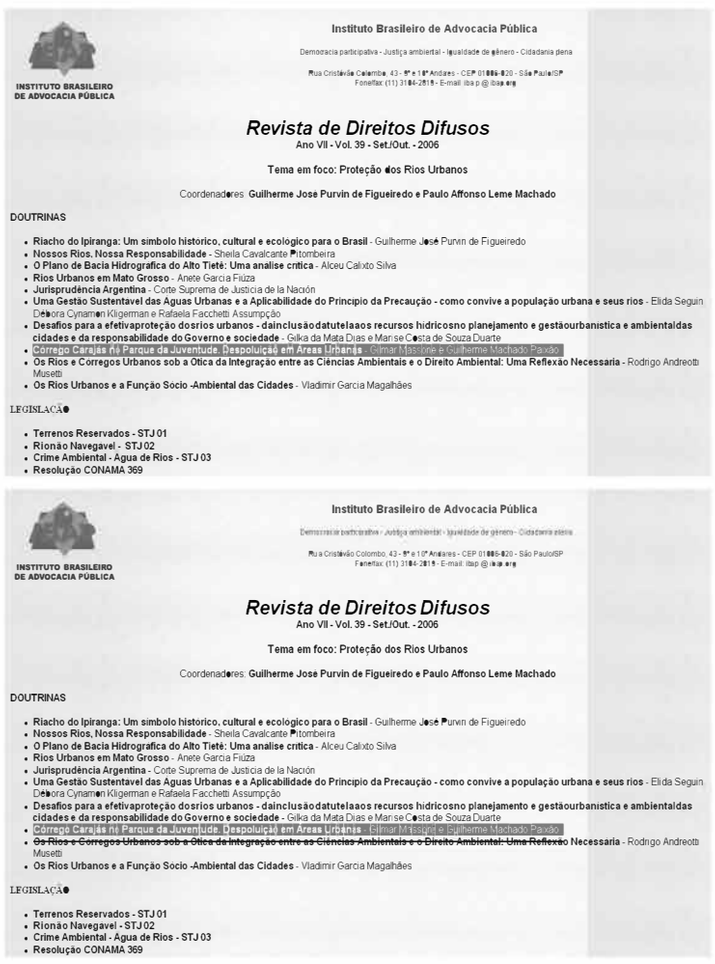
Alckmin anunciou também a despoluição realizada pela Sabesp do córrego Carajás/Carandiru que passa por dentro do parque.

Mudanças

O Parque da Juventude mudou ...

Copyright 2006 Governo do Estado de São Paulo – Todos os direitos reservados

REVISTA SANEAS – MARÇO DE 2006



Instituto Brasileiro de Advocacia Pública

Democracia participativa - Justiça ambiental - Igualdade de gênero - Cidadania plena

Rua Cristóvão Colombo, 43 - 5º e 10º Andares - CEP 01285-020 - São Paulo/SP
Fone/fax: (11) 3104-2815 - E-mail: ibap @ ibap.org

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADVOCACIA PÚBLICA

Revista de Direitos Difusos

Ano VII - Vol. 39 - Set./Out. - 2006

Tema em foco: Proteção dos Rios Urbanos

Coordenadores: **Guilherme Jose Purvin de Figueiredo e Paulo Affonso Leme Machado**

DOUTRINAS

- **Riacho do Ipiranga: Um símbolo histórico, cultural e ecológico para o Brasil** - Guilherme José Purvin de Figueiredo
- **Nossos Rios, Nossa Responsabilidade** - Sheila Cavalcante Pitombeira
- **O Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê: Uma análise crítica** - Alceu Calixto Silva
- **Rios Urbanos em Mato Grosso** - Anete Garcia Fiúza
- **Jurisprudência Argentina** - Corte Suprema de Justicia de la Nación
- **Uma Gestão Sustentavel das Águas Urbanas e a Aplicabilidade do Principio da Precaução - como convive a população urbana e seus rios** - Elida Seguin Débora Cynamon Kligerman e Rafaela Facchetti Assumpção
- **Desafios para a efetivaproteção dosrios urbanos - dainclusão datutelaaos recursos hídricosno planejamento e gestãourbanística e ambientaldas cidades e da responsabilidade do Governo e sociedade** - Gilka da Mata Dias e Marise Costa de Souza Duarte
- **Córrego Carajás nº1 Parque da Juventude: Despoluição em Áreas Urbanas** - Gilmar Massone e Guilherme Machado Paixão
- **Os Rios e Córregos Urbanos sob a Ótica da Integração entre as Ciências Ambientais e o Direito Ambiental: Uma Reflexão Necessaria** - Rodrigo Andreotti Musetti
- **Os Rios Urbanos e a Função Sócio -Ambiental das Cidades** - Vladimir Garcia Magalhães

LEGISLAÇÃO

- **Terrenos Reservados - STJ 01**
- **Rionão Navegavel - STJ 02**
- **Crime Ambiental - Água de Rios - STJ 03**
- **Resolução CONAMA 369**

Instituto Brasileiro de Advocacia Pública

Democracia participativa - Justiça ambiental - Igualdade de gênero - Cidadania plena

Rua Cristóvão Colombo, 43 - 5º e 10º Andares - CEP 01285-020 - São Paulo/SP
Fone/fax: (11) 3104-2815 - E-mail: ibap @ ibap.org

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADVOCACIA PÚBLICA

Revista de Direitos Difusos

Ano VII - Vol. 39 - Set./Out. - 2006

Tema em foco: Proteção dos Rios Urbanos

Coordenadores: **Guilherme Jose Purvin de Figueiredo e Paulo Affonso Leme Machado**

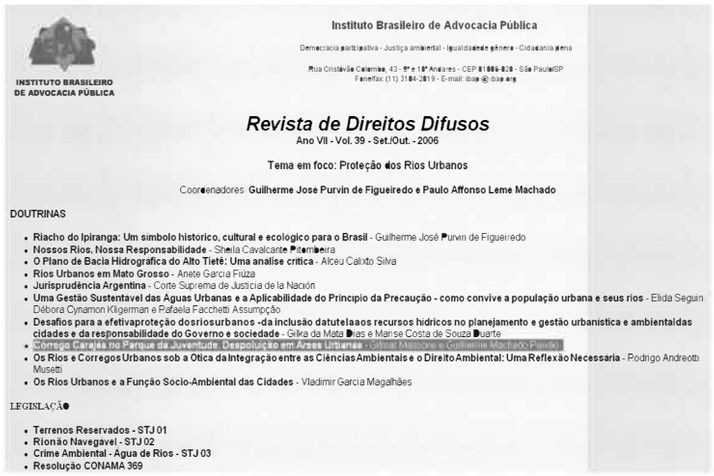
DOUTRINAS

- **Riacho do Ipiranga: Um símbolo histórico, cultural e ecológico para o Brasil** - Guilherme José Purvin de Figueiredo
- **Nossos Rios, Nossa Responsabilidade** - Sheila Cavalcante Pitombeira
- **O Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê: Uma análise crítica** - Alceu Calixto Silva
- **Rios Urbanos em Mato Grosso** - Anete Garcia Fiúza
- **Jurisprudência Argentina** - Corte Suprema de Justicia de la Nación
- **Uma Gestão Sustentavel das Águas Urbanas e a Aplicabilidade do Principio da Precaução - como convive a população urbana e seus rios** - Elida Seguin Débora Cynamon Kligerman e Rafaela Facchetti Assumpção
- **Desafios para a efetivaproteção dosrios urbanos - dainclusão datutelaaos recursos hídricosno planejamento e gestãourbanística e ambientaldas cidades e da responsabilidade do Governo e sociedade** - Gilka da Mata Dias e Marise Costa de Souza Duarte
- **Córrego Carajás nº1 Parque da Juventude: Despoluição em Áreas Urbanas** - Gilmar Massone e Guilherme Machado Paixão
- **Os Rios e Córregos Urbanos sob a Ótica da Integração entre as Ciências Ambientais e o Direito Ambiental: Uma Reflexão Necessaria** - Rodrigo Andreotti Musetti
- **Os Rios Urbanos e a Função Sócio -Ambiental das Cidades** - Vladimir Garcia Magalhães

LEGISLAÇÃO

- **Terrenos Reservados - STJ 01**
- **Rionão Navegavel - STJ 02**
- **Crime Ambiental - Água de Rios - STJ 03**
- **Resolução CONAMA 369**

FIG. 10 *http://www.ibap.org/direitoambiental/rdd/rdd39.htm*



INSTITUTO BRASILEIRO DE ADVOCACIA PÚBLICA

Instituto Brasileiro de Advocacia Pública

Democracia participativa - Justiça ambiental - Igualdade de gênero - Cidadania plena

Rua Cristóvão Colombo, 43 - 9º e 10º Andares - CEP 01406-020 - São Paulo/SP
Fone/fax: (11) 3104-2819 - E-mail: ibap@ibap.org

Revista de Direitos Difusos

Ano VII - Vol. 39 - Set./Out. - 2006

Tema em foco: Proteção dos Rios Urbanos

Coordenadores: **Guilherme Jose Purvin de Figueiredo e Paulo Affonso Leme Machado**

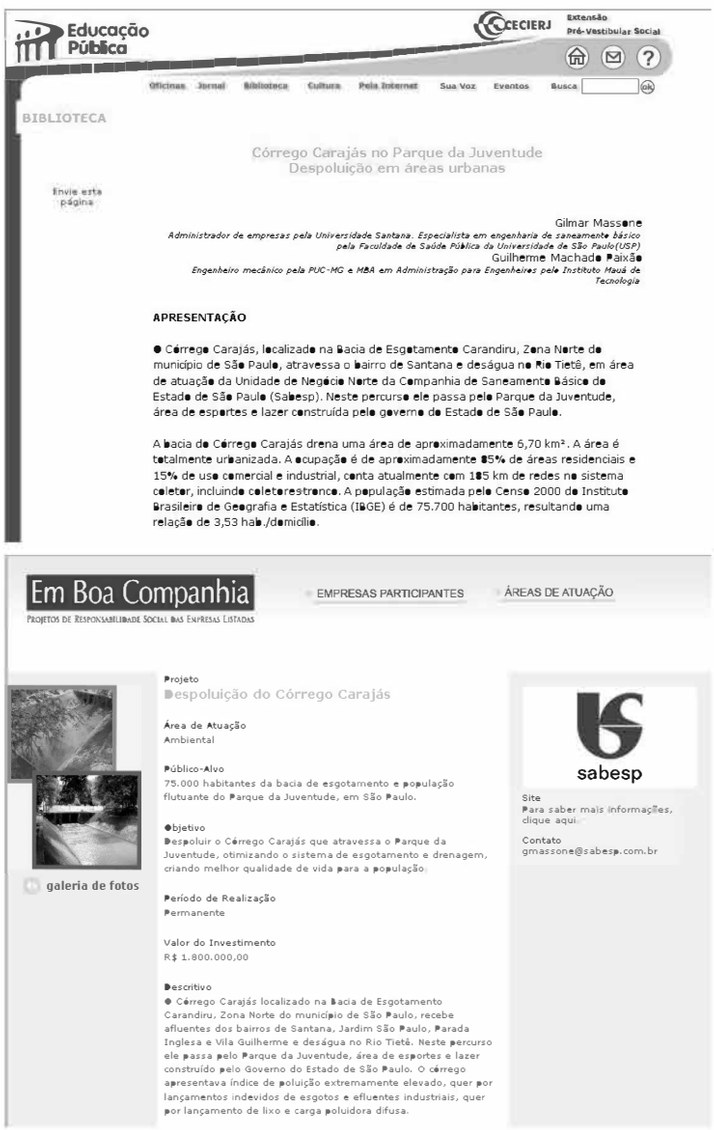
DOUTRINAS

- **Riacho do Ipiranga: Um simbolo historico, cultural e ecologico para o Brasil** - Guilherme José Purvin de Figueiredo
- **Nossos Rios. Nossa Responsabilidade** - Stella Cavalcante Pramsleira
- **O Plano de Bacia Hidrografica do Alto Tietê: Uma analise critica** - Alceu Calixto Silva
- **Rios Urbanos em Mato Grosso** - Anete Garcia Fiuza
- **Jurisprudência Argentina** - Corte Suprema de Justicia de la Nación
- **Uma Gestão Sustentavel das Águas Urbanas e a Aplicabilidade do Principio da Precaução - como convive a população urbana e seus rios** - Elida Seguin Débora Cynamon Kligerman e Rafaela Facchetti Assumpção
- **Desafios para a efetivaproteção dosriosurbanos -da inclusão datutelaaos recursos hídricos no planejamento e gestão urbanistica e ambientaldas cidades e da responsabilidade do Governo e sociedade** - Gilka da Mata Dias e Marise Costa de Souza Duarte
- **Córrego Cordeiro, Parque e Juventude: Despoluição em Área Urbana** - Antônio Marcos Abdalla Machado Pinudo
- **Os Rios e Córregos Urbanos sob a Ótica da Integração entre as Ciências Ambientais e o Direito Ambiental: Uma Reflexão Necessária** - Rodrigo Andreotti Musetti
- **Os Rios Urbanos e a Função Socio-Ambiental das Cidades** - Vladimir Garcia Magalhães

LEGISLAÇÃO

- **Terrenos Reservados - STJ 01**
- **Rionão Navegavel - STJ 02**
- **Crime Ambiental - Água de Rios - STJ 03**
- **Resolução CONAMA 369**

FIG. 11 *http://www.educacaopublica.rj.gov.br/biblioteca/meioambiente/ma10.htm*



Educação Pública

CECIERJ Extensão Pré-Vestibular Social

Oficinas Jornal Biblioteca Cultura Pela Internet Sua Voz Eventos Busca

BIBLIOTECA

Córrego Carajás no Parque da Juventude
Despoluição em áreas urbanas

Envie esta página

Gilmar Massone
Administrador de empresas pela Universidade Santana. Especialista em engenharia de saneamento básico pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP)
Guilherme Machado Paixão
Engenheiro mecânico pela PUC-MG e MBA em Administração para Engenheiros pela Instituto Mauá de Tecnologia

APRESENTAÇÃO

O Córrego Carajás, localizado na Bacia de Esgotamento Carandiru, Zona Norte do município de São Paulo, atravessa o bairro de Santana e deságua no Rio Tietê, em área de atuação da Unidade de Negócio Norte da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp). Neste percurso ele passa pelo Parque da Juventude, área de esportes e lazer construída pelo governo do Estado de São Paulo.

A bacia do Córrego Carajás drena uma área de aproximadamente 6,70 km². A área é totalmente urbanizada. A ocupação é de aproximadamente 85% de áreas residenciais e 15% de uso comercial e industrial, conta atualmente com 185 km de redes no sistema coletor, incluindo coletores-tronco. A população estimada pelo Censo 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) é de 75.700 habitantes, resultando uma relação de 3,53 hab./domicílio.

Em Boa Companhia

PROJETOS DE RESPONSABILIDADE SOCIAL DAS EMPRESAS LISTADAS

EMPRESAS PARTICIPANTES ÁREAS DE ATUAÇÃO

galeria de fotos

Projeto
Despoluição do Córrego Carajás

Área de Atuação
Ambiental

Público-Alvo
75.000 habitantes da bacia de esgotamento e população flutuante do Parque da Juventude, em São Paulo.

Objetivo
Despoluir o Córrego Carajás que atravessa o Parque da Juventude, otimizando o sistema de esgotamento e drenagem, criando melhor qualidade de vida para a população.

Período de Realização
Permanente

Valor do Investimento
R$ 1.800.000,00

Descritivo
O Córrego Carajás localizado na Bacia de Esgotamento Carandiru, Zona Norte do município de São Paulo, recebe afluentes dos bairros de Santana, Jardim São Paulo, Parada Inglesa e Vila Guilherme e deságua no Rio Tietê. Neste percurso ele passa pelo Parque da Juventude, área de esportes e lazer construído pelo Governo do Estado de São Paulo. O córrego apresentava índice de poluição extremamente elevado, quer por lançamentos indevidos de esgotos e efluentes industriais, quer por lançamento de lixo e carga poluidora difusa.

sabesp

Site
Para saber mais informações, clique aqui.

Contato
gmassone@sabesp.com.br

FIG. 12 *http://www.bovespa.com.br/WRS/FormConsultaProjeto.asp?Soem=30&CodProj=96*

Multiescalas

O Meio Ambiente & Você

Daniel Angel Luzzi[1]

[1] Titulação: Doutor / Educação USP - Instituição: Instituto Cognita Educação Digital
Rua/Av.: Dr. Brasílio Machado 380 / conjunto 901 - Cidade/UF: SP CEP: 01230-010
Telefones: (11) 3825-7188 // 8292-4812 Fax: (11) 3825-7188 - E-mail: dluzzi@terra.com.br
Composição da Equipe – Autores Colaboradores
1. Maria Cecília Focesi Pelicioni Titulação: Doutora / Saúde Pública USP - Cargo: Livre-docente
Instituição: Faculdade de Saúde Publica, Departamento de Prática de Saúde Publica, USP
2. Nome: Andrea Luswarghi de Souza - Cargo: Sócia-diretora
Titulação: Mestre (Eng. de Produção e Sistemas/Educação a Distância) UFSC
Instituição: Instituto Cognita Educação Digital
3. Nome: Pedro Jacobi Titulação: Doutor/ Sociologia USP - Cargo: Livre-docente
Instituição: Faculdade de Educação, Departamento de Administração Escolar e Economia da Educação.
3. Nome: Andrea Pelicioni Titulação: Doutora/ Saúde Pública USP - Cargo: Professora
Instituição: Faculdade de Saúde Pública, Departamento de Prática de Saúde Publica, USP

O programa Educar Sociedades Sustentáveis constitui uma alternativa de formação, sensibilização e mobilização comunitária em torno à construção de uma cultura ambiental que possibilite a construção de sociedades sustentáveis. O programa articula os mais avançados métodos pedagógicos, com tecnologias educativas e linguagens altamente visuais que facilitam a motivação e compreensão dos fenômenos estudados.

O programa foi testado durante cinco anos em mais de 150 cidades do Estado de São Paulo, Varginha, Recife e Manaus, beneficiando mais de 800 professores e 28 mil alunos; trabalhando com 47 cidades integrantes da Bacia do Tietê; 17 cidades do Alto Tietê: 10 cidades do Sorocaba Médio Tietê; 7 cidades do Tietê-Jacaré; 6 cidades do Tietê Batalha; e 7 cidades do Baixo Tietê, com 99% de avaliação de satisfação dos professores e gestores educativos envolvidos.

The "EDUCAR Sociedades Sustentáveis" program is an alternative project for learning, sensibilization and comunitary mobilization around the building of an enviromental culture that allow the onset of sustainable societies in brazilian states.

The program takes into account advanced teaching theory toghether with a visual language in the effort to motivate people, providing an easy to understand methodology.

The program was tested during 5 years in more than 150 cities of the State of São Paulo, Varginha, Recife and Manaus, benefitting more than the 800 professors and 28 a thousand pupils; working with 47 integrant cities of the Basin of the Tietê; 17 cities of the High Tietê: 10 cities of the Average Sorocaba Tietê; 7 cities of Tietê-Jacaré; 6 cities of the Tietê Battle; e 7 cities of the Low Tietê; with 99% of evaluation of satisfaction of the professors and involved educative managers.

Palavras-chaves: *Educação Ambiental, Sociedades Sustentáveis, Inclusão Digital, Comunidades de prática.*

Título
PROGRAMA EDUCAR SOCIEDADES SUSTENTÁVEIS
Identificação da área ou subárea (Tabela FAPESP)
7.08.99.00-2 Educação

1 Objetivos

Promover a formação de cidadãos ambientalmente responsáveis, participativos e solidários visando à construção de uma nova cultura que colabore com o desenvolvimento de uma sociedade sustentável.

Criar oportunidades de formação contínua para gestores, funcionários, professores, alunos do ensino básico para agirem como multiplicadores sociais de uma nova cultura de sustentabilidade.

Sensibilizar gestores, funcionários, professores, alunos do ensino básico e cidadãos, através de atividades que utilizem a internet como veículo de aprendizagem, de informação e de integração;

Inovar metodologias e estratégias pedagógicas e didáticas explorando o potencial de articulação social da internet;

Criar um ambiente de diálogo entre professores e alunos de escolas, organizações governamentais e não-governamentais e de universidades brasileiras, gerando intercâmbio de idéias e ações socioambientais.

1.1 Proposta de desenvolvimento do PROGRAMA EDUCAR SOCIEDADES SUSTENTÁVEIS

Educar sociedades sustentáveis é um espaço que oferece projetos educacionais, conteúdos multimídia, recursos didáticos e informações em temas relacionados à sustentabilidade, saúde e meio ambiente. Um espaço dirigido especialmente a gestores, funcionários, professores, alunos do ensino básico e cidadãos de todo o Brasil e países de língua portuguesa.

O programa articula uma série de programas e projetos do Instituto Cognita que possibilitam desenvolver uma estratégia integrada de formação e sensibilização de professores, gestores

escolares, alunos, familiares e comunidades do entorno escolar; produzindo uma verdadeira mobilização comunitária com potencial para gerar uma mudança cultural necessária para a sustentabilidade do planeta.

Esta estratégia permite articular os projetos dispersos das secretarias de educação e das escolas, gerando ações que aproximam as crianças de seus bairros, produzindo um sentimento de pertencimento e resultados concretos na redução no consumo de água e eletricidade (ver figura 1).



Fig. 1 *Fases do programa* Educar sociedades sustentáveis

1.1.1 *Projeto* o meio Ambiente & VOCÊ

O projeto de formação de professores **o meio Ambiente & VOCÊ** integra o programa **educar sociedades sustentáveis**. O projeto está integrado por uma série de módulos de formação semipresencial e a distância de professores, gestores educativos, crianças e jovens das redes de ensino públicas e particulares.

Objetivos do projeto:

Formar professores e gestores educativos em educação ambiental para trabalhar o eixo da sustentabilidade como articulador de temas e projetos nas escolas e secretarias de educação municipais e estaduais.

Carga Horária:

O projeto de formação de professores é integrado por 3 módulos de 32 horas cada, totalizando uma carga horária anual de 96 horas/aula.

Professores Autores e Tutores:

Os cursos contam com palestras presenciais dos autores dos conteúdos e com tutoria on-line 6 dias por semana de especialistas, mestres e doutores em educação ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

Estrutura do projeto O Meio Ambiente & VOCÊ:

A estrutura tem uma sequência didática que, através de um mapa conceitual, inter-relaciona os três cursos, integrando-os em uma estrutura narrativa significante, gerando um processo compreensivo ao articular os diversos módulos do programa de estudo (ver Figura nº 2, p. 16).

O curso é estruturado em três módulos de conteúdo.

O **primeiro módulo, Problemas Ambientais Globais e Nacionais**, analisa os problemas ambientais, destacando a importância dos recursos estudados (atmosfera, florestas e solos, água), o estado de situação dos problemas no Brasil e no mundo, os impactos socioambientais gerados, as origens e alternativas de solução, tanto técnicas como políticas e cidadãs; incorporando o indivíduo como parte que integra o problema e a solução (ver Figura nº 3, p. 17, e Tabela 1, abaixo).

Tab. 1 *Programa do módulo 1 – Problemas Ambientais Globais e Nacionais*

MÓDULO 1 – Problemas Ambientais Globais e Nacionais		
Unidade 1	Unidade 2	Unidade 3
Problemas Atmosféricos	Problemas Florestais	Problemas Hídricos
Efeito estufa natural	Importância das florestas	Importância da água
Contaminação atmosférica	Desmatamento	Acesso
Aquecimento global	Estado do desmatamento mundial	Estado de situação mundial
Impactos da mudança climática	Estado do desmatamento no Brasil	Água potável e serviços sanitários
Dengue	Erosão	Acesso a água potável e saneamento
Energias renováveis ou limpas	Desertificação	Impactos da escassez
Acordos internacionais	Biodiversidade	Uso da água
Camada de Ozônio	Impactos	Técnicas
Alternativas de solução	Alternativas de solução	Acordos Internacionais
		Poluição e impactos da Poluição no Brasil e no mundo
		Alternativas de solução Técnicas, Culturais e de Gestão

O **segundo módulo** analisa a origem cultural dos problemas ambientais, os padrões de produção e consumo sustentáveis e insustentáveis, os valores e formas de pensar o ambiente que têm gerado os problemas vividos e a nova cultura sustentável que é necessário construir como trânsito a uma sociedade sustentável. No módulo 2 enfatiza-se a análise cultural, a análise da propaganda e a ação do cidadão e consumidor responsável, propondo medidas concretas para atuar em favor da sustentabilidade em geral e da proteção dos recursos água, atmosfera, solo e florestas; na casa, no bairro, na escola e empresa; promovendo o consumo responsável, protegendo ao mesmo tempo a saúde pública da população (ver Tabela 2, abaixo).

Tab. 2 *Programa do módulo 2 – Sociedades Sustentáveis e Cidadania Ambiental*

MÓDULO 2 – Sociedades Sustentáveis e Cidadania Ambiental	
Unidade 1	Unidade 2
Modelo de Sociedades Sustentáveis	Cidadania Ambiental
Introdução	Cultura e qualidade de vida
Padrões de produção	Consumo sustentável
Revolução industrial	Mercado
Padrões de consumo Insustentável / Sustentável	Mudança do mercado
Distribuição do consumo	Publicidade
Participação cidadã	Cidadania Ambiental
Degradação ambiental	Consumidor sustentável
Degradação e nível de consumo	Consumidor responsável
Consumidor responsável	Educação para o consumo
Sociedade Sustentável	Recursos didáticos
Recursos Renováveis e Não Renováveis	
Sustentabilidade	
Desenvolvimento sustentável	
Consumo sustentável	

O **terceiro módulo** analisa os métodos para o trabalho destas temáticas na escola, partindo da conceitualização da educação ambiental e do desenvolvimento de projetos no ensino fundamental e médio, não só desde a dimensão curricular, mas também da institucional (cultura e valores) na organização e na sala de aula; e a dimensão contextual, incorporando a análise do bairro, levantando eixos significativos ou centros de interesse (objetivos e subjetivos) para usar na aplicação de projetos interdisciplinares significativos (ver Tabela 3, a seguir).

O curso é realizado com uma metodologia semipresencial ou totalmente a distância, a infraestrutura tecnológica construída – em permanente evolução – permite desenvolver uma estratégia pedagógica que começa na dimensão individual reflexiva, para depois transitar à reflexão grupal interdisciplinar através de ferramentas de comunicação (fórum, mural, chat, e-mail), finalizando no desenvolvimento de ações e projetos interdisciplinares presenciais nas escolas (ver Figura nº 4, p. 18).

O curso conta com um *navegador conceitual* gráfico, através do qual os professores podem estudar os diversos temas sem perder a relação entre os conceitos e os tópicos, favorecendo um estudo compreensivo; a tutoria é de especialistas em Educação Ambiental do NISAM-USP.

Tab. 3 *Programa do módulo 3 – Educação Ambiental: conceitos e práticas*

MÓDULO 3: Educação Ambiental: conceitos e práticas	
Unidade 1	Unidade 2
Conceitos da Educação Ambiental	A Educação Ambiental na Escola
Função social da educação	Ambientalização
Contexto atual	Currículo
Cultura	Transversalidade
Cidadão ambiental	Características Institucionais
Conceitualização	Valores
Complexidade e Interdisciplinaridade	Coerência
Aprendizagem Significativa	Aprendizagem social
Enfoque de Resolução de Problemas	Cultura e currículo oculto
Organização Escolar e Exercício da Cidadania	Participação social
	Compreensão
	Convivência
	Emergentes sociais
	Projetos sociais
	Identidade escolar

1.1.2 *Projeto* Biblioteca de Recursos Didáticos Multimídia *de Meio Ambiente*

Objetivos:

Prover recursos para a formação e sensibilização de professores, alunos e comunidades em educação ambiental para a sustentabilidade, colaborando na formação de cidadãos ambientalmente responsáveis.

Como funciona:

A biblioteca temática pode ser consultada em forma semântica buscando por nível de conhecimento, descritivo, analítico, compreensivo, avaliativo, procedimental repetitivo, procedimental reflexivo.

Os professores, além da Biblioteca de Recursos Didáticos Multimídia, contam com uma ferramenta que possibilita administrar os recursos didáticos digitais para usá-los no planejamento e processo educativo: o professor elabora o plano de aula, busca e anexa os recursos que os alunos trabalharão, define as atividades a realizar, escolhe a forma de avaliação e deixa tudo planejado para que os alunos, tanto nos laboratórios de informática das escolas como nas suas casas, possam desenvolver as atividades com autonomia.

Formatos de Mídia:

A biblioteca suporta diversos formatos de mídia: Conteúdos digitais ilustrados, Animações, Jogos, Vídeos, Artigos e Livros digitais, Atividades interdisciplinares escolares, Atividades de sala de aula para os laboratórios de computação, Sites de referência temática, Glossários de termos ambientais, Áudioaulas., Vídeoaulas.

A biblioteca tem até o momento mais de 1.000 páginas de conteúdo, entre animações temáticas, links para documentos de aprofundamento, atividades de sala de aula, atividades de reflexão individual, links para vídeos, links para sites de referência e jogos (ver Figura nº 5, p. 19).

Temáticas:

Até o momento foram desenvolvidas as seguintes áreas temáticas:

Atmosfera

Efeito estufa natural, Contaminação atmosférica, Aquecimento global, Impactos da mudança climática, Dengue, Energias renováveis ou limpas, Acordos internacionais, Camada de Ozônio.

Florestas

Importância das florestas, Desmatamento, Estado do desmatamento mundial, Estado do desmatamento no Brasil, Erosão, Desertificação, Biodiversidade.

Recursos Hídricos

Importância da água, Estado de situação mundial, Estado da situação no Brasil, Água potável e serviços sanitários, Acesso a água potável e saneamento, Impactos da escassez, Uso da água, Acordos Internacionais.

Sustentabilidade

Padrões de produção, Revolução industrial, Padrões de consumo Insustentável / Sustentável, Distribuição do consumo, Participação cidadã, Degradação ambiental, Degradação e nível de consumo (água, lixo, ar, agrotóxicos).

Consumidor responsável

Sociedade sustentável, Recursos Renováveis e Não Renováveis, Sustentabilidade, Desenvolvimento sustentável, Sociedade Sustentável, Consumo sustentável.

Cultura Ambiental

Consumo sustentável, Mudança do mercado, Publicidade, Cidadania Ambiental, Consumidor sustentável e responsável, Educação para o consumo.

Educação Ambiental

Função social da educação, Contexto atual, Cultura, Conceitualização da Educação Ambiental, Complexidade e Interdisciplinaridade, Aprendizagem Significativa, Enfoque de Resolução de Problemas, Organização Escolar e Exercício da Cidadania, Ambientalização escolar, Transversalidade, Características Institucionais, Valores e Coerência, Aprendizagem social, Cultura e currículo oculto, Emergentes sociais, Projetos sociais, Identidade escolar.

c) Projeto INDICADORES DE CIDADANIA AMBIENTAL – Para transformar conhecimento em ação

Para colaborar com a meta de formar uma sociedade sustentável, a educação ambiental não pode se limitar à dimensão conceitual, analisando os problemas em forma teórica; a construção de hábitos e atitudes está mais relacionada com a vivência cotidiana das pessoas e com o partilhamento de valores no grupo social do qual tomam parte.

Nesse sentido, o Instituto Cognita tem desenhado uma série de ferramentas que possibilitam elaborar estratégias de sensibilização de professores, alunos, funcionários ou cidadãos que, indo além da teoria, possam não só construir hábitos e atitudes duradouras, mas ao mesmo tempo mudar a realidade do processo de consumo atual, no qual o desperdício é uma realidade chocante; por isso, os projetos estimulam o uso consciente dos recursos naturais e a redução do consumo de água, energia e outros produtos e serviços nocivos ao ambiente e às pessoas.

O projeto INDICADORES DE CIDADANIA AMBIENTAL ajuda a transformar valores em comportamentos, hábitos e atitudes que preservam o meio ambiente e a qualidade de vida das comunidades.

É um espaço interativo e divertido que funciona como uma ferramenta para organizar campanhas e concursos de redução do consumo de água e energia, permitindo ao usuário acompanhar os resultados de sua evolução no dia-a-dia.

O sistema

Saber quanta água e energia consumimos a cada dia e em que a gastamos é importante para fazer um uso racional. O sistema criado pelo Instituto Cognita permite não só isso, mas também analisar o consumo no tempo, tirando a média de um período predeterminado. No sistema também podem ser cadastradas as famílias dos participantes, convertendo-se em um jogo coletivo de construção de hábitos e atitudes grupais e familiares. O sistema ainda nos ajuda a saber a média de consumo do grupo da sala de aula (turma ou classe) ou da empresa (por unidades de negócio, departamentos, fábricas etc.; por cidade, região, país). Um dos objetivos do INDICADORES DE CIDADANIA AMBIENTAL é que o participante analise onde gasta mais água e energia, dando dados e estímulo para a mudança (ver Figura nº 6, p. 20).

Valor investido ou financiado e contrapartidas (se houver)	
Desenvolvimento tecnológico	R$250.000
Desenvolvimento de conteúdos, animações digitais, ilustrações	R$400.000
Custos operacionais, tutores, suporte técnico, secretaria, internet, LMS	R$100.000
Professores, pesquisadores, recursos físicos	R$54.000
Total	R$804.000

Contrapartes	
Instituto Cognita Educação Digital	R$720.000
Secretaria de Educação do Estado de São Paulo	R$5.000
Secretaria de Educação de São José dos Campos	R$25.000
Total	R$750.000

Fonte(s) de financiamento(s) externa(s) à Universidade	
Recursos	**Custo**
Secretaria de Educação do Estado de São Paulo: Recursos humanos: Professora Marlene Gardel, Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas (CENP). Recursos físicos: uso de sala de conferências, data show, lap-top, som.	R$5.000
Secretaria de Educação Municipal de São José dos Campos: Recursos humanos: Therezinha Rosa, Ainda Maria C.M.Godoy (orientadora de enriquecimento curricular) e coordenadora de informática educativa. Recursos físicos: Laboratório de informática nas escolas e outros centros municipais, uso de sala de conferência, uso de equipamentos de som e data show.	R$25.000
Cognita Educação Digital, microempresa inovadora de Educação e Comunicação Digital: financiou a Produção dos módulos, a produção da tecnologia (LMS), a produção das animações multimídia, os técnicos para a elaboração da estratégia pedagógica e de comunicação, a contratação de tutores especialistas em Educação Ambiental do NISAM-USP.	R$720.000
Total	R$750.000

Financiamento interno (Universidade – estimar custos indiretos)	
Recursos	**Custo**
Prof. Dr. Daniel Luzzi (FE-USP e FSP-USP – NISAM-USP)	R$30.000
Prof. Dr. Pedro Roberto Jacobi (PROCAM-USP)	R$6.000
Prof. Fernando Monteiro (PROCAM-USP)	R$1.500
Profa. Liliana Estarobinas (Cidade do Conhecimento, Instituto de Estudos Avançados USP)	R$500
Equipe da Faculdade de Saúde Pública (FSP-USP), Departamento de Práticas de Saúde Pública, que fez a pedido da Secretaria de Estado de Educação a assessoria, o acompanhamento e avaliação do projeto	R$6.000
Recursos físicos: uso de Sala de conferências (data show, som), publicação do portal na internet, gravação e publicação de áudios de palestras na internet	R$1.000
Total	R$54.000

2 Alcance dos resultados em termos de contribuição para a sustentabilidade da Bacia do Alto Tietê, segundo os seis parâmetros conceituais adotados nos itens 1. a-f.

O projeto, segundo avaliações e depoimentos dos professores e das Secretarias de Educação participantes, tem produzido uma maior compreensão da dimensão ecológica ou biofísica do socioambiente (a); mudanças significativas no eixo social (b), não só em relação aos alunos, mas ao entorno familiar e social, contribuindo com a construção de cidadania ambiental e uma sociedade sustentável; ao eixo político institucional (c), ao trabalhar com diretores, subdiretores e assistentes técnico-pedagógicos, produzindo uma mudança que transformará a organização político-institucional das escolas; no eixo de sustentabilidade geográfica (e) ao pôr em comunicação entre si as escolas e professores das 47 cidades da Bacia; no eixo de sustentabilidade cultural (f), ao promover novos valores e formas de conduta.

Até agora o programa alcançou 800 professores de 150 cidades, dos estados de São Paulo, Pernambuco, Minas Gerais e Amazonas, impactando mais de 28.000 alunos.

O programa teve início em 2003, em uma parceria entre o Instituto Cognita, a Cidade do Conhecimento do Instituto de Estudos Avançados da USP, o PROCAM-USP (Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental) e a Faculdade de Educação da USP. Desde então, o projeto foi sendo aplicado ano a ano, ajustado, atualizado e acrescentado. Assim, em 2003 foi desenvolvido um piloto com professores da rede pública na USP; em 2004, foi aplicado um piloto na Secretaria de Educação de Rio Grande da Serra; em 2005, foi desenvolvido um piloto em Mauá (Grande São Paulo), Varginha, Recife e Manaus; no ano de 2006, em 147 cidades do Estado de São Paulo e em 2007 em São José dos Campos.

a) Piloto na Secretaria de Educação do Estado de São Paulo

O projeto piloto foi desenvolvido em parceria com a Secretaria de Educação do Estado de São Paulo em 147 cidades (ver Figura nº 7, p. 21), entre as quais estão 47 escolas de cidades integrantes da Bacia do Tietê; 17 cidades do Alto Tietê: 10 cidades do Sorocaba Médio Tietê; 7 cidades do Tietê-Jacaré; 6 cidades do Tietê Batalha e 7 cidades do Baixo Tietê.

O projeto foi desenvolvido no ano de 2006 e contou com o acompanhamento e avaliação permanentes da Dra. Maria Cecília Focesi Pelicioni, livre-docente do Departamento de Prática de Saúde Pública da Faculdade de Saúde Pública da USP (ver Figura nº 8, p. 23).

A avaliação da experiência foi muito positiva, alcançando 99% de satisfação dos professores participantes; 91% dos professores consideraram o conteúdo ótimo e 9% bons; 90% das fontes de informação ótimas e 9% boas; 98% de avaliação positiva das atividades do curso (ver Gráfico nº 1, p. 22).

A experiência desenvolvida junto à Secretaria de Educação do Estado de SP foi avaliada pelo Prof. José Carlos Neves Lopes, Coordenador da CENP (ver Figura no. 9, p. 25).

Também contou com depoimentos muito significativos dos professores envolvidos:

"Considerando que sou um professor da velha guarda, dos cursos presencias e de certa forma resistente e desconfiado das novidades pedagógicas, fiquei surpreso com a linha do curso, que ***surpreendeu minhas expectativas.*** *Realmente espero que haja pessoas com sensibilidade e critério de avaliação para dar continuidade a cursos com essa arquitetura. Aos envolvidos nessa tarefa me solidarizo com os esforços para concretização desse trabalho. Tenham a certeza de que sei dos obstáculos para que vocês suplantassem todas as dificuldades para divulgar, acima de tudo,* ***idéias e atitudes para uma escola melhor, um mundo melhor.*** *A todos vocês meus mais sinceros agradecimentos."* Antonio Paulo de Amorim Ferreira de Moraes, professor de ciências, PCP – São Vicente (ver mais depoimentos, Figura nº 10, p. 26).

b) O programa foi também testado junto à Secretaria de Educação de São José dos Campos

O Instituto Cognita, em parceria com a Prefeitura de São José dos Campos, desenvolveu um projeto piloto do Programa o meio ambiente & você com 120 professores da rede municipal de educação, de abril a julho de 2007.

A avaliação da experiência foi bastante positiva, alcançando 94% de satisfação dos professores participantes; 78% dos professores avaliaram o conteúdo do curso como ÓTIMO e 22%, BOM; 70% das fontes de informação ÓTIMAS e 30% BOAS, entre outros dados positivos alcançados (ver Gráfico nº 2, p. 27).

A experiência desenvolvida junto à Secretaria de Educação foi avaliada pela Profa. Maria América de Almeida Teixeira, da Secretaria Municipal de Educação (ver Figura nº 11, p. 28).

E também tivemos depoimentos muito importantes dos professores participantes:

"Esse curso foi realmente maravilhoso! Os conteúdos foram trabalhados de uma maneira fácil e gostosa de se estudar, sem marasmos! Achei a navegação e as ferramentas também muito simples e de fácil entendimento, principalmente para alguém como eu, que nunca fez um curso on-line por não saberi usar adequadamente um computador." Maria Aparecida Moreira da Silva Agra (ver mais depoimentos, Figura nº 12, p. 29).

c) Avaliações Externas

MEC

O programa educar sociedades sustentáveis e os cursos da série o meio ambiente & você foram pré-qualificados como **tecnologias educacionais que promovem a qualida-**

de da educação básica pelo Ministério da Educação. A pré-qualificação deu início ao primeiro Guia de Tecnologias Educativas de Alta Qualidade elaborada pelo MEC (ver Anexo nº 1, p. 30).

Prof. John Tiffin, PhD Harvard

Autor dos livros *Em busca da sala de aula virtual*, 1995, *Hyper Reality – o que vem depois da internet*, 2001, e *A Universidade Virtual e Global*, 2003 (Editora Artmed). Fundador das primeiras TVs educativas na América Latina e África na década de 1960 (ver Anexo nº 3, p. 31).

d) Apresentação do programa em eventos

- O programa tem sido selecionado como experiência de referência do Brasil pelo júri do Congresso Internacional Virtual Educa Brasil, organizado pela UNESCO, OEA, OEI, GDLN e o MEC.

O projeto foi apresentado no painel junto ao SENAI e ao RIVED/MEC (ver Anexo nº 4, p. 32).

3 Potencial de difusão da metodologia e da experiência para comitês de bacia hidrográfica em São Paulo e no Brasil, prefeituras municipais e órgãos estaduais com atuação regional na área metropolitana de São Paulo.

Como observamos no desenvolvimento das experiências práticas nos pilotos, o projeto pode abranger a Bacia Hidrográfica do Tietê como um todo, articulando a formação e sensibilização não só de professores, mas de gestores, técnicos, cidadãos e políticos, e em especial dos meios de comunicação, fortalecendo a integração regional das prefeituras, escolas, comitês de bacias e organizações da comunidade, entre outros.

A metodologia e os recursos tecnológicos desenvolvidos podem ser aplicados a diversas áreas de conhecimento como gestão ambiental, gestão de recursos hídricos, saúde ambiental, saúde escolar, ecomercado, saneamento, capacitação e treinamento técnico para projetos consorciados, entre outros.

Ao mesmo tempo, as ferramentas de comunicação e de planejamento desenvolvidas e em desenvolvimento podem facilitar a integração de redes técnicas e sociais, o trabalho conjunto de prefeituras e o fomento e integração de órgãos, entidades e prefeituras.

Por fim, é importante destacar que a metodologia pedagógica de objetos de aprendizagem (*learning objects*) utilizada possibilita uma total flexibilidade na gestão dos conteúdos do sistema, facilitando assim a sua customização para as diversas bacias hidrográficas de todo o país.

4 Principais dificuldades na realização do projeto

A principal dificuldade do projeto tem sido a busca de financiamento ou patrocínio, tanto de prefeituras como de empresas públicas e privadas, para a atualização e ampliação dos conteúdos, desenvolvimento e manutenção da tecnologia envolvida (LMS, conectividade, suporte técnico), custos de administração, atendimento dos professores participantes, custeio dos professores tutores especialistas, mestres e doutores que acompanham os cursos e financiamento para elaboração de materiais impressos e digitais de apoio ao programa, entre outros custos.

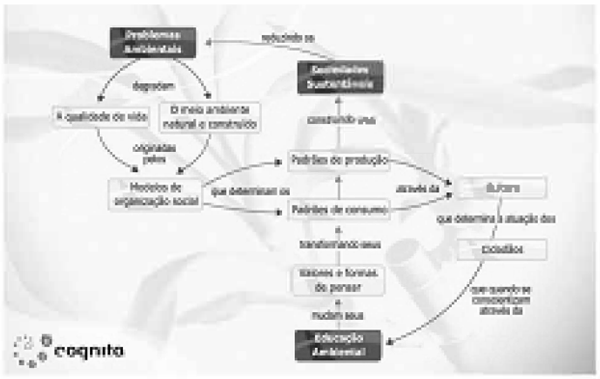


Fig. 2 *Mapa conceitual do curso o meio ambiente e você*







FIG. 3 *Capas das unidades de estudo do curso O meio Ambiente e Você*

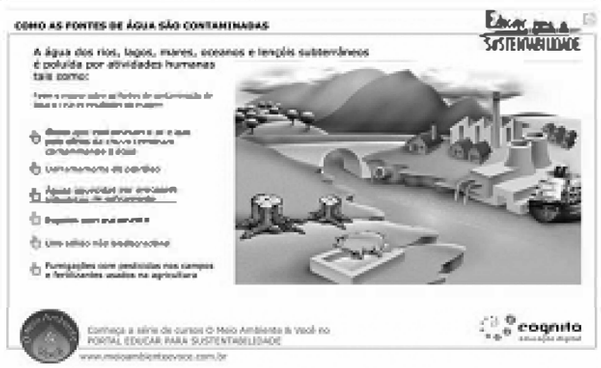


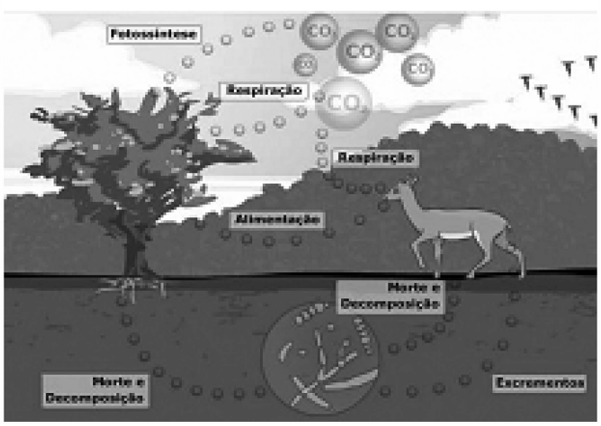
FIG. 4 *Sistema tecnológico para comunidade de aprendizagem*











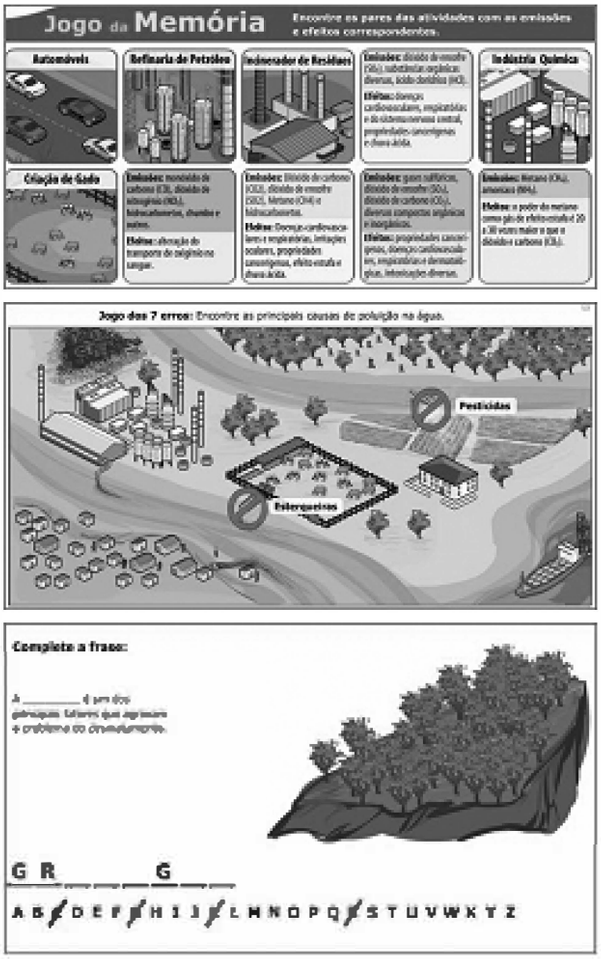


FIG. 5 *biblioteca de recursos didáticos multimídia*

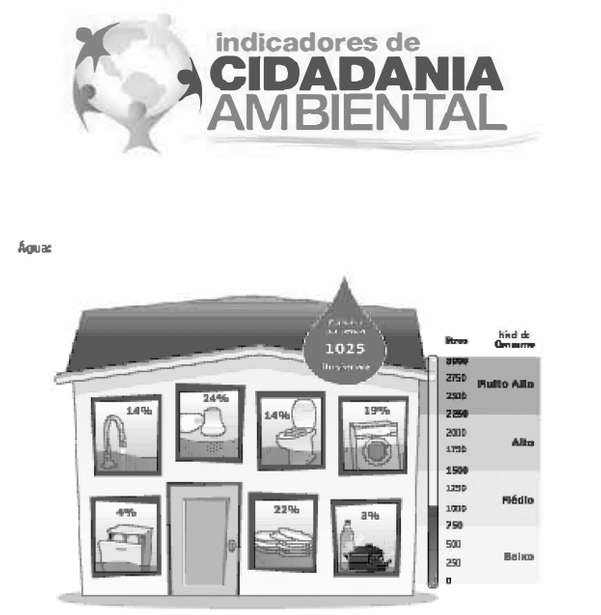
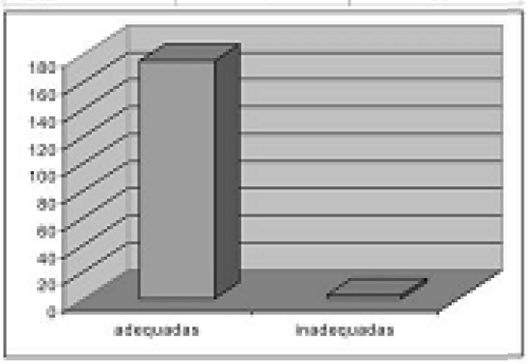


FIG. 6 *Sistema de indicadores de cidadania ambiental – temas Água e Energia.*

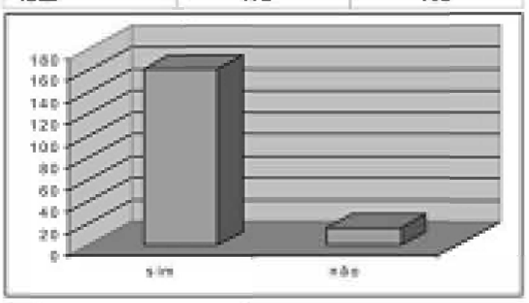


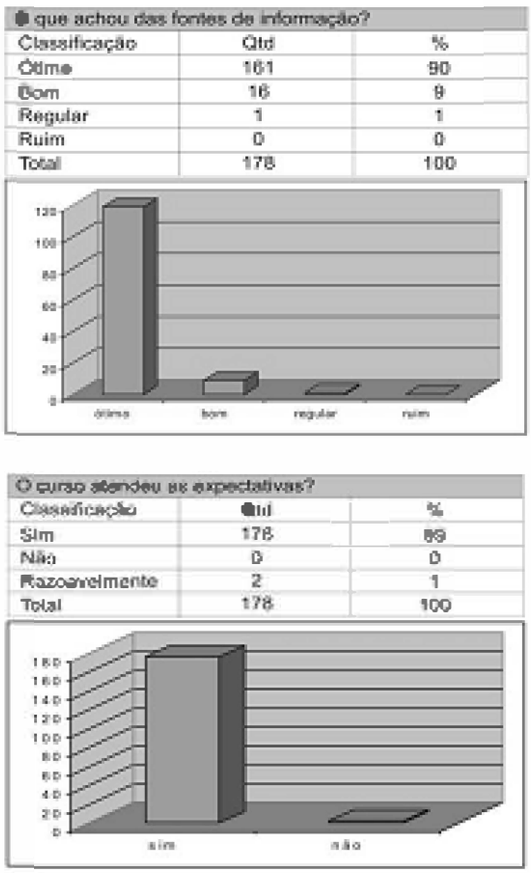
FIG. 7 *Cidades participantes do projeto piloto na Secretaria de Educação do Estado de São Paulo*

Como avalia as atividades propostas no curso		
Classificação	Qtd	%
Adequadas	175	98
Inadequadas	3	2
Total	178	100



O que achou do conteúdo exposto?		
Classificação	Qtd	%
Ótimo	162	91
Bom	16	9
Regular	0	0
Ruim	0	0
Total	178	100





O que achou das fontes de informação?		
Classificação	Qtd	%
Ótimo	161	90
Bom	16	9
Regular	1	1
Ruim	0	0
Total	178	100

O curso atendeu as expectativas?		
Classificação	Qtd	%
Sim	178	89
Não	0	0
Razoavelmente	2	1
Total	178	100

Fig. 8 *Gráfico nº 1: Avaliação de satisfação dos professores do curso piloto no Estado de São Paulo*

Acompanhamento Acadêmico e Avaliação de Processo
Prof. Dr. Maria Cecília Focesi Pelicioni

Acompanhei a realização do projeto O MEIO AMBIENTE & VOCÊ do curso de capacitação em Educação Ambiental on-line para professores do Ensino Fundamental e Médio da rede de ensino do Estado de São Paulo promovido pela empresa Cognita – Educação Digital, no período de 1 de novembro a 15 de dezembro de 2006, com duração de 90 horas.

O curso foi testado por três anos na Cidade do Conhecimento da USP, onde nasceu como um projeto experimental de formação de professores em educação ambiental, tendo mais tarde feito parte de programa de responsabilidade social de algumas empresas. A cada aplicação foi ajustado e teve seu conteúdo ampliado para cerca de mil telas, setenta animações, jogos, sugestões de atividades para salas de aula, links para vídeos, sites de fontes de informação e bibliografias que foram sucessivamente sendo atualizadas.

Esse projeto pretende ser uma alternativa que contribua para o Programa Internacional de Educação para o Desenvolvimento Sustentável da Unesco.

O curso constituiu-se por 3 módulos de 30 horas e o grupo foi subdividido e acompanhado por 5 tutoras de diferentes formações e uma coordenadora da tutoria, tendo como característica comum serem especialistas em Educação Ambiental, formadas em Curso de Pós-Graduação *lato sensu* da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, que tem entre seus objetivos a realização de tutoria e orientação da inserção de atividades educativas em sala de aula e em laboratórios de informática.

Recebi desde o início senha e login que permitiram acompanhar no decorrer do curso as avaliações realizadas pelos professores participantes e tutoras, suas dificuldades, anseios, comentários e sugestões, a seguir relatados.

No mesmo período tive contato com as tutoras e nesses momentos pudemos analisar o desenvolvimento do processo em pauta.

Por meio dos questionários de avaliação aplicados antes e depois do curso pude complementar informações úteis para a confecção do presente parecer.

Segundo depoimentos dos professores, o curso atingiu seus objetivos em todas as turmas, mesmo que o período do ano letivo no qual foi oferecido tenha sido inadequado por impossibilitar muitas horas de dedicação das pessoas que tinham a responsabilidade de encerrar as disciplinas oferecidas atribuindo notas aos trabalhos dos alunos.

O conteúdo em que estão incluídos os textos sobre a temática é formado por vasto e moderno referencial bibliográfico, as atividades sugeridas e os vídeos disponibilizados foram aprovados pelas suas qualidades e pertinência, de modo que as expectativas foram atendidas.

A ausência ou dificuldades de acesso à internet e/ou ao computador em algumas escolas também acabou trazendo alguns problemas, fazendo com que parte dos professores só pudesse acessar o curso de suas residências, o que limitou o tempo de estudo. Muitas vezes, no caso dos alunos, também não havia disponibilidade de computadores "em número suficiente e em bom estado".

Em relação às ferramentas utilizadas pelos professores, a avaliação demonstrou que o mapa de navegação, os mapas conceituais, o fórum, o correio, o mural, o glossário e a bibliografia foram considerados pela maioria como ótimos e bons.

Os educadores puderam compreender e colocar em prática parte das reflexões realizadas durante o curso, mesmo quando tiveram que adaptar o conteúdo usando sua criatividade em sala de aula. Consideraram a linguagem accessível e a disposição dos assuntos de fácil entendimento, "coerentes com a realidade".

As animações foram consideradas excelentes, estimulando os participantes a cada nova tela. Os professores terminaram o projeto motivados a fazer outros cursos on-line e entusiasmados com os resultados obtidos.

Fig. 9 *Parecer da Profa. Dra. Maria Cecília Focesi Pelicioni, livre-docente da USP, Faculdade de Saúde Pública, Departamento de Prática de Saúde Pública.*

"Assim como a Adriani, espero que o curso tenha continuidade.

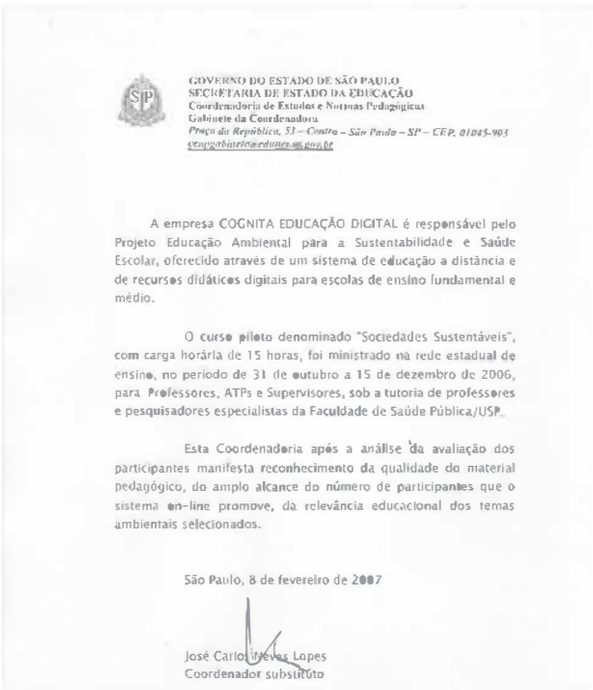
Foi ***muito gratificante participar deste curso****, entrar em contato com textos de qualidade, com pessoas que vivenciam experiências de vida muito enriquecedoras, com uma tutora tão capaz e que soube direcionar os debates para uma aprendizagem qualitativa.* ***Com certeza minha prática pedagógica não será a mesma depois deste curso."***

Danival Samuel da Silva, professor de Geografia – E. E. Otoniel Mota, Ribeirão Preto

*"**Adorei o curso**, aprendi muito e gostaria que tivesse continuidade e que pudesse participar novamente, pois foi muito enriquecedor, tanto na parte educacional como também pessoal, pois já **penso duas vezes antes de consumir ou descartar algo.** Também **pretendo utilizar todo o aprendizado no próximo ano com os alunos."***

Vanusa Maria Silva Santos, professora de Biologia – E.E.Profª Clotilde Peluso, Santo André

FIG. 10 *Depoimentos dos professores participantes no projeto piloto com a Secretaria Estadual de Educação do Estado de São Paulo*



GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO
Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas
Gabinete da Coordenadora
Praça da República, 53 – Centro – São Paulo – SP – CEP. 01045-903
cengabinete@edunet.sp.gov.br

A empresa COGNITA EDUCAÇÃO DIGITAL é responsável pelo Projeto Educação Ambiental para a Sustentabilidade e Saúde Escolar, oferecido através de um sistema de educação a distância e de recursos didáticos digitais para escolas de ensino fundamental e médio.

O curso piloto denominado "Sociedades Sustentáveis", com carga horária de 15 horas, foi ministrado na rede estadual de ensino, no período de 31 de outubro a 15 de dezembro de 2006, para Professores, ATPs e Supervisores, sob a tutoria de professores e pesquisadores especialistas da Faculdade de Saúde Pública/USP.

Esta Coordenadoria após a análise da avaliação dos participantes manifesta reconhecimento da qualidade do material pedagógico, do amplo alcance do número de participantes que o sistema on-line promove, da relevância educacional dos temas ambientais selecionados.

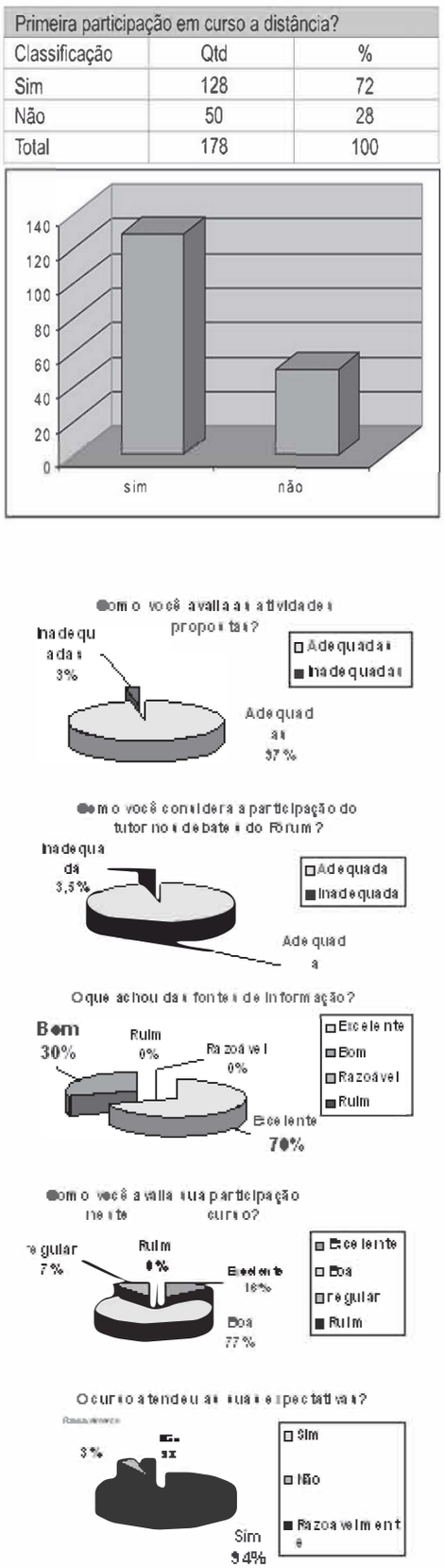
São Paulo, 8 de fevereiro de 2007

José Carlos Nevas Lopes
Coordenador substituto

FIG. 11 *Carta da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo*

Estou gostando muito do curso, as informações que venho recebendo mudaram muito meu modo de pensar e agir. Minhas novas atitudes estão influenciando não só meus alunos, mas todas as pessoas que convivem comigo.
Rosani Virgínio Silva

Estou adorando fazer este curso e já comecei a aplicar com os meus alunos em sala de aula. Estou aplicando a atividade do muro de lamentações e a árvore da esperança e estou obtendo grandes resultados.
Miriam Amaral Rocha Gomes de Oliveira



Primeira participação em curso a distância?		
Classificação	Qtd	%
Sim	128	72
Não	50	28
Total	178	100

FIG. 12 *Gráfico nº 2: Avaliação de satisfação dos professores do curso piloto em São José dos Campos*

Gostei muito do conteúdo, tanto que voltei muitas vezes aos assuntos propostos. Me esforcei para aprender bastante e colocar em prática o material que nos forneceram, mas ainda falta a parte prática para os alunos, pois apenas utilizei um texto; pretendo fazer junto aos colegas outras dinâmicas com os alunos. Parabéns aos organizadores e sucesso nos próximos cursos. Os pontos fortes: o fórum, murais, conteúdo, a integração dos colegas.
Neide de Carvalho Bueno Marques

Explorei o máximo dentro das minhas possibilidades, aprendi muito com os conteúdos e a troca de experiências com colegas. Como pontos fortes posso mencionar todos os conteúdos, desde os textos, sugestões de vídeos e outros, foram riquíssimos, o que acho que precisa melhorar é a navegação, principalmente na hora de publicar as atividades, tive várias dificuldades. Quanto ao tutor, ele foi MARAVILHOSO! Obrigada.
Iraci Monteiro da Silva

Fig. 13 *Depoimentos dos professores participantes do projeto piloto com a Secretaria Estadual de Educação do Estado de São Paulo*

Anexo nº 2: Avaliação do MEC O Portal Educar para a Sustentabilidade[1] e os Cursos da Série "O meio Ambiente e Você" foram pré-qualificados como tecnologias educacionais que promovem a qualidade da educação básica pelo Ministério da Educação, fazendo parte do Guia de Tecnologias Educativas de Alta Qualidade elaborado pelo MEC.

Anexo nº 3: Avaliação do Prof. John Tiffin, PhD Harvard

New Zeeland, november 2006

Andrea,

Thank you for allowing me to examine the educational materials your company Cognita has developed for the field of environmental studies. From my perspective as an instructional designer I am most impressed. This is a comprehensive coverage of the environmental studies curriculum. It provides coursework that could be used both in conventional instructional settings and for E-Learning. The use of pictorial devices and animations along with the economic use of straightforward text mean that it can be used by learners over a broad age range and with a minimum of pre-requisites. But what impresses me most is the organization that has gone into this body of work. Perhaps because I did my doctorate with Robert Gagne, I find a structure like this is key to making a subject accessible not only to learners but to teachers. I will go further. Currently I am designing courseware in English for a global market. It is on transport studies and touches on environmental themes so that I have been looking at resources in this field. I would have to say that I am not aware of any equivalent body of work in English.

These materials could be used at a global as well as national level, in English and Spanish as well as in Portuguese. Given that the problem they address and the need for such instructional materials is global and critical for all of us at a point in time when there is rapidly growing concern for climatic change. I would urge you to seek a wider market than your own country.

Congratulations, Dr John Tiffin, Professor Emeritus of the David Beattie Chair of Communications at Victoria University of Wellington

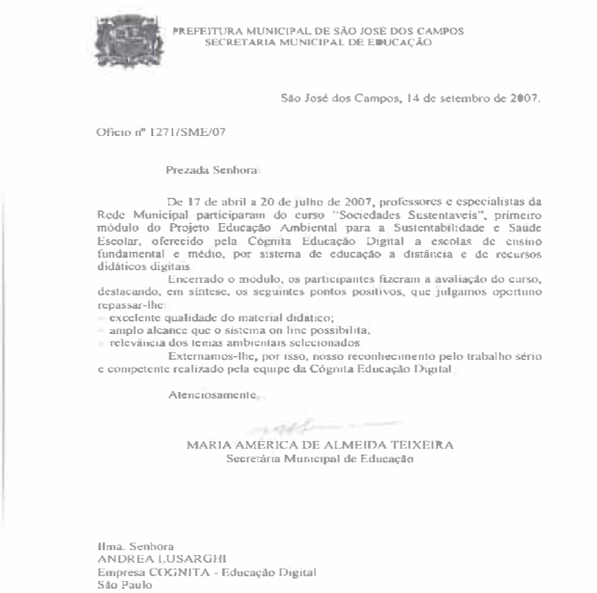
Anexo nº 4: Eventos nos quais foi apresentado o programa EDUCAR SOCIEDADES SUSTENTÁVEIS

O Instituto Cognita apresenta o projeto O Meio Ambiente & VOCÊ no Congresso Internacional Virtual Educa Brasil 2007.

O Instituto Cognita organiza Seminário em parceria com a Faculdade de Saúde Pública e a Cidade do Conhecimento da USP para análise e discussão do projeto o Meio Ambiente & VOCÊ.

O Instituto Cognita apresenta o projeto o Meio Ambiente & VOCÊ no evento de lançamento da Cidade do Conhecimento 2.0 que aconteceu na Faculdade de Economia e Administração da USP.

O Instituto Cognita organiza Seminário em parceria com o SIEEESP e a Faculdade de Saúde Pública da USP para apresentar o projeto o Meio Ambiente & VOCÊ para escolas particulares de São Paulo.



PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS
SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO

São José dos Campos, 14 de setembro de 2007.

Ofício nº 1271/SME/07

Prezada Senhora:

De 17 de abril a 20 de julho de 2007, professores e especialistas da Rede Municipal participaram do curso "Sociedades Sustentaveis", primeiro módulo do Projeto Educação Ambiental para a Sustentabilidade e Saúde Escolar, oferecido pela Cógnita Educação Digital a escolas de ensino fundamental e médio, por sistema de educação a distância e de recursos didáticos digitais.

Encerrado o módulo, os participantes fizeram a avaliação do curso, destacando, em síntese, os seguintes pontos positivos, que julgamos oportuno repassar-lhe:

- excelente qualidade do material didático;
- amplo alcance que o sistema on line possibilita;
- relevância dos temas ambientais selecionados.

Externamos-lhe, por isso, nosso reconhecimento pelo trabalho sério e competente realizado pela equipe da Cógnita Educação Digital.

Atenciosamente,

MARIA AMÉRICA DE ALMEIDA TEIXEIRA
Secretária Municipal de Educação

Ilma. Senhora
ANDREA LUSARGHI
Empresa COGNITA - Educação Digital
São Paulo

Fig. 14 *Avaliação da Profa. Maria América de Almeida Teixeira, Secretária Municipal de Educação*

[1] Posteriormente o Instituto Cognita alterou o nome do programa para Educar Sociedades Sustentáveis.

Integração e participação na gestão das águas pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê

Ana Paula Fracalanza

ANA PAULA FRACALANZA, Socióloga e Economista, Doutora em Geografia. Professora do Curso de Gestão Ambiental da Escola de Artes, Ciências e Humanidades e do Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo (EACH/ PROCAM/ USP).
E-mail: *fracalan@usp.br*. Endereço: Av. Arlindo Bettio, 1000. Bairro: Ermelino Matarazzo. CEP 03828-000. São Paulo (SP).
Pesquisa financiada com Bolsa de doutorado CAPES.
Área do trabalho: 7.06.01.00-3 Geografia Humana

Este artigo tem por objetivo analisar o funcionamento do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, na Região Metropolitana de São Paulo, desde sua criação, em 1994, a partir das ações do Comitê e das suas formas de gestão. Para tanto, foram analisados documentos elaborados no âmbito do Comitê, as atas das reuniões do Plenário do mesmo, suas instâncias internas de gestão e sua representação. Alguns resultados da análise apontam que nas várias instâncias de gestão do Comitê considera-se a importância da integração de aspectos de qualidade e quantidade da água, através de formas de gestão que devem contar com a participação de diversos setores que influenciam direta e indiretamente a questão das águas. No entanto, a análise de depoimentos de representantes do sistema de gestão dos recursos hídricos na Região Metropolitana de São Paulo mostrou a necessidade de articulação entre as instâncias de gestão como fundamental de ser perseguida enquanto objetivo, mas como algo que ainda não fora atingido no funcionamento do Comitê. As dificuldades relacionadas à articulação, comunicação e participação das instâncias que desenvolvem ações que influenciam na qualidade e quantidade da água apontaram limites da gestão dos recursos hídricos na região.

The objective of this paper is to analyze the operation of the Alto Tietê Hydrographical Basin Committee, in São Paulo Metropolitan Region, from its creation, in 1994, to 2003. The focus is in the actions of the Committee and in the forms of management by the Committee. In the research, documents in the scope of the Committee, the meetings of the Plenary of the Committee, the internal instances of management and the representation in the Committee were analyzed. Some results of the analysis are that in several instances of management of the Committee the importance of the integration between quality and quantity aspects of the water is observed. For this, management should count with the participation of diverse sectors that influence, straight and indirectly, the water question. The hydric resources management in the region aims articulation between management instances as fundamental to be pursued. However, this articulation has not been reached in the Committee operation yet. The difficulties related to articulation, communication and participation of the instances that develop actions that influence in the quality and quantity of the water were limits of the hydric resources management in São Paulo Metropolitan Region by the Alto Tietê Hydrographical Basin Committee.

Palavras-chaves: *Comitê de Bacia Hidrográfica, Gestão da Água, Região Metropolitana de São Paulo, Conflitos, Usos da Água. (Hydrographical Basin Committee; Hydric Resources Management; São Paulo Metropolitan Region; Conflicts; Water Uses.)*

1 Introdução

Nos últimos quinze anos, diversas alterações vêm sendo implementadas no sistema de gerenciamento dos recursos hídricos do Estado de São Paulo, com a criação de novos órgãos responsáveis por este gerenciamento, com a instituição de novos princípios e diretrizes norteadores das ações e com a atribuição de novas responsabilidades aos formuladores de políticas públicas relacionadas às águas.

Um marco deste novo sistema de gerenciamento é o ano de 1991, quando foram instituídas, pelo Governo do Estado de São Paulo, com a Lei Estadual nº 7.663, normas de orientação para a Política Estadual de Recursos Hídricos e para o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

A legislação promulgada apresenta os objetivos, os princípios e as diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos, bem como cria os instrumentos tidos como necessários à estruturação de um sistema de gerenciamento dos recursos hídricos no Estado de São Paulo.

O objetivo principal contido na Lei Estadual nº 7.663/91 relaciona-se às formas de uso que, ao mesmo tempo, protejam a qualidade e a quantidade das águas. Trata-se, com efeito, de uma nova proposta de forma de gestão.

Um dos princípios da Política Estadual de Recursos Hídricos determina que o gerenciamento destes recursos deve ser realizado de forma descentralizada, participativa e integrada.

A descentralização refere-se à adoção da bacia hidrográfica como unidade regional de planejamento e gerenciamento das águas, o que resultou, em 1993, na divisão do Estado de São Paulo em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIs.

No âmbito regional, os órgãos consultivos e deliberativos de gerenciamento das UGRHIs são denominados Comitês de Bacias Hidrográficas. Assim, cada UGRHI corresponde a um Comitê de Bacia Hidrográfica, com exceção do gerenciamento das UGRHIs Aguapeí (20) e Peixe (21), que cabem ao Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe.

A participação, também instituída através do primeiro princípio da Política Estadual de Recursos Hídricos, considera a importância de órgãos estaduais, municipais e da sociedade civil no sistema de gerenciamento dos recursos hídricos. Pela lei, são consideradas entidades da Sociedade Civil que podem exercer a gestão participativa: universidades, institutos de ensino superior e entidades de pesquisa e desenvolvimento tecnológico; entidades associativas de usuários dos recursos hídricos; associações especializadas em recursos hídricos, entidades de classe e associações comunitárias, bem como outras associações não-governamentais (São Paulo (Estado). SRHSO. CERH, 1994, p.13).

A integração, último termo da tríade descentralização, participação e integração, que define o primeiro princípio da Política Estadual de Recursos Hídricos, considera ações que integrem os vários setores que influenciam a qualidade e a quantidade das águas e que promovam os usos múltiplos dos recursos hídricos. No entanto, cabe observar que os usos das águas, assim como sua qualidade e quantidade, estão diretamente relacionados à dinâmica de produção do espaço e ao uso do solo pelas atividades humanas, o que dificulta sua determinação através de políticas públicas, mesmo que estas políticas busquem a integração entre os órgãos responsáveis pela gestão das águas ou até mesmo pela gestão do uso e ocupação do solo.

Os mesmos três elementos que compõem o referido princípio da Política Estadual de Recursos Hídricos – descentralização, participação e integração de aspectos de qualidade e quantidade das águas – também são considerados pela Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Nacional nº 9.433, em 1997.

Para compreender a jurisdição das leis Estaduais e da Lei Nacional é importante recorrer a um fundamento da Política Nacional de Recursos Hídricos que considera a água um bem de domínio público. As pessoas jurídicas de direito público em questão são a União, os Estados e o Distrito Federal. À União pertencem "os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos do seu domínio, que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais e o mar territorial". As águas de domínio do Estado e do Distrito Federal são "as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, as decorrentes de obras da União", pertencentes a bacias hidrográficas cujos limites encontram-se dentro de uma única unidade da Federação (Estados ou Distrito Federal) (São Paulo (Estado). SRHSO. CERH, 1997).

Deve-se ressaltar que, apesar de a água ser considerada um bem público, seu direito de uso – apropriação privada – é definido pelo Estado, através da outorga. Isto influencia diretamente nos conflitos pelos usos das águas, através do direito de uso das águas, assim como existem usos que contribuem para a poluição da água pela sua degradação.

A Política Nacional de Recursos Hídricos também estabelece como fundamento que a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. O reconhecimento da água como bem econômico está relacionado à cobrança pelo uso dos recursos hídricos. No entanto, como a água é considerada um bem inalienável, sendo outorgado o direito ao seu uso por autoridade competente, são sujeitos à cobrança somente os usos dos recursos hídricos, e não a água em si.

São colocados como objetivos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, além de dar ao usuário a indicação de seu real valor, o incentivo à racionalização do uso da água e a obtenção de recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

Outro fundamento da Política Nacional de Recursos Hídricos estabelece que, em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais. Assim, é considerada a importância primordial da água enquanto substância essencial à vida. O fato de ser estabelecido um uso prioritário para os recursos hídricos remete para a existência de múltiplos usos e a necessidade de gestão destes usos, que é um outro fundamento desta política.

2 Objetivos do trabalho

O objetivo deste trabalho é analisar o novo sistema de gestão dos recursos hídricos no Estado de São Paulo através do processo de constituição do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, instância regional de gestão das águas da Região Metropolitana de São Paulo.

A pesquisa teve por objetivo principal analisar o funcionamento do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, órgão de gestão regional das águas da Região Metropolitana de São Paulo, desde sua criação, em 1994, a partir das ações do Comitê e das formas de gestão pelo Comitê.

Foram objetivos intermediários da pesquisa:

¬ analisar o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, instituído na década de 1990;

¬ analisar princípios e fundamentos das Políticas Nacional e do Estado de São Paulo de Recursos Hídricos;

¬ analisar o Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê sob o enfoque da integração de aspectos de qualidade e quantidade da água e da participação de diversos setores que influenciam direta e indiretamente a gestão das águas na Região Metropolitana de São Paulo.

3 Desenvolvimento do Projeto

A análise do Comitê foi feita a partir de: material bibliográfico (artigos; dissertações; teses sobre o assunto); documentos elaborados no âmbito do Comitê (informativos; publicações; planos, programas e projetos); atas das reuniões do Plenário do Comitê; anotação de reunião do Conselho Estadual de Recursos Hídricos; participação em reuniões do Comitê. Foram analisados princípios; fundamentos; objetivos; diretrizes das Políticas Nacional e Estadual (São Paulo) de Recursos Hídricos, a partir da Legislação Nacional e do Estado de São Paulo.

As ações do Comitê foram analisadas a partir de documento que apresenta suas atribuições e a partir de suas próprias deliberações, no período compreendido entre agosto de 1996 e abril de 2003.

A discussão sobre as formas de gestão do Comitê contou com a análise de: instâncias internas que compõem o Comitê;

representação de cada um dos setores componentes (Estado; Municípios; Sociedade Civil) na composição do Plenário do Comitê (1999-2000) e das Câmaras Técnicas do Comitê (2000); finalmente, foram analisados depoimentos sobre as questões de participação e integração.

O artigo foi elaborado a partir de resultados obtidos em pesquisa desenvolvida como tese de doutorado em Geografia, apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista – UNESP – Campus de Presidente Prudente, defendida em abril de 2002.

4 O COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ

Este trabalho procura reconstituir um histórico da criação do Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, desde sua criação, em 1994. Para isso, são analisadas as ações desse Comitê e as formas de gestão do Comitê.

Os primeiros Comitês para a gestão dos recursos hídricos na Região Metropolitana de São Paulo foram o Comitê Especial e o Comitê Executivo, formados a partir de acordo estabelecido entre o Ministério de Minas e Energia e o Governo do Estado de São Paulo, em 1976 (OLIVEIRA, 1995, pp.97-8).

A gestão dos recursos hídricos através destes Comitês considerava a disponibilidade destes recursos, a qualidade da água, a demanda da água e as obras de saneamento na região.

O Comitê Especial foi composto por representantes de órgãos federais e do Estado de São Paulo e o Comitê Executivo, por representantes destes órgãos e pela Companhia *Light & Power* Ltda. Entretanto estes Comitês não previam a participação da sociedade civil ou mesmo de órgãos municipais em suas decisões.

Todavia, havia outras formas de organização da sociedade civil na região, relacionadas principalmente aos problemas decorrentes da poluição das águas do Rio Tietê. Como exemplo, a Campanha pela Recuperação e Preservação do Tietê foi uma forma de reivindicar a despoluição do rio Tietê, junto aos órgãos públicos, organizada por Organizações Não-Governamentais e que contou com a participação de empresários e associações técnico-científicas (FRACALANZA, 1996, pp.39-43).

Ainda assim, pode-se considerar que a consolidação de mecanismos de participação direta da sociedade civil na gestão dos recursos hídricos somente ocorreu, na Região Metropolitana de São Paulo, em novembro de 1994, com a criação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. Todavia, é importante ressaltar o papel central da Sociedade Civil organizada e de movimentos ambientalistas na consolidação deste mecanismo de participação, pela pressão exercida de forma direta, como também indiretamente, pela proposta e implementação de ações e programas relacionados à gestão ambiental.

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, a partir de agora tratado como Comitê, é um órgão de caráter consultivo e deliberativo, que tem seus objetivos associados ao atendimento de água potável, em quantidade, qualidade e regularidade, priorizando o uso da água para abastecimento (*Informativo do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê*, jan. 1997).

O Comitê constituiu uma nova forma de gestão dos recursos hídricos da Região Metropolitana de São Paulo, a qual será analisada a partir de dois enfoques: as ações do Comitê e as formas de gestão através do Comitê.

5 AS AÇÕES DO COMITÊ

As ações do Comitê foram definidas a partir de suas atribuições e a partir de suas próprias deliberações, no período compreendido entre agosto de 1996 e abril de 2003.

As atribuições do Comitê podem ser divididas em três categorias:

1. Atribuições diretamente relacionadas à constituição de mecanismos de gestão para o funcionamento do próprio Comitê, tais como a constituição de unidades regionais ou subcomitês e de unidades especializadas ou Câmaras Técnicas ou, ainda, a aprovação de seu Estatuto;

2. Atribuições relacionadas a Planos e Programas, tais como a aprovação do Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, bem como a promoção de estudos, divulgação e debates sobre Programas de Serviços e Obras a serem executados;

3. Atribuições que definem aspectos relacionados aos recursos financeiros para a execução das ações, tais como a aprovação da proposta de programas anuais e plurianuais de aplicação de recursos financeiros em serviços e obras de interesse e a aprovação de planos e programas a serem executados com recursos obtidos com a cobrança pela utilização dos recursos hídricos.

Neste trabalho, as deliberações do Comitê, de agosto de 1996 a abril de 2003, foram analisadas a partir da mesma divisão acima realizada para as atribuições, a saber: aquelas diretamente relacionadas à constituição de mecanismos de gestão para o funcionamento do próprio Comitê; aquelas relacionadas a Planos e Programas; aquelas que definem aspectos relacionados aos recursos financeiros.

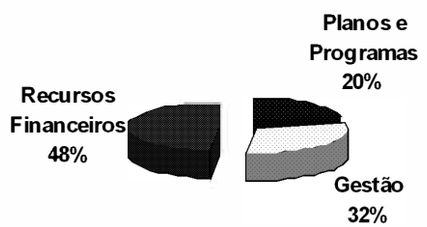


FIG. 1 *Gráfico 1: Principais Temas Tratados pelas Deliberações do Comitê – 1996 a 2003*

Fonte: Dados extraídos de *http://www.comiteat.sp.gov.br*. Elaborado por: Fracalanza, A.P., 2002. Atualizado em abr./2003.

Assim, foi possível elaborar o GRÁFICO 1, que expressa o percentual de deliberações relacionadas a cada um dos temas tratados – definidos no Gráfico por Gestão; Planos e Programas; e Recursos Financeiros, respectivamente.

De acordo com o gráfico acima, praticamente um terço das deliberações (32%) estão relacionadas à própria gestão do Comitê. Isto se deve ao fato de que o período considerado contempla o início da implementação e estruturação do Comitê, quando seus mecanismos de gestão foram sendo definidos. É o que se pode evidenciar através do GRÁFICO 2.

É interessante observar que, a partir de 2001, o número de deliberações relacionadas à gestão do Comitê torna-se estável, donde se pode concluir que o sistema de gestão através do Comitê esteja com sua estrutura de funcionamento devidamente implementada. As deliberações do Comitê, após

o ano de 2000, restringem-se aos processos eleitorais do Comitê e à implantação da Agência da Bacia do Alto Tietê.

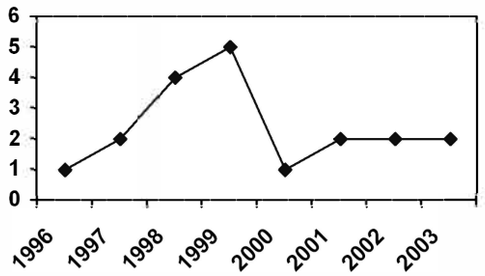


Fig. 2 *Gráfico 2: Número de Deliberações relacionadas À Gestão do Comitê – 1996 a 2003*

Fonte: Dados extraídos de *http://www.comiteat.sp.gov.br*. Elaborado por: Fracalanza, A.P., 2002. Atualizado em abr./2003.

Excluindo-se então as deliberações relacionadas à gestão, pode-se notar que o número de deliberações relacionadas a recursos financeiros (48%) – Gráfico 1 – é mais do que o dobro daquele das relacionadas a planos e programas (20%). Deve-se observar que, segundo Tucci, Hespanhol e Cordeiro Netto (2000, p.33), os recursos para execução, somados às agências para implementação, constituem o "suporte institucional básico" que permite a tomada de decisão pelos comitês.

Nas deliberações relacionadas a Planos e Programas, são estabelecidos prazos e/ou diretrizes gerais para execução de Planos relacionados às águas da Região Metropolitana de São Paulo.

Apenas como exemplo, tome-se a deliberação nº 02/96, de 11/11/96, a qual "recomenda aos órgãos de Estado e dos Municípios, diretrizes gerais para a regularização e ampliações do abastecimento de água potável para a Região Metropolitana de São Paulo". As diretrizes gerais recomendadas por esta deliberação estão associadas: a garantir o atendimento de água potável para toda a população, eliminando os rodízios de atendimento; à necessidade de conservar e proteger os mananciais; ou ainda à implementação de políticas e programas visando ao uso racional da água. Destaque-se, todavia, que a forma concreta das ações previstas é apresentada em cada um dos Planos e Programas, ou seja, a elaboração e o desenvolvimento dos Planos e Programas ficam a cargo dos órgãos estaduais e/ou municipais.

Dois exemplos destes Programas, um de âmbito municipal e outro de âmbito estadual, são, respectivamente, o PROCAV 2 – Programa de Canalização de Córregos, Implantação de Vias e Recuperação Ambiental e Social de Fundos de Vale – e o Projeto Tietê (Programa de Despoluição do Rio Tietê).

O Programa PROCAV 2 relaciona-se com a drenagem e o controle de inundações, durante o período de 1995 a 2000. Trata-se de obras de canalização de córregos e de lagoas de contenção de cheias, implementadas pela Prefeitura Municipal de São Paulo. O valor total destas obras foi orçado em US$ 544 milhões, com financiamento parcial do Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID (*Informativo do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê*, jun./jul. 1997).

O Projeto Tietê, por sua vez, está relacionado à qualidade das águas e proteção aos mananciais, através de obras de coleta e tratamento de esgotos, a cargo da Companhia de Abastecimento do Estado de São Paulo – SABESP. O investimento para a realização das obras no biênio 1999-2000 foi estimado em R$ 700 milhões, com financiamento parcial do BID (*Informativo do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê*, abr./mai. 1998).

Assim, embora o Programa PROCAV 2 e o Projeto Tietê envolvam vultosos recursos financeiros para execução das obras propostas, as ações do Comitê restringem-se, para ambos os casos, apenas em apontar diretrizes para os projetos ou a acompanhar alguns dos aspectos de sua execução. É importante observar que existem instâncias técnicas do Comitê que têm atribuições relacionadas a acompanhamento destes Planos e Programas, as Câmaras Técnicas do Comitê.

Todavia, o Comitê também conta com recursos financeiros próprios, já que quase metade de suas deliberações (48%) é relacionada a estes recursos (Gráfico 1).

Tais recursos financeiros são oriundos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos – FEHIDRO e destinados a projetos anuais e plurianuais.

No período de 1996 a 2002, foi destinado o montante de R$ 16.134.977,80, para financiamento de 148 projetos com recursos financeiros oriundos do FEHIDRO. Apenas para se ter idéia da diversidade dos valores destinados a cada um dos projetos, o menor financiamento foi de R$ 12.000,00 (destinado à Organização Não-Governamental "Academia da Criança e da Família", para o desenvolvimento do projeto intitulado *A Arte e o Meio Ambiente*), enquanto que o maior foi de R$ 900.750,00 (apresentado pela Fundação Universidade de São Paulo, para elaboração do Relatório Zero e do Plano de Bacia para o Comitê).

Ao se comparar os projetos financiados com recursos destinados ao Comitê com os dois Programas a cargo dos órgãos estaduais e/ou municipais – PROCAV 2 e Projeto Tietê –, pode-se estabelecer uma significativa diferença entre estes dois grupos: enquanto a maior parte das ações financiadas com recursos do Comitê dispõe de poucos recursos financeiros, as ações dos Programas PROCAV 2 e Projeto Tietê, que são realizadas a partir de processos deliberativos externos ao Comitê, utilizam vultosos recursos financeiros.

Como também foi apresentado, os recursos financeiros utilizados por estes dois Programas – PROCAV 2 e Projeto Tietê – destinam-se à execução de obras setoriais de coleta e tratamento de esgotos, de canalização de córregos, entre outras.

Já os projetos financiados através do Comitê estão relacionados a diversas e diversificadas ações, a saber: capacitação de pessoal; fiscalização e monitoramento; conservação ambiental; elaboração de estudos, projetos e planos; obras; educação ambiental; desenvolvimento de bases técnicas para gerenciamento (São Paulo (Estado). CBHAT, s.d.).

Deve-se observar que a cobrança pelo uso da água, aprovada em São Paulo pela Lei Estadual nº 12.183, de 29 de dezembro de 2005, e regulamentada pelo decreto do Governo do Estado de São Paulo nº50.667, de 30 de março de 2006, tem como um de seus objetivos "obter recursos financeiros para o

financiamento de programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos e saneamento". Assim, com a instituição da cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Estado de São Paulo, há a perspectiva de recursos adicionais a serem utilizados na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. No entanto, para isso é necessário o cumprimento das seguintes etapas que devem anteceder a implantação da Cobrança em todas as Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo: cadastro dos usuários; aprovação pelo Conselho de Recursos Hídricos – CRH – de limites e condicionantes à Cobrança; aprovação do Plano de Bacia Hidrográfica; aprovação pelo Comitê de Bacia Hidrográfica de proposta ao CRH contendo, entre outros, forma e periodicidade da cobrança, assim como parcelas de investimentos a serem cobertos com o produto da cobrança; aprovação e fixação dos valores a serem aplicados na Bacia Hidrográfica. O cumprimento dessas etapas permitirá a Cobrança pelo uso das águas da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.

De acordo com o que foi apresentado sobre os projetos financiados pelo Comitê e os Programas a cargo de órgãos setoriais, pode-se verificar que no período analisado o poder de ação direta do Comitê foi restrito aos projetos de menor porte. Mas mesmo com relação a estes, as ações não foram propostas pelo Comitê, mas pelos órgãos, associações e instituições propositores dos projetos. Dos 148 projetos financiados com recursos do FEHIDRO até 1999, apenas 50 foram de âmbito geral da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. Os demais 98 programas foram de âmbito municipal ou sub-regional.

Nota-se, nestes projetos, que foram propostas várias ações preventivas e/ou indiretas relacionadas aos usos dos recursos hídricos e à qualidade e quantidade da água, tais como as ações vinculadas a projetos de conservação ambiental e de educação ambiental.

Um ponto central relacionado à quantidade e à qualidade da água é a importância da integração das ações que influenciem estes aspectos. Para tanto, ao se considerar os mecanismos de gestão das águas da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, é fundamental considerar que não somente as ações relacionadas aos usos das águas definem a dinâmica das águas na região, como também aquelas referentes aos usos da terra.

Esta é, portanto, uma forma de avaliar as ações do Comitê quanto à integração de aspectos de qualidade e quantidade da água. Uma possibilidade desta análise pode ser feita através de um documento que contém os dois principais instrumentos para implementação do Plano Estadual de Recursos Hídricos pelo Comitê, e que servem de base para as ações do Comitê: o Relatório de Situação dos Recursos Hídricos, conhecido como "Relatório Zero", e o Plano de Bacia do Alto Tietê, ambos sob a responsabilidade do Comitê.

Assim, como o Comitê esteve em processo de estruturação até 1999, conforme análise das deliberações relacionadas à gestão do Comitê, os documentos que servem de base para suas ações tiveram sua primeira versão elaborada no decorrer deste período. De fato, a elaboração do primeiro Relatório de Situação dos Recursos Hídricos, conhecido como Relatório Zero, foi realizada entre 1998 e 1999; e o Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, iniciado em 1999, foi aprovado pelo Comitê do Alto Tietê em janeiro de 2003. Ambos, o Relatório e o Plano, foram elaborados através de projeto financiado com recursos do FEHIDRO, pela Fundação Universidade de São Paulo.

Um documento de síntese do Plano, publicado em 2000, apontou que as possibilidades de usos dos recursos hídricos para abastecimento – doméstico, agrícola e industrial –, geração de energia, navegação, pesca, aquicultura, recreação e lazer estão associadas à qualidade da água. Assim, a degradação da qualidade da água – originada através de atividades domésticas, industriais e agrícolas – pode impor restrições aos seus usos (São Paulo (Estado) CBHAT, 2000, pp.33-9).

Um dos principais problemas para o setor de recursos hídricos da região, de acordo com o Relatório, está associado à forma de uso e ocupação do solo da Região Metropolitana de São Paulo, ou seja, à ocupação e ao crescimento desordenado da área urbana.

Como recomendações, o Relatório apresenta a necessidade da participação de setores indiretamente relacionados à qualidade e quantidade da água, "já que os problemas de recursos hídricos somente serão resolvidos com a participação de setores correlatos como o do planejamento urbano, da habitação e uso do solo, entre outros" (SÃO PAULO (ESTADO) CBHAT, 2000, p. 374).

Do que foi apresentado até então, pode-se inferir que o documento que serve de base para as ações do Comitê considera a importância da integração de aspectos de qualidade e quantidade da água, através de formas de gestão que devem contar com a participação de diversos setores que influenciam, direta e indiretamente, a questão das águas.

Mas estarão estas recomendações sendo seguidas? Em outras palavras, a forma de gestão dos recursos hídricos através do Comitê prevê a participação de setores como o de planejamento urbano, de habitação e de uso do solo? É o que se verificará a seguir, a partir da observação das formas de gestão através do Comitê.

6 AS FORMAS DE GESTÃO PELO COMITÊ

A partir da análise realizada, pode-se observar que o Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê é formado pelas seguintes instâncias internas de gestão:

- O Plenário, com composição de 18 representantes do Estado, 18 representantes das Prefeituras Municipais e 18 representantes da sociedade civil, com direito a voz e voto, e que tem por objetivo tomar todas as decisões relacionadas ao Comitê, submetidas a esta instância em pautas apreciadas em reuniões.
- As Câmaras Técnicas, compostas por representantes do próprio Plenário ou por eles indicados, que têm por objetivo dar suporte às decisões do Plenário. Estão em funcionamento atualmente no Comitê as seguintes Câmaras Técnicas: Planejamento e Gestão; Saneamento Ambiental; Drenagem, Aproveitamento Hidráulico e Regras Operativas; e Águas Subterrâneas.
- Os Subcomitês, compostos por representantes do Estado, dos Municípios e da Sociedade Civil, em igual número, que têm por objetivo promover a gestão descentralizada em nível sub-regional. Foram formados cinco Subcomitês

de Bacia Hidrográfica, que correspondem a cinco sub-regiões da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, a saber: Juqueri/Cantareira; Pinheiros/Pirapora; Tietê/Cabeceiras; Billings/Tamanduateí; e Cotia/Guarapiranga.

- A Secretaria Executiva, coordenada por representante do Estado, que tem por objetivos "a integração dos vários componentes, a convocação das reuniões e a organização das pautas, a sistematização dos estudos e dados relativos à elaboração do Relatório de Situação e dos Planos de Bacia". (São Paulo (Estado). SMA. SRHSO, 1997, p.54).
- A Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, instituída e constituída em 27 de dezembro de 2002, que tem por fins, entre outros: "desenvolver, facilitar e implementar os instrumentos da política estadual de recursos hídricos no âmbito da Bacia do Alto Tietê"; "prestar apoio administrativo, técnico e financeiro necessário ao funcionamento do CBH-AT"; "proporcionar apoio financeiro aos planos, programas, serviços e obras aprovados pelo CBH-AT, a serem executados nas Bacias". A Agência do Alto Tietê é formada por uma Diretoria e pelos Conselhos Curador e Fiscal – Conselhos estes que têm composição paritária e tripartite entre Estado, Municípios e Sociedade Civil (Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – FABH-AT, 2007).

Para apresentar as formas de gestão pelo Comitê, é importante considerar quem eram os representantes no Comitê, no período em que este foi analisado.

Os representantes do Estado e da sociedade civil no Plenário do Comitê, no mandato de 1999 a 2000, num total de 32 membros, pertenciam aos seguintes setores: Saneamento; Energia; Saúde; Meio Ambiente; Indústria e Serviços; Agricultura; Planejamento; Ciência e Tecnologia; Esportes e Turismo; Habitação; e Outros.

A representação municipal, no mesmo período, era constituída por 16 titulares, indicados dentre os 34 Prefeitos dos municípios pertencentes à Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.

Através dos setores acima relacionados, pode-se constatar que não são apenas setores relacionados aos usos da água – energia, saneamento, esportes e turismo – que têm representação no Comitê, mas também setores relacionados a uso e ocupação do solo, como habitação, ou, ainda, setores relacionados a saúde e meio ambiente.

Os Subcomitês têm estrutura semelhante à dos Comitês, sendo formados por Plenário e Câmaras Técnicas, com representação semelhante ao que foi exposto acima.

Nesse momento é interessante considerar se foi observada integração entre as diferentes instâncias internas de gestão do Comitê, para poder avaliar possíveis limites da gestão dos recursos hídricos da Região Metropolitana de São Paulo, através do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.

Em sua análise sobre o Comitê e Subcomitês, Prette (2000, p.177) apresenta problemas como a "falta de articulação entre Estado, Prefeituras e Sociedade Civil", assim como "separação entre a proteção ambiental e a ordenação do uso do solo".

Segundo Neder (2000), que avaliou a "Capacidade Governativa" do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, há dificuldades de articulação interna do Comitê, que tem sua dinâmica comandada pelas áreas de recursos hídricos, saneamento e meio ambiente, o que prejudica sua capacidade governativa. Estas dificuldades, segundo Neder, estão relacionadas a: ausência de comunicação regular entre os Subcomitês; problemas na transmissão de informações para os Subcomitês pelo Comitê; e falta de articulação entre as dimensões técnica e política do Comitê.

As dificuldades descritas por Neder no Comitê do Alto Tietê são comuns em ambientes participativos. É o que se pode considerar a partir de Hernández e Bermann (2006), que apontam as seguintes dificuldades observadas em ambientes participativos: capacitação para tomada de decisões; dificuldades no acesso a informações; ausência de conhecimento científico por parte dos vários atores; e voto majoritário como mecanismo de decisão. Sobre este último aspecto, os autores observam que a busca de consensos demanda mais tempo para a tomada de decisão e resolução de conflitos, o que funciona como impeditivo e complicador de ordem prática.

Para avaliar as formas de articulação entre as diferentes instâncias de gestão do Comitê e as dificuldades observadas, optou-se por dar voz aos representantes destas instâncias, através de depoimentos que retratam necessidades e dificuldades de articulação entre as mesmas. Esses depoimentos foram dados entre 1998 e 2000 e encontram-se publicados em documentos do Comitê do Alto Tietê.

O depoimento de um dos representantes da Sociedade Civil no Plenário caracteriza falta de articulação entre instâncias centrais do Comitê: Câmaras Técnicas, Subcomitês e Plenário (depoimento de representante da Organização Não-Governamental *SOS Mata Atlântica*, em reunião do Plenário em 2 de maio de 2000). Conforme o que se está considerando como integração, é fundamental a articulação entre as diferentes instâncias que devem implementar a gestão dos recursos hídricos.

Em outro depoimento, um representante do Subcomitê Tietê/Cabeceiras apresenta o problema da falta de "entrosamento" associado a dificuldades na obtenção de informações. Para esse representante, a divulgação das informações entre as instâncias do Comitê é considerada de fundamental importância para o funcionamento dos mecanismos de gestão dos recursos hídricos na Região Metropolitana de São Paulo, através do Comitê (depoimento de representante do Subcomitê Tietê/Cabeceiras, em reunião do Plenário em 2 de maio de 2000).

A falta de informações, ressaltada na fala de representante do Subcomitê Billings/Tamanduateí, aparece associada a dificuldades de participação em instâncias de gestão dos recursos hídricos de nível estadual, como as reuniões dos Secretários Executivos dos Comitês, consideradas importantes para a gestão regional.

A necessidade de articulação aparece também quando consideramos declarações de participantes de *workshops* organizados por representantes das Câmaras Técnicas. O Secretário de Recursos Hídricos em exercício afirmou, em *workshop* realizado em 17 de novembro de 1998, a importância da articulação entre os sistemas de saneamento e de recursos hídricos como se fossem, até então, sistemas desvinculados (São Paulo (Estado). CBHAT. Câmara Técnica de Qualidade das Águas e Proteção dos Mananciais, 1998, p.146).

Problemas de "entrosamento entre os diversos níveis de autoridade" também foram apontados por Assessor Técnico da Superintendência do DAEE, em *workshop* realizado em 31 de agosto de 1999, quando se discutiam questões relacionadas a enchentes na Região Metropolitana de São Paulo (São Paulo (Estado). CBHAT. Câmara Técnica de Drenagem e Controle de Inundações, 2000, p.119).

Como se pôde observar a partir dos depoimentos acima apresentados, vários representantes do sistema de gestão dos recursos hídricos na Região Metropolitana de São Paulo apontaram a necessidade de articulação entre as instâncias de gestão como fundamental de ser perseguida enquanto objetivo, mas como algo que ainda não havia sido atingido no funcionamento do Comitê.

As dificuldades relacionadas a articulação, comunicação e participação das instâncias que desenvolvem ações que influenciam na qualidade e quantidade da água apontavam limites da gestão dos recursos hídricos da Região Metropolitana de São Paulo através do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.

7 Considerações Finais

Este trabalho analisou a gestão das águas na Região Metropolitana de São Paulo em um período importante para a compreensão das mudanças e consolidação de um novo modelo de gerenciamento dos recursos hídricos. O artigo apresentou resultados obtidos em tese de doutorado defendida em 2000, de modo que a análise efetuada apresenta o momento inicial de implementação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. Alguns dados foram atualizados, principalmente quanto a deliberações do Comitê (até 2003) e instâncias internas de gestão (2007).

As discussões apresentadas permitem tecer algumas considerações sobre a gestão dos recursos hídricos no Estado de São Paulo, com enfoque na Região Metropolitana de São Paulo, desde 1994. Conforme pôde-se analisar pelas deliberações do Comitê, foram discutidas, entre outras questões, diretrizes para planos e programas visando a garantir a qualidade e quantidade de água para uso na região.

No entanto, existem ações que não estão restritas à esfera de gestão do Comitê e que influenciam diretamente as águas na região. De fato, as decisões que influenciam a dinâmica das águas estão relacionadas à produção do espaço, por exemplo, através de processos de uso e ocupação da terra, e a várias instâncias responsáveis pela implementação de políticas públicas, não pertencendo somente ao Sistema de Gestão instituído através da Política Estadual de Recursos Hídricos.

Além disso, para que as mudanças em curso de fato ocorram, há necessidade de capacitação, acesso a informação e conhecimento técnico para que os novos atores participantes do processo de gestão da água consigam uma efetiva participação na gestão dos recursos hídricos.

Em resumo, o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, analisado neste trabalho, instituiu novas formas de gestão das águas e criou novas instâncias de gestão regional, que têm as Bacias Hidrográficas como unidade de ação. Além disso, esse sistema tem garantido a participação de alguns segmentos da Sociedade Civil nas novas instâncias criadas.

Todavia, pôde-se constatar que tais instâncias, no período analisado, tiveram poder limitado de ação comparativamente a outros órgãos executores de políticas públicas que implementam ações relacionadas ao tratamento e uso dos recursos hídricos, principalmente no que respeita ao aporte de recursos financeiros para o desenvolvimento de projetos.

8 Alcance dos resultados

A pesquisa considerou aspectos que estão relacionados, principalmente, à dimensão político-institucional.

As considerações acima permitem a análise do papel do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê na gestão das águas na Região Metropolitana de São Paulo. Tratou-se nessa pesquisa de análise do funcionamento do Comitê, assim como do alcance de suas ações. Nesse sentido, perceberam-se limites na gestão das águas pelo Comitê, dadas as possibilidades de ações e de gestão da água pelos novos mecanismos criados para gestão da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. Além disso, podem existir dificuldades de diálogo ou até conflitos de interesse entre órgãos estaduais e municipais que implementam ações que podem afetar a qualidade e a quantidade da água da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.

Nesse sentido, a principal contribuição da pesquisa para a sustentabilidade da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê diz respeito à discussão do novo sistema de gerenciamento de recursos hídricos proposto pela Lei do Estado de São Paulo nº 7.663/91 e pela Lei Nacional nº 9.433/97, quanto à importância da participação e integração de políticas. Como conclusão, indica-se a importância da discussão das formas de apropriação da água e dos atores envolvidos nessa apropriação para a gestão sustentável da água.

Portanto, é importante que a sustentabilidade considere, entre outros aspectos, que: no âmbito ambiental, as fontes de poluição e degradação da água não estão restritas a uma bacia hidrográfica; no âmbito social, é necessária a utilização dos recursos hídricos por atores sociais que até então vêm sendo excluídos de uma apropriação digna deste recurso; no âmbito econômico, a discussão de grandes obras tem nos Comitês de Bacias Hidrográficas fóruns privilegiados de debate e apresentação de posições de distintos grupos econômicos e interesses políticos.

9 Potencial de difusão da metodologia e da Experiência

A análise do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê baseou-se em fontes primárias e secundárias. Convém destacar a importância de material elaborado pelo Comitê (atas de reuniões; deliberações; documentos para divulgação; material contendo os projetos financiados com recursos do FEHIDRO) para análise: de sua estrutura de funcionamento; da participação de órgãos governamentais e atores sociais no Comitê; da integração entre diferentes políticas públicas estaduais e municipais.

A análise comparativa do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê com outros Comitês de Bacia Hidrográfica, a partir de sua documentação e observando aspectos similares de sua estrutura, participação e integração, pode levar a resultados que permitam melhor compreensão sobre a gestão da água no Estado de São Paulo.

10 Principais dificuldades

As principais dificuldades na realização do Projeto disseram respeito a acesso à documentação para análise do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.

11 Referências Bibliográficas

FRACALANZA, A.P. **Conflitos na Apropriação da Água na Região Metropolitana de São Paulo**. 2002. 217 pp. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

FRACALANZA, A.P. **Programa de Despoluição do Rio Tietê: uma análise de concepções no tratamento de recursos hídricos e da participação de diferentes atores.** Campinas, 1996. 97 pp. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas.

FUNDAÇÃO AGÊNCIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ. Disponível em: *http://www.agenciaaltotiete.org.br*. Acesso em setembro de 2005.

HERNÁNDEZ, F.M.; BERMANN, C. Participação da sociedade civil no planejamento como elemento de uma nova ética ambiental. Considerações sobre o gerenciamento participativo de áreas de mananciais em Santo André. In: **Anais do III Encontro da ANPPAS.** Brasília (DF), maio de 2006. 16 pp.

INFORMATIVO DO COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ, São Paulo: Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, São Paulo, Ano I, N. 4, jan. 1997.

INFORMATIVO DO COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ, São Paulo: Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, São Paulo, Ano II, N. 7, jun./jul. 1997.

INFORMATIVO DO COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ, São Paulo: Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, São Paulo, Ano III, N. 12, abr./mai. 1998.

NEDER, R.T. **Avaliação da Capacidade Governativa de Comitê de Bacia Hidrográfica Metropolitana – um caso exemplar em São Paulo**. São Paulo: USP/ESALQ, 2000.

OLIVEIRA, E.M. **Processos decisórios e conflitos de interesse na constituição das políticas de água na Grande São Paulo: um estudo da formação das políticas públicas sobre as águas da metrópole de São Paulo no período 1950 – 1983**. São Paulo, 1995. 148 pp. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência Ambiental) – Universidade de São Paulo.

PRETTE, M.E.DEL. **Apropriação de recursos hídricos e conflitos sociais: a gestão das áreas de proteção aos mananciais da região metropolitana de São Paulo**. 2000. 192 pp. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

SÃO PAULO (Estado). Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – CBHAT. **Plano da Bacia do Alto Tietê / Relatório de Situação dos Recursos Hídricos. São Paulo**: 2000. Disponível em CD.

SÃO PAULO (Estado). Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – CBHAT. Câmara Técnica de Planejamento. **Documenta 2**: Plano de Bacia. São Paulo, 1998. 88 pp. (mimeo.).

SÃO PAULO (Estado). Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – CBHAT. Câmara Técnica de Qualidade das Águas e Proteção dos Mananciais. **Documenta 3**: Qualidade das Águas. São Paulo, 1998. 150 pp. (mimeo.).

SÃO PAULO (Estado). Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – CBHAT. Câmara Técnica de Drenagem e Controle de Inundações. **Documenta 4**: Workshop Urbanização e Inundações. São Paulo, 2000. 138 pp. (mimeo.).

SÃO PAULO (Estado). Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. CBHAT. **Distribuição dos pedidos de financiamento no triênio 1996-1998.** São Paulo: s.n., s.d. (mimeo.).

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras – SRHSO. Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH. **Cobrança pelo uso da água**. São Paulo: A Secretaria, 1997 (Impresso).

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras – SRHSO. Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH. **Legislação sobre Recursos Hídricos.** São Paulo: Departamento de Águas e Energia Elétrica, 1994. (mimeo.).

SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente – SMA. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras – SRHSO. **Gestão das Águas**: seis anos de percurso. São Paulo: As Secretarias, 1997. 128 pp.

SOUZA, M.A.A. **A identidade da metrópole: a verticalização em São Paulo**. São Paulo: Hucitec, EDUSP, 1994. 257 pp. (Estudos Urbanos, 8).

TUCCI, C.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. de M. Cenários da Gestão da Água no Brasil: uma contribuição para a "visão mundial da água". **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 5, n. 3, pp.31-43, 2000.

A Contribuição do Comitê do Alto Tietê à Gestão da Bacia Metropolitana (1994-2002)

Angélica Tanus Benatti Alvim[1]*; José Luiz Caruso Ronca*[2]

[1] Arquiteta, mestre e doutora pelo programa de pós-graduação da FAU / USP. Professora de Planejamento e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie e do Curso de Pós-Graduação da mesma instituição.
Instituição: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU) da Universidade Presbiteriana Mackenzie.
Endereço: Rua da Consolação nº 930, Prédio 9, CEP 13002-907, São Paulo.
E-mails: *abalvim@mackenzie.com.br*; *abalvim@uol.com.br*

[2] Arquiteto, mestre, doutor e livre-docente pela FAU/USP. Professor de Planejamento Urbano da mesma instituição e do curso de Pós-graduação.
Instituição: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP)
E-mail: *jlcronca@usp.br*

Esta pesquisa discute a contribuição do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (CBH-AT) à gestão integrada da Bacia Metropolitana entre 1994 e 2002, verificada através das possibilidades de articulações entre as políticas hídricas e as territoriais implementadas pelo organismo gestor das águas. Tem como referencial teórico a gestão integrada de bacias hidrográficas, cujo fundamento é a articulação das políticas hídricas às demais políticas que são implementadas no território da bacia, como importante condição para o desenvolvimento sustentável.

Apresenta-se uma metodologia de avaliação qualitativa das ações do Comitê e dos subcomitês priorizando um olhar relacionado à gestão dos conflitos e destacando, na Bacia do Alto Tietê, aquelas ações consideradas relevantes à gestão integrada da bacia hidrográfica. Os resultados demonstram tanto o alcance como as limitações da contribuição do Comitê do Alto Tietê à gestão da Bacia Metropolitana – entendida como um território complexo, *locus* de uma sociedade desigual.

This research discuss the Committee of the High Tietê River – CHTR's contribution to the comprehensive management of the Metropolitan Basin between 1994 and 2002 verified through the possibilities of articulation between river policies with physical ones implemented by the organ that manages the waters. It has as theoretical reference the comprehensive management of river basins whose basis is the articulation of the river policies to the other policies that are implemented in the river basin, as an important condition to the sustainable development.

This paper presents a methodology of qualitative evaluation of the actions of the Committee and sub committees, giving emphasis to a look related to the management of the conflicts and giving priority in the High Tietê River Basin to the relevant actions to the integrated management of the river basin. The results demonstrate not only the reach but also the limitations of the contribution of the CHTR to the mangement of the Metropolitan Basin – understood as a complex territory, locus of the unequal society.

Palavras-chaves: *Gestão integrada; Comitês de Bacias Hidrográficas; Avaliação qualitativa; Desenvolvimento Sustentável, Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê; Região Metropolitana de São Paulo. (Integrated management; River basin committee; Qualitative evaluation; Sustainable Development; Committee of the High Tietê River; São Paulo Metropolitan Region.)*

IDENTIFICAÇÃO DA ÁREA OU SUBÁREA (TABELA FAPESP)
Planejamento Urbano e Regional; Gestão de Recursos Hídricos.

1 OBJETIVOS

Esta pesquisa[1] apresenta a contribuição do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (CBH-AT) à gestão da Bacia "Metropolitana" de São Paulo entre 1994 e 2002, verificada através das possibilidades de articulações da gestão das águas às políticas territoriais e ambientais. Para tanto, propõe-se uma metodologia de avaliação qualitativa das ações deste comitê de bacia hidrográfica e dos subcomitês de bacia, destacando principalmente aquelas que contribuem à gestão integrada do território.

Considera-se o importante consenso de que a água, recurso natural finito, vem se tornando um importante fator limitante à manutenção e ao desenvolvimento sustentável das diversas regiões, principalmente das mais populosas e urbanizadas.

Assume-se a posição teórica defendida por Dourojeanny (1993), Lanna (1995) e Munhoz (2000), entre outros, que enfatizam que o contemporâneo modelo de gestão integrada de bacias hidrográficas pressupõe que as políticas hídricas devam articular-se às demais políticas atuantes no território, como condição importante ao alcance da sustentabilidade da bacia hidrográfica. Tal referencial teórico insere-se em um

[1] Este artigo baseia-se na Tese de Doutorado defendida por Angélica Tanus Benatti Alvim em agosto de 2003, intitulada "A Contribuição do Comitê do Alto Tietê à gestão da Bacia Metropolitana, 1994 – 2001", sob orientação do Prof. Dr. José Luiz Caruso Ronca. Um resumo da tese encontra-se na Revista Pós da FAU/ USP (n. 19) e a metodologia completa utilizada na pesquisa foi publicada na *Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental* vol. 12, n. 3 – jul./set. 2007, pp. 325-340.

contexto diferenciado: a gestão dos conflitos que interferem na disponibilidade da água, tendo em vista a importância deste recurso para a manutenção da vida e do desenvolvimento da sociedade.

Instituída no início da década de 1990, a Política de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo incorpora princípios deste modelo, introduzindo um processo de planejamento participativo e buscando solucionar conflitos relacionados à água no âmbito de um novo organismo gestor regionalizado – o Comitê de Bacia.

A Região Metropolitana de São Paulo, situada na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, é considerada a área mais populosa do Brasil, com cerca de 18 milhões de habitantes em 2000. Uma das áreas mais intensamente urbanizadas e industrializadas do país, com aproximadamente 98% da população vivendo no meio urbano, apresenta sérios conflitos que interferem diretamente nos recursos hídrico, os quais são, em sua maioria, provenientes do processo de ocupação desordenado do território e consequente ausência de planejamento urbano e metropolitano.

Desde meados dos anos de 1990, o Comitê de Bacia do Alto Tietê e seus subcomitês de bacia (Cotia-Guarapiranga; Billings-Tamanduateí; Pinheiros-Pirapora; Tietê-Cabeceiras e Juqueri-Cantareira) vêm construindo um amplo processo de planejamento participativo em relação aos conflitos que envolvem os recursos hídricos nessa região.

A análise das ações do Comitê do Alto Tietê e de seus subcomitês, no período de 1996 a 2002, recorte temporal estabelecido pela pesquisa, se faz através da análise de atas, deliberações e dos projetos aprovados, articulada a um conjunto de entrevistas com representantes das três instâncias que atuam no Comitê e nos cinco subcomitês. Nesse artigo, prioriza-se a apresentação da metodologia de avaliação dos projetos indicados pelo Comitê e seus subcomitês a receberem recursos do Fundo Estadual dos Recursos Hídricos – FEHIDRO, com ênfase nas ações que contribuem a uma gestão integrada do território.

2 PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Tratando-se de uma pesquisa que envolve aspectos teóricos e estudo de caso, optou-se por organizar esta apresentação em cinco seções: na seção 1, inicialmente, destacam-se alguns aspectos da teoria de gestão integrada da bacia hidrográfica com a Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, demonstrando a relevância do tema; na seção 2, dá-se uma breve explanação sobre o objeto de estudo, o Comitê do Alto Tietê; na seção 3, relata-se o procedimento metodológico adotado na avaliação das ações do Comitê da Bacia; na seção 4, apresenta-se a avaliação das ações do Comitê de acordo a metodologia elaborada; e na última seção, as principais ações destacadas são discutidas, bem como as conclusões da pesquisa apontando os principais aspectos verificados na aplicação da metodologia e os limites e desafios para uma efetiva contribuição do Comitê de Bacia à gestão integrada da Bacia do Alto Tietê.

2.1 Os princípios de gestão integrada das bacias hidrográficas na política das águas paulista

Como colocado anteriormente, esta pesquisa tem como principal referência a teoria de gestão integrada da bacia hidrográfica. Parte-se do pressuposto que o planejamento e a gestão de uma determinada bacia hidrográfica devem ser capazes de associar metas de sustentabilidade ambiental, econômica, social e cultural de maneira integrada às demais políticas que atuam naquele território. A problemática a ser tratada deve ter em vista a sociedade assentada, o desenvolvimento socioeconômico e o meio ambiente.

Em Dourojeanny (1993), a gestão integrada da bacia hidrográfica visa a conciliar políticas setoriais de gerenciamento dos recursos hídricos às políticas setoriais de gestão do território, além de integrar equitativamente os usuários em relação ao planejamento dos recursos hídricos. Este autor afirma ainda que esse modelo deve incorporar práticas de decisão partilhadas entre todos os atores que atuam no território, em prol da melhoria de sua qualidade hídrica, ambiental e socioeconômica.

"A gestão integrada dos recursos hídricos tem como principais fundamentos o uso sustentado dos recursos, a abordagem multissetorial e o emprego de medidas não estruturais, entre as quais destaca a gestão de demanda" (DOUROJEANNY; JOURAVLEV, 2001, apud SILVA e PORTO, 2003, p. 129). Neste sentido, encontra-se em jogo a "capacidade de renovação da água que se associa à escassez ou não, deste recurso" (DOUROJEANNY, 1993, p. 15). Para Silva e Porto (ibid.), esta concepção ampla é quase um corolário do conceito de desenvolvimento sustentável, que associa o processo de desenvolvimento à equidade social e à manutenção da capacidade de suporte dos sistemas ambientais.

Em áreas altamente urbanizadas, a articulação entre as políticas urbanas (em especial, uso e ocupação do solo, habitação e transportes), ambientais e de recursos hídricos é fundamental e só pode ser alcançada mediante um processo participativo e compartilhado entre todos os atores e instâncias envolvidos.

Importante colocar que a Constituição Federal de 1988, em seu artigo 21, ao definir os princípios que fundamentam a gestão nacional de recursos hídricos e estabelecer que a água é um bem público, considera a necessidade de uma política integrada entre os corpos d'água e as terras que os circundam. O Estado de São Paulo, ao preceder a União[2] em sua Constituição de 1989, além de aprofundar os princípios da Carta Magna, estabelece as normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos, bem como a organização e implementação do Sistema Estadual de Gerenciamento dos

[2] A Constituição Federal de 1988 autoriza os Estados legislar sobre a matéria em seus respectivos territórios, resultando em proposições inovadoras, principalmente no Estado de São Paulo. A Constituição do Estado de São Paulo de 1989 veio reforçar a necessidade da gestão integrada de recursos hídricos no Estado, por meio dos artigos 205 a 213.

Recursos Hídricos – SIGRH, regulamentados por meio da Lei 7.633/91.

Embora a legislação paulista tenha como principal objetivo o gerenciamento integrado dos recursos hídricos, seus fundamentos indicam que os princípios do modelo de gestão integrada das bacias hidrográficas vão além da necessidade primaz de integração somente dos setores que envolvem os usos múltiplos da água.

Em Alvim (2003), destacam-se os três princípios básicos da Política Estadual de Recursos Hídricos no Estado de São Paulo — *Descentralização, Participação e Integração* — indicados na Constituição Paulista de 1989 e explícitos na Lei Estadual 7.633/91, os quais enfatizam aspectos contidos no modelo de gestão integrada de bacias hidrográficas. A *descentralização* adota a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão, possibilitando, assim, a atuação descentralizada no âmbito do comitê de bacia desta unidade. A *participação* se expressa a partir da identificação dos atores envolvidos nos conflitos relacionados aos recursos hídricos, fato propiciado por meio da representatividade dos três segmentos usuários da água nos fóruns estadual e regional (Conselho Estadual – CRH e comitês das bacias). A *integração* tem em vista a não-dissociação da qualidade e quantidade da água, completa o argumento, uma vez que é por meio da mensuração da disponibilidade da água que as interferências das ações no território da bacia hidrográfica são evidentes.

Além destes princípios, outros aspectos da legislação, considerados fundamentais, evidenciam o propósito de uma gestão integrada de bacias, que, de acordo com Silva (2000), são os seguintes: incentivos à formação de consórcios intermunicipais, à formalização de convênios de mútua cooperação e assistência entre municípios, e à cooperação técnica entre diversas entidades, instituições e universidades.

A implantação dos Comitês de Bacia no Estado de São Paulo ocorrida a partir de 1993, com composição tripartite – Estado, municípios e sociedade civil – e paritária, no âmbito de cada uma das 22 Unidades de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – UGRHIs, ao incorporarem um formato descentralizado e democrático, vem encaminhando a resolução dos conflitos que interferem na disponibilidade de água na bacia. Grande parte desses conflitos vai além da capacidade de gestão do comitê, demandando uma ação articulada entre as instituições e atores que atuam / interferem naquele território.

Nessa linha de argumentação, destaca-se que o comitê da bacia hidrográfica tem um papel fundamental na gestão e no planejamento dos recursos hídricos e, consequentemente, do território que integra a bacia, embora não seja a única instância nesse sentido. Suas ações devem contribuir às integrações intersetoriais e inter-institucionais que se encontram no âmbito de outras esferas de planejamento e gestão, buscando minimizar os conflitos nos recursos hídricos, de acordo com as características do território a ser gerido.

2.2 O COMITÊ DO ALTO TIETÊ: O FÓRUM METROPOLITANO DE GESTÃO DAS ÁGUAS

A Bacia Hidrográfica do Alto Tietê ou UGRHI – Alto Tietê é a região onde o Comitê da Bacia do Alto Tietê (CBH-AT) atua como responsável pela gestão dos recursos hídricos, conforme definiu a Lei 7.633/91. Esta porção corresponde à área drenada por esse rio desde sua nascente, no município de Salesópolis, até a montante da Barragem de Rasgão, em Santana do Parnaíba, e possui uma extensão territorial que abrange uma área de 5.985 km^2, envolvendo 34 municípios, todos inclusos na RMSP (CBH-AT / FUSP, 2000), daí a denominação "Bacia Metropolitana de São Paulo".

A área de atuação do CBH-AT envolve 36 municípios[3]. Devido às dimensões dessa bacia e complexidade de seus conflitos, esse subcomitê é subdividido em cinco subcomitês, equiparados às sub-bacias principais dessa grande bacia: Cotia-Guarapiranga; Billings-Tamanduateí; Tietê- Cabeceiras; Juqueri-Cantareira e Pinheiros-Pirapora. Ressalta-se que esta subdivisão correlaciona as sub-bacias aos limites municipais.

A gestão dos recursos hídricos através do CBH-AT[4], desde a sua instalação, em 1994, passou a construir um processo dinâmico de planejamento participativo na metrópole, indicando novos encaminhamentos para a solução dos conflitos em relação aos recursos hídricos (NEDER, 2002).

A instituição, em 1997, da nova legislação de proteção e recuperação dos mananciais nas sub-bacias hidrográficas da RMSP, vinculada ao SIGRH, proporcionou aos subcomitês a responsabilidade de elaborar, de modo participativo, os instrumentos de planejamento ambiental – o Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental (PDPA) e as leis específicas – que regulamentarão a nova legislação e poderão contribuir para alterar a então degradação socioambiental presente nas áreas protegidas da bacia metropolitana.

A Agência da Bacia do Alto Tietê, implantada em 2003, braço executivo do Comitê, de acordo com a Lei Estadual 7.633/91, encontra-se atualmente em fase de consolidação. Destaca-se que este organismo deverá ter um papel fundamental na viabi-

[3] No início de sua instituição participavam do CBH-AT os seguintes municípios, todos inclusos na UGRHI – Alto Tietê: Arujá; Barueri; Biritiba-Mirim; Caieiras; Cajamar; Carapicuíba; Cotia; Diadema; Embu; Embu-Guaçu; Ferraz de Vasconcelos; Francisco Morato; Franco da Rocha; Guarulhos; Itapecerica da Serra; Itapevi; Itaquaquecetuba; Jandira; Juquitiba; Mairiporã; Mauá; Mogi das Cruzes; Osasco; Pirapora do Bom Jesus; Poá; Ribeirão Pires; Rio Grande da Serra; Salesópolis; Santana do Parnaíba; Santo André; São Bernardo do Campo; São Caetano do Sul; São Paulo; Suzano e Taboão da Serra. Importante ressaltar que os municípios vizinhos, embora não pertencentes à UGRHI, podem optar por participar do Comitê se houver interesses comuns a serem encaminhados. Em 1997, com a criação dos subcomitês, os municípios de São Lourenço da Serra e Juquitiba (UGRHI – Ribeira do Iguape) optaram por participar do CBH-AT por fazerem parte da RMSP.

[4] O CBH-AT é composto por 16 representantes e respectivos suplentes de cada segmento – Estado, Município e Sociedade Civil, eleitos a cada dois anos. A estrutura organizacional dos subcomitês é semelhante à do comitê central, diferindo em relação ao número de representantes e rotatividade da representatividade dos municípios. O município de São Paulo tem assento garantido tanto no CBH-AT quanto nos subcomitês em função do seu papel central na dinâmica econômica, populacional e política da Bacia do Alto Tietê.

lização dos objetivos do Comitê e na formulação e implementação dos instrumentos de planejamento e gestão da bacia.

2.3 Avaliação das ações do comitê do alto tietê

Partindo da concepção teórica explicitada anteriormente, defende-se que as ações dos comitês de bacia busquem a articulação entre o gerenciamento integrado dos recursos hídricos e outros usos setoriais que atuam e conflitam na bacia hidrográfica, tendo em vista a contribuição para a implementação de um processo de gestão integrada daquele território.

As ações do CBH-AT e dos subcomitês, objetos da avaliação, foram selecionadas a partir da leitura e sistematização das respectivas atas de reuniões, deliberações e projetos aprovados, associadas à realização de entrevistas qualitativas com representantes dos diversos atores dos três segmentos – Estado, Municípios e Sociedade Civil – que participam nas instâncias central e descentralizadas. Dentre as ações, procurou-se avaliar, principalmente, aquelas que buscam articular-se com as políticas urbanas, uma vez que na RMSP a ausência de uma atuação integrada relacionada a tais políticas vem provocando intensos conflitos quanto à disponibilidade de água para abastecimento urbano e à drenagem.

A seguir, é fundamental sintetizar as principais ações do Comitê no período analisado, de modo a definir o universo a ser avaliado.

2.3.1 *Principais assuntos debatidos ao longo das gestões do CBH-AT (1994 – 2002)*

Análise das reuniões do CBH-AT, através das leituras das atas de reuniões ordinárias e extraordinárias ocorridas durante o período de 1994 a 2001, associadas a entrevistas qualitativas. Nem todas as atas disponibilizadas pela Secretaria Executiva do Comitê reproduziam a íntegra de cada reunião e outras não foram encontradas. Sendo assim, foram analisadas 22 atas de reuniões ordinárias, realizadas no período de 1994 a 2002, e 14 atas de reuniões em caráter extraordinário. O quadro 1 apresenta as diferentes gestões do CBH-AT e suas respectivas diretorias. Em seguida, apresenta-se uma síntese dos assuntos mais relevantes a essa pesquisa.

O primeiro biênio de gestão do CBH-AT inicia-se no final de 1994, após a sua instalação, encerrando-se no início de 1997. Por ser um período inicial, é marcado por momentos de descontinuidade em relação aos assuntos elencados e reuniões esparsas. A participação dos representantes dos três segmentos é alternada, sendo que, principalmente no fim do período, observa-se uma menor participação do segmento Município. Já a Sociedade Civil encontra-se em processo inicial de participação. Alguns representantes são constantes e impõem uma dinâmica de contribuições e questionamentos importantes às reuniões do Comitê, destacando profissionais ligados às ONGs ambientalistas. Com relação ao Estado, destaca-se a participação da Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras – SRHSO, da Secretaria do Meio Ambiente – SMA, do Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE – e da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

Nesta gestão os principais assuntos debatidos foram: o Programa de Despoluição do Rio Tietê, ou Projeto Tietê; o Plano Integrado de Aproveitamento das Bacias Hidrográficas do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista, o "Planão"; e a formação dos subcomitês. Além disso, destacam-se a formação da primeira Câmara Técnica (CT) – a CT de Controle de Inundações -, responsável por desencadear um trabalho relativo às enchentes e formação da CT de Revisão da Lei de Proteção aos Mananciais, responsável por discutir o processo de elaboração da nova lei de proteção dos mananciais. No âmbito dessas CTs, observam-se demandas que envolvem iniciativas de articulações intersetoriais fundamentais à gestão integrada da bacia.

A gestão seguinte é marcada pela eleição do então Secretário da SRHSO, Hugo Marques da Rosa, como Secretário Executivo do Comitê, além de uma articulação política que elege o Prefeito do Município de São Paulo, Celso Pitta, para Presidente, bem como a continuidade da Fundação SOS Mata Atlântica, na Vice-Presidência, desta vez representada por Roberto Klabin. No início dessa gestão, a dinâmica de reuniões e trabalhos do CBH-AT se acentua. Além da alteração do

Tab. 1 *Quadro 1: As diretorias do CBH-AT de 1994 a 2002*

Gestão	**Presidente**	Vice-Presidente	**Secretário Executivo**
1994/1996	Hélio Rubens Figueiredo (Prefeito de Itapecerica da Serra)	Mário Cesar Mantovani (SOS Mata Atlântica)	Paulo Bezerril Jr. (DAEE) Eng. Jorge Simão Júnior (DAEE)
1997/1998	Mário Cesar Mantovani (SOS Mata Atlântica) Celso Pitta (Prefeito de São Paulo)	– Roberto Klabin (SOS Mata Atlântica)	Gerôncio Albuquerque Rocha (DAEE) Hugo Marques da Rosa (SRHSO)
1999/ 2000	Hugo Marques da Rosa (Instituto de Engenharia)	Silas Bortolosso (Prefeito de Osasco)	João Gilberto Lotufo Conejo – DAEE João Gilberto Lotufo Conejo (Secretario-Adjunto de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras)
2001/ 2002	Marta Suplicy (Prefeita de São Paulo)	Pedro Camello Filho (Movimento Terra Viva)	Antonio Carlos Mendes Thame (SRHSO) Ricardo Borsari (SRHSO)

Fonte: CBH–AT. Secretaria Executiva.
Organizado por ALVIM, Angélica A. T. B., 2003.

nome da CT de Controle de Inundações para CT Drenagem e Controle de Inundações, a qual havia deflagrado uma série de atividades contínuas, principalmente com relação a recomendações de medidas não-estruturais que deveriam constar no Plano de Macrodrenagem, em elaboração por consultoria contratada pelo DAEE, foram criadas mais duas Câmaras Técnicas: a CT Qualidade de Água e Proteção aos Mananciais e a CT Quantidade de Água e Racionalização dos Usos.

Entre 1997 e 1998 foram sendo formados os subcomitês regionais, iniciando o processo de descentralização da gestão das águas na Bacia do Alto Tietê. O pioneiro foi o Subcomitê Cotia-Guarapiranga (SCBH–AT/CO-GUA), seguido pelos subcomitês Tietê-Cabeceiras (SCBH-AT/TC), Juqueri-Cantareira (SCBH-AT/JC), Billings-Tamanduateí (SCBH-AT/BT) e por fim o Subcomitê Pinheiros-Pirapora (SCBH-AT/PP). Embora a idéia de descentralização das atividades do Comitê tenha sido objeto de debates em várias reuniões, com posicionamentos contra e a favor, a necessidade de desencadear ações em cada sub-bacia é evidenciada no âmbito de discussão da minuta da Nova Lei de Proteção aos Mananciais onde os embriões dessas instâncias foram se formando.

Outros importantes assuntos discutidos durante esse período indicam interfaces entre os recursos hídricos e outras políticas setoriais, entre eles a Revisão do Plano Diretor de Esgotos, trabalho que envolveu parecer da Câmara Técnica de Qualidade, e a formação da Câmara Técnica de Saneamento, com vistas a articular dois setores naturalmente interligados, mas que na estrutura de gestão setorial do Estado sempre estiveram desarticulados.

Ainda nessa gestão, aprovaramse a formação da Comissão Especial para propor a estrutura organizacional da Agência de Bacia do Alto Tietê (em acordo com a Lei 10.020/98) e a contratação conjunta do Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia do Alto Tietê (Relatório Zero) e do primeiro Plano de Bacia do Alto Tietê, instrumentos fundamentais para o planejamento e a gestão integrada da bacia. Tais instrumentos contratados com recursos advindos do FEHIDRO, por meio do DAEE, foram elaborados de forma participativa pela FUSP – Fundação da Universidade de São Paulo.

Na gestão 1999-2000, pela primeira vez, o segmento Sociedade Civil passou a ocupar a Presidência do Comitê, através do Instituto de Engenharia da USP, por meio do ex-Secretário da SRHSO, Hugo Rosa. Como importante iniciativa, logo no início dessa gestão, foram criados os Grupos de Integração, com o objetivo de articular as ações do Comitê às dos subcomitês, e o de Apoio à Secretaria Executiva do Comitê. Aliada a tais medidas administrativas, o Comitê elaborou a revisão de seu estatuto, incluindo os subcomitês e as atribuições referentes à Lei de Mananciais 9.866/97, além de dar continuidade à discussão sobre a constituição de sua Agência de Bacia.

Diversos assuntos discutidos em plenárias expressavam a continuidade de ações já iniciadas em gestões anteriores, tais como o acompanhamento do Plano de Macrodrenagem e do Plano Emergencial de Recuperação dos Mananciais. Alguns, deflagrados no final de 1998, tiveram seus percursos definidos ao longo do período, como a elaboração do Plano de Bacia do Alto Tietê, a Lei Específica da Sub-bacia Guarapiranga, a constituição da Agência de Bacia e a revisão do Estatuto do Comitê.

A discussão a respeito das interfaces entre recursos hídricos e outras políticas territoriais, em especial o uso do solo, tornou-se mais explícita. Alguns trabalhos, ao longo desses dois anos, demonstraram como esse assunto veio sendo debatido no Comitê, evidenciando suas dificuldades. Entre eles, o acompanhamento do Plano de Macrodrenagem, feito pela CT Drenagem e Controle de Inundações, e o Plano de Bacia do Alto Tietê, elaborado pela FUSP. Destaca-se ainda, nessa gestão, uma importante polêmica ocorrida no Comitê, que coloca novamente em evidência os conflitos entre organismos estaduais e a instância de gerenciamento dos recursos hídricos: a implantação de duas unidades da FEBEM, por parte do Estado – uma no Parque Estadual do Juqueri e outra nas proximidades. Embora o CBH-AT homologue deliberação posicionando-se contra a construção dos empreendimentos, o Estado desconsidera-a, demonstrando, de certo modo, a fragilidade política do Comitê. Outras manifestações são registradas em atas em relação ao Plano Emergencial de Recuperação dos Mananciais (exigência da Lei Estadual 9.866/1997) por diversos representantes, principalmente em função dos seguintes aspectos: lentidão na execução das ações propostas e dificuldade de articulação entre estas e a política habitacional.

Na gestão seguinte, a Prefeitura Municipal de São Paulo, que na gestão anterior afastara-se plenamente das atividades do Comitê, volta a participar. A Prefeita Marta Suplicy é eleita Presidente do Comitê e Stella Goldeinstein, então Secretária Municipal do Meio Ambiente, sua suplente. Como de praxe, a Sociedade Civil ocupa o cargo da Vice-Presidência, através da ONG Movimento de Resistência Ecológica Terra Viva, representada por Pedro Camello. O cargo de Secretário Executivo é ocupado pelo segmento Estado, inicialmente por Antonio Carlos Mendes Thame (SRHSO), sendo substituído, em seguida, por Ricardo Borsari, também da SRHSO.

Observa-se que a estrutura de funcionamento do Comitê (Câmaras Técnicas, Grupos de Trabalho e Subcomitês) estava completamente definida desde o final da gestão anterior, com exceção da constituição da Agência de Bacia. Os principais desafios colocados para o período eram: a aprovação do Plano de Bacia, a implantação da Agência de Bacia e a elaboração das leis específicas para a regulamentação da nova Lei dos Mananciais no âmbito das sub-bacias.

Importantes acontecimentos colocam em xeque novamente a credibilidade do Comitê frente ao Executivo Estadual. Entre

[5] O projeto de Flotação propõe o tratamento das águas do Rio Pinheiros através de técnicas de coágulo e floculação, associando a intensificação do bombeamento dessas águas para o Reservatório Billings, conseqentemente aumentando a geração de energia na Usina Henry Borden. Inicialmente foi apresentado somente no âmbito do CRH, mas após pressões por parte do CBH-AT essa situação se modifica. Em 27/04/2001, o Comitê do Alto Tietê

eles, a aprovação, apenas no âmbito do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH), do Projeto Flotação do Rio Pinheiros[5] e a alteração da Lei 1.172/76 de Proteção aos Mananciais.

Importante ressaltar que o episódio da alteração da Lei 1.172/76, em especial do artigo 37, assim como o decreto regulamentador da matéria nº. 9.714/77, em seu artigo 53[6], ocorrido em meados de 2001, em um momento crucial de discussão sobre as exigências da Lei 9.866/1997, deflagra importante conflito entre os setores de recursos hídricos e meio ambiente. Durante esse ano, observa-se a redução da participação dos membros da SMA nas instâncias de gestão de recursos hídricos. Embora com os inúmeros conflitos e desgastes políticos deflagrados nesse episódio, com diversos manifestos contra essa alteração, principalmente de vários membros dos subcomitês, o CBH-AT encerra o ano de 2001 aprovando essa medida, na mesma reunião em que aprova a minuta de Lei Específica da Sub-Bacia Guarapiranga.

Em 2002 ocorrem diversas reuniões do CBH-AT e subcomitês com o DERSA – Departamento Rodoviário SA –, sobre o traçado do Rodoanel nos ramos sul, leste e norte que cortam as áreas de mananciais, no sentido de esclarecer os possíveis impactos ambientais nas respectivas sub-bacias. Entretanto, para grande parte dos atores, as explicações não foram suficientes, pois, além dos inúmeros impactos ambientais, a obra viria a induzir novas ocupações urbanas.

No final de 2002, o primeiro Plano de Bacia, praticamente concluído em 2001, foi definitivamente aprovado por todas as instâncias. Ressalta-se que a implementação desse instrumento constitui o grande desafio do Comitê do Alto Tietê na superação dos conflitos quanto à gestão do recurso água e sua integração a outras políticas setoriais e urbanas, e instâncias estadual e municipais. De natureza indicativa e negociada, é importante instrumento de planejamento e gestão integrada da bacia, uma vez que propõe um modelo de gestão compartilhada entre Estado e municípios e entre organismos setoriais estaduais, através de diretrizes específicas de desenvolvimento institucional, ampliando assim o campo de atuação do Comitê.

Caracterização do universo a ser avaliado

Após a análise dos principais documentos e destaque dos principais assuntos debatidos, considerou-se que as deliberações e os projetos aprovados anualmente com recursos advindos do FEHIDRO representam dois perfis distintos de ações dos comitês de bacia que deveriam ser objetos de avaliação.

Entretanto, dadas as diferenças entre elas, algumas considerações são fundamentais no sentido de delimitar melhor o universo a ser avaliado. As deliberações, em geral, são assuntos encaminhados e votados de forma paritária pelo Comitê. Como o Comitê tem uma natureza deliberativa e não executiva, em geral sua atuação limita-se a recomendações referentes a Planos, Estudos, Legislações, entre outros, que dependem da ação efetiva de outros organismos, em geral do Estado e/ou dos municípios, para sua execução. Já a distribuição dos recursos do FEHIDRO ocorrida anualmente – tanto no âmbito do CBH-AT como no dos sub-comitês – é considerada como uma das ações mais efetivas dessas instâncias, uma vez que os projetos ali aprovados abrem a oportunidade de concretização de uma série de demandas que envolvem tanto a melhoria da qualidade dos recursos hídricos como a minimização dos conflitos que envolvem a relação água e território. Cabe destacar que, embora esses recursos, na ocasião da pesquisa, fossem pouco expressivos[7], sempre foram bastante disputados por todos os segmentos, tanto no Comitê quanto nos subcomitês.

Entre 1995 e 2002, recorte temporal desta pesquisa, cerca de 54 deliberações foram votadas e aprovadas. Deste universo, 22 deliberações são de natureza financeira, 17, administrativa, sete, de planejamento (planos e projetos), seis, normativas e uma relacionada à legislação.

No âmbito das 22 deliberações relacionadas aos aspectos financeiros, de 1996[8] a 2002, oito deliberações distribuíram os recursos do FEHIDRO aprovando 164 projetos, todos de certa forma envolvendo interesses do Comitê da Bacia e de seus subcomitês.

No âmbito dos 164 projetos aprovados, 57 foram apresentados por tomadores do segmento Sociedade Civil, 57 do Estado e 50 do Município. Desse universo, a pesquisa identificou que 77 (47%) foram realmente contratados até meados de 2002, dos quais, 40 (52%) foram concluídos e 37 (48%) estavam em andamento. Os demais, 87 projetos (43%), esta-

convidou a Empresa Metropolitana de Águas e Energia – EMAE para apresentar o Projeto Flotação à plenária, fato que não ocorreu. Em 11/09/2001, na reunião de posse de novos membros do CRH, o Projeto Flotação foi apresentado, mas não havia previsão de deliberação nessa plenária. Embora as atas e entrevistas tenham evidenciado polêmicas em relação ao projeto, o CBH-AT acabou por recomendar sua implementação e seu acompanhamento por Câmara Técnica específica e pelos comitês envolvidos.

[6] O Projeto de Lei apresentado pela SMA tinha por finalidade permitir vinculação entre áreas não contíguas para fins de regularização de um determinado empreendimento. Ressalta-se que, conforme o artigo 53 do Decreto 9.714/77, não era permitido "a vinculação ao mesmo empreendimento de áreas de terreno ou glebas não contíguas, salvo quando separadas por via pública". Ou seja, tal PL amplia a possibilidade de regularização de lotes e edificações nas áreas de proteção aos mananciais mediante a vinculação a estes de terrenos não contíguos, ainda que dentro da sub-bacia, que compensassem as suas irregularidades. Diversos especialistas ressaltam que tal projeto não favorecia a população de baixa renda, que não dispõe de dinheiro para adquirir tais áreas, favorecendo portanto somente os interesses dos grandes proprietários de empreendimentos localizados em área de proteção aos mananciais.

[7] Segundos dados do COFEHIDRO (2003, apud ALVIM, 2003, p. 126), entre 1995 e 2001, o CBH-AT recebeu cerca de R$ 14 milhões, distribuídos de forma heterogênea ao logo dos anos. Em geral, o comitê recebe cerca de 2,5 milhões ao ano.

[8] A distribuição anual dos recursos do FEHIDRO iniciou-se de fato em 1996, embora o Comitê tenha sido instalado em dezembro de 1994.

[9] Em geral, entrevistas com técnicos do SIGRH apontaram como principais problemas em relação à morosidade da contratação dos projetos os seguintes aspectos: a excessiva demora dos tomadores em regulamentar a documentação exigida pelo COFEHIDRO, a lentidão na aprovação dos projetos em função das várias instâncias por que passam, aliada ao número reduzido de agentes técnicos e à demora no nível de desembolso dos recursos pelo agente financeiro.

vam em tramitação nos respectivos organismos de aprovação[9] (Secretaria Executiva do Comitê da Bacia, no Agente Técnico ou no Agente Financeiro do COFEHIDRO). Em relação às áreas de interesse dos projetos, 26% seriam destinados à sub-região Cotia-Guarapiranga; 18% à sub-região Tietê-Cabeceiras; 16% à Bacia (Geral); 15% à sub-região Billings-Tamanduateí; 13% à Juqueri-Cantareira; e 12% à sub-região Pinheiros-Pirapora.

Em seguida, como forma de entender as ações priorizadas pelo Comitê da Bacia, os projetos foram classificados segundo a natureza de cada assunto. Tal classificação foi realizada com base nos processos arquivados pela Secretaria Executiva do COFEHIDRO, sendo que os dados foram complementados com entrevistas realizadas no âmbito do Comitê da Bacia e dos subcomitês. Dos 164 projetos aprovados, a pesquisa permitiu classificar um total de 146 projetos em função da descrição apontada nos documentos pesquisados (as informações dos demais eram imprecisas, sendo os projetos, portanto, descartados).

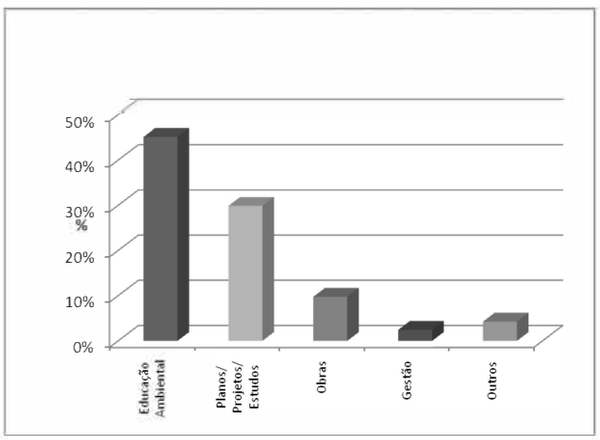


FIG. 1 *Projetos aprovados no CBH-AT segundo a natureza do assunto – 1996 /2001 (%)*

Fonte: CBH-AT. Secretaria Executiva. Gráfico elaborado segundo critérios estabelecidos por Alvim, Angélica (2003).

Nota-se, de acordo com a Figura 1, que os projetos que envolvem educação ambiental e planos/projetos/estudos destacam-se do conjunto da amostra, com 45% e 30%, respectivamente. Os projetos aprovados que envolvem obras ocupam 13% do conjunto, 4% são aqueles ligados à gestão e 7% tratam de outros assuntos (reflorestamento, fiscalização etc.).

Construindo a Metodologia de Avaliação Qualitativa

Importante ressaltar que a gestão dos recursos hídricos, como toda política de natureza pública, apresenta interfaces de interesses, não apenas com as políticas vinculadas diretamente a esse setor ou ao meio ambiente, mas também com outras políticas setoriais que conflitam diretamente ou indiretamente com o recurso água.

Partindo do entendimento de que a política de recursos hídricos tem como função primordial implementar o gerenciamento integrado dos recursos hídricos, tem-se como pressuposto que um comitê de bacia pode contribuir efetivamente para a gestão integrada do território, quando suas ações buscam formas de articulação com os outros setores que atuam e conflitam no território da bacia hidrográfica.

Em busca de uma metodologia de avaliação qualitativa para avaliar se as ações de um comitê de gestão das águas contribuem ou não à gestão integrada da bacia hidrográfica, considerou-se fundamental entender o conceito **articulação**, tendo em vista a relação dos recursos hídricos com outros setores que atuam no território da bacia hidrográfica.

Para tanto, dois passos foram essenciais: 1) definir em que nível o setor de recursos hídricos apresenta interfaces com outros setores e consequentemente com as instâncias político-administrativas responsáveis por tais políticas setoriais; 2) definir os princípios implícitos ao conceito articulação, tendo em vista o gerenciamento integrado dos recursos hídricos no âmbito de um comitê de bacia, bem como sua contribuição à gestão integrada desse território.

1) Em relação ao primeiro aspecto, no âmbito da Bacia Metropolitana de São Paulo, considerou-se que existem três grupos de setores que apresentam interfaces diferenciadas com os recursos hídricos. De modo a facilitar a definição operacional a ser utilizada na avaliação qualitativa que se pretende, esses setores foram organizados em três grupos, de acordo com o nível de **articulação** com os recursos hídricos, denominados *setores diretos, setores correlacionados e setores indiretos/territoriais*, descritos a seguir.

- **Setores Diretos**: aqueles que necessariamente têm uma articulação direta e inerente com recursos hídricos, na concepção contemporânea do setor, pois se vinculam diretamente ao recurso água. Entre eles estão o saneamento básico (água, esgoto, drenagem urbana, limpeza urbana), o setor energético e a agricultura.
- **Setores Correlacionados**: são setores cuja articulação é evidente, na medida em que se tem o conceito de desenvolvimento sustentável[10] como elemento fundamental da gestão integrada da bacia. Isso pressupõe a adoção de um conjunto de políticas que interferem e/ou atuam no meio ambiente de forma integrada, embora venham sendo tratadas, na maioria das vezes, setorialmente. Neste grupo, classificam-se o meio ambiente, os resíduos sólidos, a educação e a saúde.

[10] A definição mais conhecida de desenvolvimento sustentável é a do Relatório Nosso Futuro Comum, da Comissão Mundial de Meio Ambiente, em 1987, onde "desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz a necessidades do presente sem comprometer as necessidades das gerações futuras satisfazerem as suas" (CMMAD, 1988, p.46, *apud* ALVIM, 2003, p. 22). Diversos autores vêm aprofundando esse conceito. Dourojeanny (1993, p. 2) enfatiza a necessidade articulação de três objetivos que estão implícitos a ele: crescimento econômico, sustentabilidade ambiental e equidade (social, econômica e ambiental). Muñoz (2000) indica que toda proposta que leve em consideração o desenvolvimento sustentável deve ter uma visão atualizada sobre a relação desenvolvimento e meio ambiente, sendo que a busca do crescimento econômico não deve perder de vista a preservação, a conservação e a capacidade de suporte do meio físico, base para a transformação produtiva e reserva para as futuras gerações.

- **Setores Indiretos/Territoriais**: são setores de natureza territorial que demandam e interferem nos recursos hídricos e que devem ser geridos em consonância com estes, de modo a atingir a gestão integrada da bacia. Nesta categoria, estão os setores-chave das políticas de ordenamento territorial urbano: uso e ocupação do solo (legislações e instrumentos), habitação, indústrias, grandes equipamentos, circulação e sistema de transportes.

2) Em seguida, foram definidos os princípios implícitos ao conceito **articulação**, tendo em vista que, no âmbito da gestão das águas, as ações do comitê da bacia devem se mostrar articuladas entre si de modo a respeitar as atribuições delineadas no seu estatuto e procurar minimizar os conflitos intersetoriais que representam uma ameaça aos recursos hídricos, de modo a contribuir com a gestão integrada da bacia hidrográfica. São eles:

- **Articulação quanto às Interfaces Setoriais**: as ações do Comitê devem expressar-se de forma articulada junto aos demais setores funcionais da bacia, em especial setores de natureza territorial, que interferem na disponibilidade de água para o abastecimento público, importante finalidade do gerenciamento de recursos hídricos.
- **Articulação quanto à Abrangência Territorial:** a ação do Comitê deve concentrar-se em questões de âmbito macro, privilegiando articulações entre a escala regional e sub-regional no âmbito da bacia.
- **Conformidade aos objetivos de gestão**: as ações do Comitê devem ser conduzidas de modo a contribuir com os objetivos de gestão dos recursos hídricos definidos por meio de suas atribuições, garantindo o atendimento aos princípios de gestão integrada dos recursos hídricos, explicitados na Lei Estadual 7.633/91.
- **Coerência entre a natureza das ações e segmento de demanda**: como responsável pela gestão regional e intermunicipal, o segmento Estado tem um papel fundamental nas ações que favoreçam a gestão da bacia hidrográfica de modo integrado. A escala de gestão deve garantir que o Estado se dedique em especial às ações de amplitude regional, beneficiando tanto o segmento municipal quanto o segmento da sociedade civil.
- **Justeza na alocação de recursos financeiros**: espera-se que o Comitê concentre seus recursos na resolução de problemas significativos para a bacia. Nesse sentido, devem ser privilegiados tanto os projetos elencados nos instrumentos do SIGRH como os que contribuem para a resolução de conflitos que interferem nos recursos hídricos.

O conjunto de indicadores qualitativos foi concebido em seguida, relacionados a cada princípio implícito no conceito **"articulação"**, onde foram atribuídas escalas de avaliação com diferentes níveis de graduação para cada um. Os indicadores construídos e suas respectivas escalas são descritos a seguir:

- **Intersetorialidade**: identifica a articulação entre a gestão dos recursos hídricos e os demais setores que atuam na bacia hidrográfica, os quais estão implícitos nos projetos aprovados de acordo com suas características e o impacto de sua implementação. Para este indicador, foi estabelecido uma escala de quatro níveis de articulação – **alto, médio-alto, médio-baixo e baixo** –, definida segundo as distintas interfaces com grupos elencados na seção anterior. Por um lado, privilegia-se com pontuação mais alta as ações do Comitê que envolvem uma ampla articulação entre os setores dos três grupos – "diretos", "correlacionados" e "indiretos/ territoriais" – e, por outro lado, recebem uma baixa pontuação as ações voltadas apenas para o setor recursos hídricos, articulação esta implícita ao gerenciamento integrado deste setor e de responsabilidade do Comitê de Bacia.
- **Abrangência territorial**: este indicador identifica a amplitude da ação do Comitê da Bacia e/ou subcomitês em relação à articulação interinstitucional e territorial no âmbito da bacia (regional, sub-regional, municipal ou local), a partir do alcance dos projetos aprovados e dos segmentos envolvidos. A escala foi definida por meio de três níveis distintos – **alto, médio e baixo** -, reforçando, por um lado, com pontuação mais alta, as ações de alcance metropolitano e/ou sub-regional e, por outro, com pontuação mais baixa as ações pontuais. Ou seja, quanto mais a ação contribuir à bacia (entendida como região) ou às sub-bacias (sub-regiões), mais articulada está a gestão dos recursos hídricos e, portanto, mais contribui à gestão integrada da bacia. Observa-se que as ações que repercutem na bacia ou nas sub-bacias (correspondentes aos subcomitês de bacia) foram consideradas no mesmo nível, uma vez que, no estudo de caso, a gestão descentralizada é considerada fundamental devido à complexidade da RMSP.
- **Gestão:** indica se o Comitê da Bacia e seus subcomitês vêm aprovando projetos que vão ao encontro dos objetivos de gestão definidos em suas atribuições (expressas claramente nos documentos formais destas instâncias). As escalas – **alta, média e baixa** – para esse indicador definem o nível de articulação dos projetos aprovados pelo Comitê da Bacia ou pelos subcomitês em relação às suas atribuições: quanto mais o projeto aprovado for ao encontro dos objetivos de gestão indicados nos documentos formais, mais articulado ele está e, portanto, sua contribuição é mais significativa à gestão integrada da Bacia do Alto Tietê, obtendo pontuação mais alta. Por outro lado, os projetos aprovados que não eram prioridades expressas pelas instâncias de gestão das águas obtiveram pontuação baixa.
- **Origem do projeto**: identifica a origem das demandas de projetos a serem financiados pelo Comitê da Bacia, sendo mensurado a partir de três níveis distintos de avaliação: **alto, médio e baixo.** Assume-se que tanto o Estado como Consórcios Intermunicipais, cuja área de atuação é regional, têm maior responsabilidade nos projetos que contribuem à gestão integrada da bacia e, portanto, mostram-se mais articulados recebendo a mais alta pontuação. As instâncias que atuam de forma localizada contribuem de maneira menos efetiva e, portanto, recebem a pontuação menor.
- **Valores Contratados:** indicador que classifica os projetos em relação aos valores contratados. Quanto maior o volume de recursos, maior o alcance do projeto e maior a intensidade de articulação. Como o montante recebido anualmente pelo Comitê da Bacia ainda é pequeno (em função da não aprovação da cobrança da água), adotaram-se quatro faixas de valores, de forma que houvesse uma

distribuição uniforme de projetos: **alto, médio-alto, médio-baixo e baixo.**

Como corolário da estratégia adotada, Pereira (1999) sugere que se busque uma síntese para as várias medidas providas pelos indicadores selecionados, por meio da mensuração de um único indicador denominado **"articulação"**. Ou seja, considera-se a computação de um único indicador formado a partir do conjunto de indicadores originais estabelecidos anteriormente. Por meio deste raciocínio, considerou-se que a **articulação** é mensurada segundo uma progressão de categorias, ou indicadores, na qual o primeiro nível corresponderia a categorias nominais (tipos de articulações) e o segundo nível, a categorias ordinais (níveis ou intensidades da articulação). Ou seja, admitindo-se a existência de um nível de mensuração superior ao original dos indicadores selecionados, tem-se uma nova **variável – articulação** - que assume múltiplos valores, uma vez que um projeto apresenta diferentes níveis de intensidade para cada indicador isolado.

Nesta estratégia, computa-se o fenômeno **articulação** como a soma de presença de tipos diversos de articulação: um projeto com nível alto de articulação intersetorial, nível alto de abrangência, nível alto de gestão, nível alto de origem e nível alto de valor contratado é superior a um projeto que apresenta algum ou dois níveis inferiores em um dos indicadores selecionados e assim por diante. Como um segundo passo, a fim de refletir o mesmo peso para os indicadores analisados, de forma a mensurar cada indicador e quantificar a avaliação de caráter qualitativo, as escalas foram transformadas em números e normalizadas em valores entre 0 e 6, que é compatível com a representação inteira dos intervalos entre níveis[11]. Como consequência das atribuições de notas aos distintos níveis das escalas adotadas, apresentadas em cada indicador, tem-se que um determinado projeto analisado poderá ter um valor máximo de 30 unidades pela soma de *scores* de cada indicador avaliado separadamente, ou seja, pelo valor da nota final do projeto.

Aplicação da metodologia

Do universo de 164 projetos deliberados pelo CBH-AT, no período de 1996 a 2002, considerou-se então a amostra de 146 para aplicação da metodologia, cujas informações estavam completas para viabilização da análise. Para o universo selecionado, elaborou-se uma matriz, atribuindo a cada projeto a avaliação segundo os níveis de articulação identificados nos indicadores selecionados: *Intersetorialidade, Abrangência Territorial, Gestão, Origem do Projeto e Valor Contratado.*

Os principais resultados para cada indicador em separado são sintetizados a seguir: 1) Em relação ao indicador Intersetorialidade, apenas 18 projetos, 12,3% dos projetos avaliados, destacam-se com um alto nível do atributo e privilegiaram ações que envolvem uma ampla articulação. Em geral, tais ações estão relacionadas a diagnósticos territoriais, sistema de informações georreferenciadas de bacias e sub-bacias, aquisição de instrumentos de planejamento. 2) Quanto ao indicador Valor Contratado, a pesquisa apontou um equilíbrio entre projetos de maior aporte financeiro, como, por exemplo, a contratação dos instrumentos de gestão da bacia (Plano de Bacia ou Leis Específicas), e de menor porte, como projetos de educação ambiental. Em geral, a maioria dos projetos distribui-se entre as faixas intermediárias. 3) A avaliação do indicador Abrangência Territorial identificou que 67 projetos, aproximadamente 46%, têm por objetivo beneficiar as escalas da sub-bacia ou da bacia, representando que as ações consideradas significativas são de maior amplitude. 4) Em relação ao indicador Gestão, observou-se que 69 projetos aprovados no âmbito do Comitê e seus subcomitês, cerca de 49%, não surgiram de demandas internas à gestão, indicando uma pulverização de recursos financeiros em projetos não apontados em documentos dessas instâncias como fundamentais à gestão da bacia. A pesquisa observou que a maioria foi aprovada entre 1995 e 1998. A partir de 1999, o Comitê do Alto Tietê, ao estabelecer critérios mais específicos em relação à aprovação dos projetos, passou a classificar aqueles que vão ao encontro de seus objetivos. 5) Já na avaliação realizada através do indicador Origem do Projeto, nota-se que há um equilíbrio entre os projetos apresentados pelo Estado ou Consórcios Intermunicipais (34,3%), responsáveis pela esfera regional ou sub-regional, pelos Municípios, responsáveis pela esfera local, e pela Sociedade Civil (30,2%), fato que indica uma preocupação em atender a todos os segmentos.

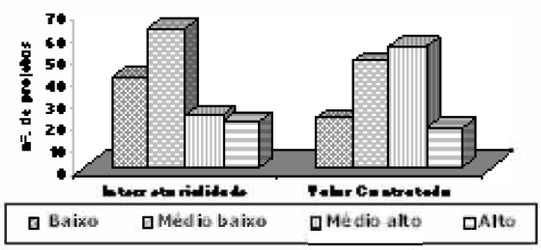


FIG. 2 *Frequências dos resultados dos níveis de articulação dos indicadores "intersetorialidade" e "valor contratado"*

As figuras 2 e 3 resumem as avaliações realizadas, reunindo as frequências dos resultados obtidos no âmbito de cada indicador nos 146 projetos selecionados, com o intuito de prover uma síntese.

Observa-se que, em relação aos dois primeiros indicadores apresentados na figura 3, sobressaem as escalas *média-baixa* para o indicador *intersetorialidade e média-alta* para o indicador *valor contratado*. No segundo conjunto de indicadores, a situação difere. Nota-se que a escala que se destaca para o indicador *abrangência territorial* é o nível alto de

[11] Como as escalas foram definidas com níveis de distintos (para os indicadores "intersetorialidade" e "valores do contrato" têm-se quatro níveis de graduação da escala e, para os demais, somente três), foi realizado, como técnica estatística, um procedimento de homogeneização ou normalização das escalas adotadas para cada indicador. Conforme recomendado por Pereira (1999), foi realizado um estudo de confiabilidade dos indicadores, sendo obtidos os seguintes resultados: Sumário para a Escala: Média = 13,7905; Desvio padrão = 8,09405; Número de casos válidos = 146; Alfa de Cronbach: 0,768286; Correlação Inter-Indicadores: 0,405270.

articulação, enquanto para o indicador *gestão*a, o nível *baixo* sobressai em relação aos demais. O último indicador, *origem do projeto*, apresenta um equilíbrio em relação aos três níveis.

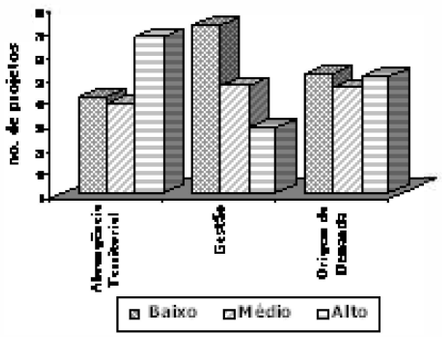


Fig. 3 *Frequências dos resultados dos níveis articulação dos indicadores "abrangência territorial", "gestão" e "origem da demanda"*

O resultado final da avaliação dos projetos, segundo a escala de pontos obtida a partir da normalização para o Indicador Articulação (síntese de todos os indicadores), é apresentado de forma sintetizada na tabela 1, de acordo com o número de projetos e com quatro faixas de escala adotadas, distribuídas uniformemente. Observa-se que, dos 146 projetos avaliados, 52 projetos estão acima da média de 15 pontos – nas faixas 3 e 4. Este resultado indica que 36% dos projetos aprovados pelo Comitê da Bacia do Alto Tietê podem contribuir à gestão integrada da bacia hidrográfica metropolitana de São Paulo.

Tab. 2 *Síntese da avaliação final do Indicador Articulação dos Projetos FEHIDRO no Comitê do Alto Tietê*

Faixas na escala	Pontos na escala	Número de projetos
Faixa 1	0 a 7	35
Faixa 2	8 a 15	59
Faixa 3	16 a 22	27
Faixa 4	23 a 30	25
Total de projetos válidos		146

Analisando em separado os projetos classificados acima da média, nota-se que 25 encontram-se na faixa 4 (superior) e são considerados, por esta avaliação, como aqueles que se mostram mais articulados à gestão da bacia. Deste universo, 21 projetos são classificados, segundo a natureza do assunto, em Planos/Projetos/Estudos e quatro relacionam-se a Educação Ambiental. Destaca-se que os projetos que obtiveram maior avaliação referem-se aos instrumentos de diagnóstico e planejamento da bacia e das sub-bacias – Diagnóstico Zero, Plano de Bacia, a contratação de estudos para a elaboração de leis específicas e PDPAs nos subcomitês, bases cartográficas, entre outros – ou são aqueles voltados para ações amplas de educação ambiental que se aliam à capacitação de recursos humanos. Tais projetos são conjuntamente importantes à gestão das águas e do território e podem contribuir, se implantados, para a melhoria das condições físicas e ambientais da bacia.

É importante ressaltar que grande parte dos projetos que obtiveram nível mais alto de articulação foi aprovada entre 1999 e 2002. Isso significa que o Comitê da Bacia do Alto Tietê e seus subcomitês modificaram, ao longo dos três últimos anos da pesquisa, o desempenho quanto à contratação de projetos necessários ao efetivo gerenciamento dos recursos hídricos, beneficiando, consequentemente, a gestão integrada da Bacia do Alto Tietê. Ou seja, a pesquisa observa que nos últimos três anos o CBH-AT canalizou esforços para viabilizar projetos que se mostram mais articulados. Nota-se que tais projetos são aqueles que vão ao encontro das principais atribuições do Comitê, convergindo para assuntos debatidos e deliberados tanto pela instância central como pelas descentralizadas.

3 VALOR INVESTIDO OU FINANCIADO E CONTRAPARTIDAS

Fonte(s) de financiamento(s) externa(s) à Universidade:

Tratando-se de pesquisa de doutorado, sem bolsa, o investimento foi pessoal do pesquisador principal, de difícil estimativa. Calcula-se que, ao longo do período em que se realizou a pesquisa de campo e a edição final do trabalho, o investimento foi de cerca de R$ 10.000,00.

Financiamento interno (Universidade – estimar custos indiretos):

Nada a declarar.

4 ALCANCE DOS RESULTADOS EM TERMOS DE CONTRIBUIÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE DA BACIA DO ALTO TIETÊ, SEGUNDO OS SEIS PARÂMETROS CONCEITUAIS ADOTADOS NOS ITENS 1. A-F.

A análise das ações dos organismos de gestão das águas atualmente é fundamental em todos os sentidos. Considerando que cada vez mais esforços vêm sendo empreendidos nessas instâncias, envolvendo um conjunto de atores cujas iniciativas têm em vista equacionar os conflitos relacionados aos recursos hídricos, a efetiva sistematização e a avaliação de suas ações vêm contribuir com todos os parâmetros conceituais adotados pelo evento, dando visibilidade à política estadual de recursos hídricos em sua perspectiva de integração com outras políticas setoriais.

Na Bacia Metropolitana, o Comitê do Alto Tietê atuou como um dos únicos fóruns de âmbito metropolitano que explicita os conflitos em relação à água e ao meio ambiente, buscando soluções articuladas no âmbito desta bacia.

A avaliação das ações do Comitê e dos subcomitês, ao priorizar um olhar relacionado à gestão dos conflitos, destaca, na Bacia do Alto Tietê, aqueles que são relevantes e devem ser de fato equacionados em prol de uma possível "sustentabilidade" desse território.

As cinco dimensões adotadas na metodologia de avaliação evocam o conceito "articulação", considerado essencial à gestão integrada da bacia hidrográfica, o qual é aferido por meio do conjunto de indicadores qualitativos selecionado: 1) "Articulação quanto às Interfaces Setoriais" ou "Intersetorialidade"; 2) "Articulação quanto à Abrangência Territorial"; 3) "Conformidade aos objetivos de gestão dos comitês"; 4) "Coerência entre a natureza das ações e a demanda"; e 5) "Justeza na alocação de recursos financeiros".

Em síntese, os projetos aprovados pelo Comitê do Alto Tietê vêm se mostrando articulados em relação à escala territorial, uma vez que a maioria dos projetos avaliados indica benefícios à bacia ou às sub-bacias. Em seguida, com intensidade média-alta, estão os projetos com valores contratados entre R$ 70.000,00 e R$ 150.000,00. Em relação ao indicador Intersetorialidade, o resultado da avaliação foi considerado abaixo da média, em função de uma pequena parcela de projetos que apresenta articulação com os setores do grupo indireto/territorial. A articulação é ainda mais baixa em relação ao indicador gestão, significando que o Comitê da Bacia aprovou no período poucos projetos de interesse para a gestão da bacia e sub-bacias, expressos em seus documentos formais. Já em relação à origem do projeto ou origem da demanda, observa-se que cada um dos agentes responsáveis pela gestão da bacia ou das sub-bacias contribui em relação a 1/3 dos projetos, evidenciando uma distribuição equilibrada em relação aos três segmentos, não predominando nenhum nível.

Os resultados demonstram que, embora nas ações do CBH-AT se evidencie a intenção de articular as políticas hídricas às políticas setoriais, a maioria dos indicadores selecionados não atingiu uma escala satisfatória na avaliação. Em suma, a etapa final de avaliação do fenômeno "articulação", definido a partir da somatória dos itens avaliados nos projetos aprovados, demonstrou que as ações do Comitê ainda se mostram pouco articuladas, fato este que indica ainda uma limitada contribuição deste organismo à gestão da Bacia Metropolitana.

Os principais fatores identificados como relevantes à pouca articulação das ações do Comitê são os seguintes: limitações financeiras desses organismos; ausência inicial de critérios claros em relação à distribuição dos recursos financeiros (nos dois anos iniciais); pulverização dos recursos financeiros em diversos projetos, na tentativa de beneficiar todos os segmentos, principalmente nos três primeiros anos de vigência do Comitê da Bacia. Contudo, observa-se, principalmente a partir de 1999, que existe uma crescente disposição dessas instâncias em aplicar seus recursos de forma a programar ações que venham contribuir à gestão integrada da bacia metropolitana.

Finalmente, um aspecto fundamental é a cobrança da água, que está por ser implementada e, portanto, deverá ampliar os recursos a serem aplicados na Bacia e consequentemente o interesse de todos os atores. Cabe ao CBH-AT e à Agência de Bacia, de forma articulada, aprimorar cada vez mais os seus critérios de distribuição, favorecendo projetos que possam de fato reverter a atual degradação da Bacia do Alto Tietê.

5 POTENCIAL DE DIFUSÃO DA METODOLOGIA E DA EXPERIÊNCIA PARA COMITÊS DE BACIA HIDROGRÁFICA EM SÃO PAULO E NO BRASIL, PREFEITURAS MUNICIPAIS E ÓRGÃOS ESTADUAIS COM ATUAÇÃO REGIONAL NA ÁREA METROPOLITANA DE SÃO PAULO

A metodologia de avaliação e os princípios teóricos desenvolvidos por essa pesquisa vêm sendo utilizados em outras pesquisas sobre a realidade de diversos comitês de bacia do Estado de São Paulo e detalhadas nos subcomitês de Bacia do Alto Tietê, no âmbito dos respectivos cursos de pós-graduação e graduação da FAUUSP e da FAUMackenzie no âmbito de pesquisas de Iniciação Científica, Mestrado e Doutorado. A título de exemplificação, duas pesquisas recentes merecem destaque: 1) José Flávio Cury, em 2006, em sua tese de doutorado na FAUUSP (CURY, 2006), aplicando essa metodologia adaptada, demonstrou que as ações do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Paranapanema, no Estado de São Paulo, entre 1996 e 2004, contribuíram para a gestão integrada dessa bacia e hoje vem se constituindo em um fórum que trata dos conflitos ligados à região e que envolvem os recursos hídricos, principal reserva econômica regional. 2) a Dissertação de Mestrado de Juliana Gomes Carnicelli (CARNICELLI, 2007), que discutiu as interfaces da nova lei de proteção de mananciais com as diretrizes da política urbana de Itapecerica da Serra e as ações desencadeadas no âmbito do projeto de implementação do Parque Primavera no Jardim Branca Flor entre 2001 e 2006.

Considera-se que essa metodologia pode ser aprofundada e adaptada a outras situações, podendo servir como uma importante ferramenta de gestão dos comitês, tendo em vista ampliar a contribuição dessas instâncias à gestão integrada das bacias hidrográficas.

Recomenda-se a implementação de um sistema de avaliação e acompanhamento contínuo, não somente das ações dos comitês de bacia, mas das interfaces das diversas políticas setoriais em curso e suas respectivas ações, sistema este que poderá contribuir, de fato, à gestão integrada da Bacia do Alto Tietê.

6 PRINCIPAIS DIFICULDADES NA REALIZAÇÃO DO PROJETO

Embora o Comitê do Alto Tietê e os subcomitês tenham disponibilizado toda a documentação necessária para a pesquisa, informações incompletas e divergentes, principalmente em relação aos projetos e contratos financiados, dificultaram parte da pesquisa. Entretanto, as entrevistas contribuíram em parte para a complementação dessas informações.

Tratando-se de pesquisa qualitativa, a sistematização de informações "não precisas" também se constituiu em dificuldade, que foi superada a partir da definição de critérios claros de análise.

Importante colocar que as pesquisas qualitativas estão sujeitas sempre a interpretações dos envolvidos e podem ser distorcidas conforme as abordagens. Portanto, devem ser realizadas criteriosamente, podendo transformar-se em importante ferramenta de acompanhamento e gestão.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos assuntos considerados relevantes, no âmbito das ações do Comitê do Alto Tietê e de seus subcomitês, colaborou para o entendimento das principais contribuições destas instâncias de gestão da água à Bacia do Alto Tietê. Do conjunto de ações, destacam-se aquelas relacionadas à Nova Lei de Proteção dos Mananciais e à elaboração dos instrumentos de planejamento e gestão da Bacia, em especial o Plano da Bacia do Alto Tietê. Considera-se nesta pesquisa que estes instrumentos, se levados em frente, podem contribuir de fato à gestão integrada da bacia metropolitana.

Ao defender os princípios da teoria da gestão integrada de uma bacia, entende-se que a gestão das águas deve buscar uma ampla articulação entre as diversas políticas setoriais e as distintas instâncias que atuam na bacia e constantemente conflitam. Entretanto, tais resultados demonstram tanto o alcance como as limitações da contribuição do Comitê do Alto Tietê à gestão da Bacia Metropolitana – entendida como um território complexo, *locus* de uma sociedade desigual. Assim, assinala-se que apenas a atuação dos comitês de gestão das águas não é suficiente para atingir a gestão integrada da bacia hidrográfica desta bacia.

Embora a pesquisa tenha identificado um esforço dos fóruns de gestão das águas em agregar setores, instâncias e atores com a finalidade de equacionar os conflitos relacionados aos recursos hídricos, as soluções não dependem somente de suas ações. Ressente-se, nesse caso, da ausência de um organismo de gestão metropolitana para gerir os interesses comuns entre os municípios e os conflitos intersetoriais existentes. Por um lado, torna-se imprescindível a implantação de um planejamento ascendente que envolva a sociedade local, as organizações municipais, regionais e os subcomitês na solução dos conflitos relacionados aos usos do território e aos aspectos políticos e legais nas sub-bacias (NEDER, op. cit.). Por outro, o desafio que se coloca é a implementação de um sistema de gestão metropolitano que viabilize um processo de planejamento compartilhado entre o Estado, os municípios, a sociedade civil e os comitês da bacia em torno de objetivos comuns para o alcance de soluções em relação aos conflitos, principalmente aqueles relativos aos usos da água e do território.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVIM, Angélica T. B. *A Contribuição do Comitê do Alto Tietê à Gestão da Bacia Metropolitana, 1994 – 2001.* 2003. 549 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ALVIM, Angélica T.B.; RONCA, J. L. C. *Metodologia de avaliação qualitativa das ações dos Comitês de Bacias com ênfase na gestão integrada: o Comitê do Alto Tietê em São Paulo*. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 12, pp. 325-334, 2007. Disponível em: *http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522007000300012&lng=pt&nrm=iso*. Acesso em: 10 nov. 2007.

CURY, José Flavio. *A gestão integrada de bacias hidrográficas: a abertura de uma oportunidade para o desenvolvimento sustentável do Alto Paranapanema (1994- 2004*). 2006. 350 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

DOUROJEANNY, A. Las Cuencas Hidrográficas: Una Opción Territorial para Dirigir Acciones Tiendentes la Sustentabilidad Ambiental. In: Tercera Convención Nacional De Regantes Y Usuarios Del Agua, Conferencia De Canalistas Del Chile, 1993, Los Angeles. *Anais....* Los Angeles, Chile: CEPAL, 1993.

FRACALANZA, A. P. *Conflitos na Apropriação da Água na Região Metropolitana de São Paulo.* 2002. 320 f. Tese (Doutorado em Geografia). Curso de Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP, Presidente Prudente.

GWP, Global Water Partnership/Technical Advisory Committee (TAC), Integrated Water Resources

Management, TAC BACKGROUND PAPERS Nº. 4, s/ed, Estocolmo, Suécia, Global Water Partnership, 2000, 80 pp. http://www.gwpforum.org, 03/2003.

LANNA, Eduardo A. *Gerenciamento de bacias hidrográficas. Aspectos conceituais e metodológicos.* IBAMA: Brasília, 1995.

MUNÕZ, Hector. R. Razões para um debate sobre as interfaces da gestão dos recursos hídricos no contexto da Lei de Águas de 1997. In: MUNÕZ, Hector. R (org.). *Interfaces da Gestão de Recursos Hídricos. Desafios da lei de águas em 1997.* 2a. ed. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 2000. Disponível no site: <http//www.mma.gov.br>. Acessado em 7 abr. 2002.

NEDER, R.T. *Crise Socioambiental. Estado & sociedade civil no Brasil* (1982-1998). São Paulo: Annablume /FAPESP, 2002.

PEREIRA, J. C. R. *Análise de dados qualitativos. Estratégias Metodológicas para as Ciências da Saúde, Humanas e Sociais.* 1a. ed. São Paulo: EDUSP/FAPESP, 160 pp., 1999.

SILVA, R. T. Gestão Integrada de Bacias Hidrográficas densamente urbanizadas. In: FONSECA, R. B. (org.), *Livro Verde: desafios para a gestão da Região Metropolitana de Campinas.* Campinas: Unicamp, IE, pp.451-484, 2000.

SILVA, R. T.; PORTO, M. F. A. Gestão urbana e gestão das águas: caminhos de integração. *Estudos Avançados*, v. 17, n. 47, pp. 129-145, jan./abr. 2003.

Qualis Econômico

Sistema de Previsão Hidrometeorológica para a Bacia do Alto Tietê

Augusto José Pereira Filho[1]*; Oswaldo Massambani*[2]*; Hugo Abi Karam*[3]*; Ricardo Hallak*[4]*; Reinaldo Haas*[5]

[1,2,4] Universidade de São Paulo, Rua do Matão, 1226, São Paulo, SP, 05508-090.

[1] *apereira@model.iag.usp.br*. Professor Associado do IAG USP.

[2] *massambani@usp.br*. Professor Titular do IAG USP.

[3] Universidade Federal do Rio de Janeiro, *hugo.karam@pq.cnpq.br*. Professor Associado da UFRJ.

[4] *hallak@model.iag.usp.br*. Doutor pelo IAG USP.

[5] Universidade Federal de Santa Catarina, Servidão Cacupé, 139, Florianópolis, SC, 88050-205, *reinaldohaas@gmail.com*. Doutor pelo IAG USP.
http://fotos.noticias.bol.uol.com.br/imagensdodia/20090213_pai_13_album.jhtm?abrefoto=1

Este trabalho apresenta resultados do sistema de previsão hidrometeorológica (SPH) para a Bacia do Alto Tietê (BAT), particularmente, dois componentes associados com a previsão de chuva a curto e curtíssimo prazo, obtida por meio da modelagem numérica com o sistema ARPS e radar meteorológico móvel MXPOL, respectivamente. Também são apresentados os resultados de uma estação meteorológica automática (EMA) no âmbito de uma rede metropolitana que será implantada.

This work presents results of a hydrometeorological forecast system (SPH) for the Alto Tietê Watershed (BAT), particularly two components related to rainfall forecasting and nowcasting obtained by means of numerical modeling with the ARPS system and the mobile weather radar MXPOL, respectively. It is also shown results of an automatic surface network (EMA) associated to a metropolitan network.

Palavras-chaves: *precipitação, enchentes, radar meteorológico, modelagem numérica, redes de estações meteorológicas. (rainfall, flash fllods, weather radar, numerical modeling, network of weather stations.)*

1 Introdução

Pretende-se desenvolver um sistema de análise e tratamento de dados que possibilite: a quantificação da precipitação em tempo atual e sua previsão com resolução adequada à previsão hidrometeorológica e a gestão de recursos hídricos do Estado de São Paulo e do meio ambiente urbano da Região Metropolitana de São Paulo. Os componentes básicos deste sistema de previsão hidrometeorológica (Fig. 1) foram desenvolvidos para o Estado de Oklahoma, Estados Unidos da América (Pereira Filho, 1996).

Este sistema de previsão hidrometeorológica é composto de cinco módulos básicos: análise da precipitação; ajuste das taxas de precipitação; previsão de precipitação por extrapolação (0-3 horas); previsão de precipitação por modelagem de mesoescala (0-48 horas); e previsão hidrológica. Ressalta-se o uso de um radar meteorológico banda X móvel (MXPOL) para monitorar sistemas meteorológicos na Bacia do Alto Tietê, de modo a antecipar o desenvolvimento de tempestades severas ainda no estágio de formação das mesmas.

A análise da precipitação é realizada por meio de um esquema de análise objetiva estatística que integra a chuva acumulada por pluviômetros com estimativas de chuva de radar meteorológico e satélite, de modo a minimizar erros observacionais. O campo das taxas de precipitação derivados das refletividades do radar meteorológico é ajustado para previsão de precipitação por extrapolação. O esquema de análise acima foi utilização em São Paulo e no Paraná, onde foi implantado.

A previsão de precipitação com modelo de mesoescala é efetuada com dados disponíveis da rede sinótica de superfície e de altitude, dados de balão piloto, dados de vento, pressão e temperatura derivados do radar meteorológico Doppler, dados de precipitação e dados de modelos numéricos globais. As previsões de precipitação são então utilizadas na previsão hidrológica de bacias hidrográficas de interesse. O caráter modular do sistema de previsão hidrometeorológica permite que seus componentes sejam substituídos por outros mais adequados às necessidades e restrições de utilização.

O Sistema Integrado de Hidrometeorologia do Estado de São Paulo (SIHESP) do Governo do Estado de São Paulo implantou uma rede de estações meteorológicas automáticas (EMA) denominada Mesonet, modernizou os radares meteorológicos de Bauru e Presidente Prudente, adquiriu sistemas computacionais de alto desempenho e um radar meteorológico móvel. Originalmente, propôs-se um projeto para instalação e manutenção de uma rede de estações hidrometeorológicas automáticas, perfiladores de vento e um radar Doppler de polarização diversificada para estudar, por exemplo, o balanço hídrico e energético da superfície e da atmosfera.

Dados de satélite, bem como balões radiossonda e cativo, seriam utilizados neste projeto para estudos de casos no período chuvoso. O projeto foi aprovado e parcialmente financiado com recursos do Programa SIHESP/FAPESP. Adquiriram-se um sistema computacional de processamento paralelo de alto desempenho, para modelagem numérica da atmosfera com o sistema ARPS, e um radar meteorológico Doppler móvel banda X de dupla polarização (MXPOL). O sistema de previsão hidrometeorológica será operacionalizado para a Região Metropolitana de São Paulo e integrado ao sistema de alerta às inundações de São Paulo (SAISP), de modo a mitigar os efeitos adversos das enchentes e deslizamentos nesta região.

O trabalho realizado no desenvolvimento do SPH-BAT pode ser utilizado em outras bacias hidrográficas do Brasil,

com metodologias de quantificação e previsão de precipitação e vazão diversas. O Leste de São Paulo é privilegiado com várias plataformas observacionais, mas mesmo estas apresentaram-se muito limitadas quanto à quantidade e qualidade de dados.

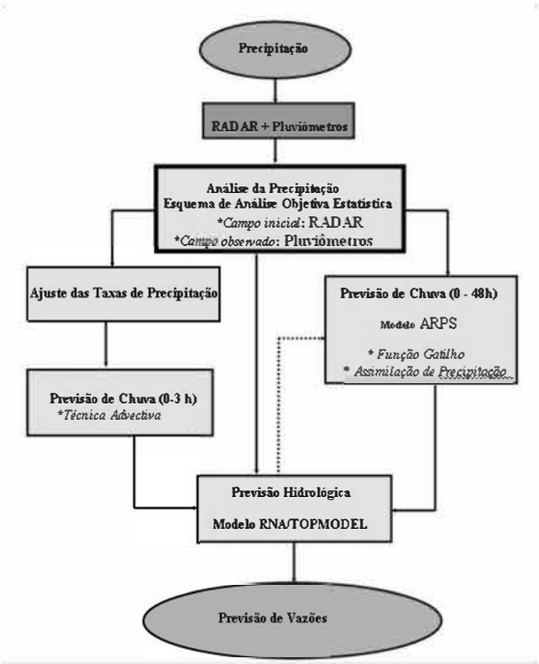


Fig. 1 *Diagrama do Sistema de Previsão Hidrometeorológica (SPH).*

Apresentam-se neste manuscrito dois componentes do SPH-BAT relacionados com a previsão de chuva a curto prazo com o modelo ARPS e a previsão de chuva a curtíssimo prazo com o radar MXPOL. A previsão de chuva a curto prazo tem sido utilizada pelo SAISP. O radar MXPOL entrou em operação em janeiro de 2008. O sistema é operado 24 horas por uma equipe da Defesa Civil do Município de Barueri desde meados de fevereiro de 2008. A seguir, apresentam-se os sistemas já implantados e resultados obtidos até o momento. No final deste texto, apresenta-se o projeto da rede de Estações Meteorológicas Automáticas (EMA).

2 Materiais e Métodos

2.1 Previsão de precipitação com o modelo ARPS

O modelo ARPS é um código escalonável e portável para várias arquiteturas e sistemas computacionais. O ARPS pode realizar simulações atmosféricas com resolução de até 1 km num tempo de processamento satisfatório em processamento paralelo. As principais características do ARPS podem ser obtidas em Xue et al., 1995, 2001, 2002 e 2003. Destacam-se no sistema ARPS a estrutura modular do código que permite a modificação do mesmo, escalonabilidade, sistema de visualização simples de resultados do modelo mesmo em operação e engenharia de software. Detalhes do modelo ARPS em Hallak (2007).

O modelo ARPS permite assimilar dados mais recentes durante o seu processamento. Estes dados são assimilados pelo "ARPS Data Assimilation System – ADAS". Este sistema (Fig. 2) interpola os dados na grade do modelo de modo a combiná-los com um campo inicial de um modelo de grande escala. O ADAS assimila dados de radar Doppler, radiossondas, estações de superfície, perfiladores de vento, satélites e outros. Cada plataforma de dados possui erros inerentes que são utilizados na análise.

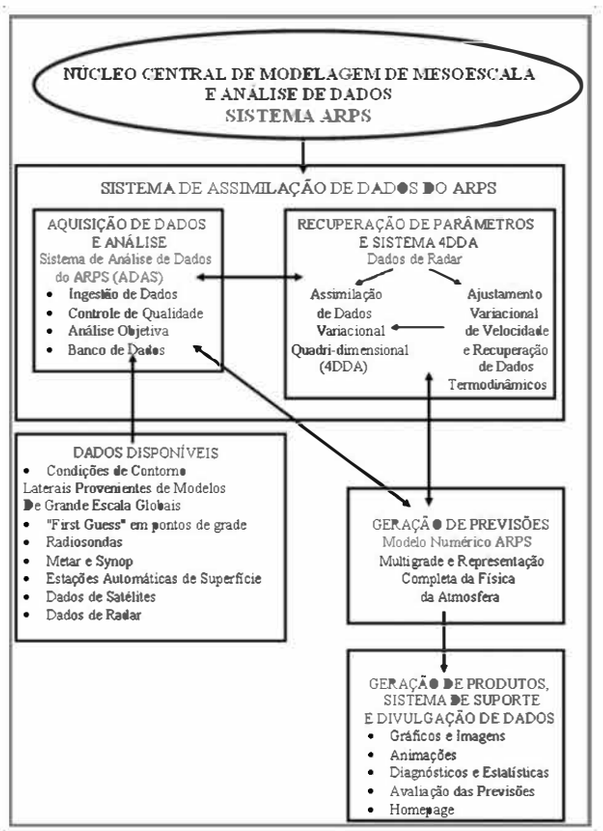


Fig. 2 *Fluxograma do sistema ARPS.*

O ADAS utiliza o esquema de correções sucessivas de Bratseth (1986), que é iterativo e converge para um esquema de interpolação ótima (Lorenc, 1986). As correções sucessivas de Bratseth são computacionalmente mais rápidas, além de permitir ajustes e balanços dinâmicos e termodinâmicos no fim de cada iteração. Assim, é possível controlar a estabilidade numérica e outros aspectos da análise em desenvolvimento. Este esquema de análise tem sido utilizado em pesquisa e em modelagem operacional de mesoescala com sucesso.

O ADAS ainda possui um esquema de análise 3-D de extensão e profundidade de nuvens, fundamentado no esquema "Local Analysis and Prediction System (LAPS)", para reduzir o tempo de ajuste do modelo ou "spin-up". Ele também pode assimilar dados de nuvens provenientes de observações de superfície dos tipos SYNOP e METAR, dados de imagens de satélites infravermelho e visível que combina o campo de umidade relativa obtido por uma estimativa preliminar para se obter o campo 3D da cobertura de nuvens e precipitação.

Outrossim, permite a assimilação dos dados de radar meteorológico e suas variáveis estimadas, tais como a razão de mistura de água, de nuvem e de gelo, tipos de nuvem e

precipitação, velocidade vertical na nuvem, índice de geração de gelo e razões de mistura de chuva, neve e granizo, base e topo de nuvens. Outros dados de altitude, satélite e superfície podem ser assimilados.

O modelo ARPS utiliza uma base fisiográfica de tipos de vegetação, índice de vegetação, solos e relevos para o Sul e Sudeste do Brasil com 30 segundos de resolução espacial. O ARPS foi configurado para dois aninhamentos com base nas saídas do modelo global GFS 0.5 grau do NCEP. O espaçamento variável da grade vertical usado é baseado numa função hiperbólica, onde o espaçamento varia de 20 metros na superfície até 500 metros na metade da altura atmosférica representada.

Utilizou-se a parametrização da convecção de Kain e Fritsch (1993), com função de disparo dada pela verificação da instabilidade do esquema Fritsch-Chappel (Kain e Fritsch, 1993). Utilizou-se a parametrização de microfísica de fria de Lin-Tao (Lin et al., 1983). Na grade de 12 km são utilizadas as condições iniciais do modelo GFS_MASTER do NCEP com 0.5 graus de resolução. Neste caso, a renovação das fronteiras é realizada a cada 3 horas com um amortecimento de 7 pontos de grade. Em todas as grades é utilizada a parametrização de turbulência de Sun e Chang (1985), a radiação de ondas longas e curtas proposta por Chou (1990; 1992).

O sistema ADAS foi utilizado para assimilar os dados disponíveis até a hora da previsão em ambas as grades, de 2 km e 12 km, para as previsões da 0000 UTC e 1200 UTC. A interpolação das saídas do ARPS para a grade de 2 km é efetuada com o programa que interpola cubicamente na horizontal e linearmente na vertical. Quando necessário, utiliza-se extrapolação vertical com base na taxa de variação vertical da temperatura e hidrostática.

Desde setembro de 2005, a previsão numérica do tempo está sendo realizada com resoluções de 12 km sobre as regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul do Brasil, e de 2 km sobre o Estado de São Paulo, conforme o exemplo mostrado na Fig. 3. O Advanced Regional Prediction System *(ARPS)* é executado diariamente no âmbito do Laboratório de Hidrometeorologia do DCA/IAG/USP e disponibilizado na Internet no sítio: *http://ftpdca.iag.usp.br/arps/*.

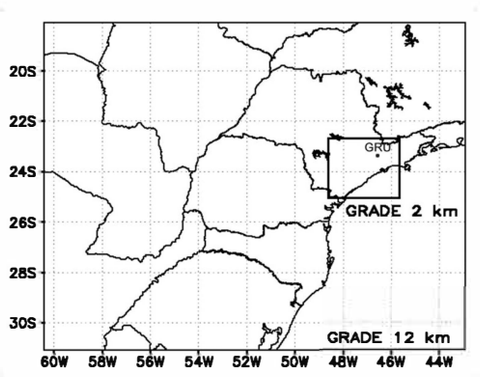


FIG. 3 *Áreas de previsão do modelo ARPS para resoluções espaciais de 12 km e 2 km, respectivamente. Ponto azul indica a localização do Aeroporto de Guarulhos (23.43° S e 46.45° W) no domínio de maior resolução horizontal.*

As previsões estão sendo geradas a cada 12 horas num intervalo de até 36 horas à frente. As previsões de chuva, temperatura, umidade, pressão, nebulosidade, ventos e outras para aplicações específicas (e.g., agricultura, recursos hídricos, meio ambiente, defesa civil, turismo e outras) serão disponibilizadas sobre o Estado de São Paulo numa grade regular nas resoluções acima. Neste estudo, verificaram-se as previsões numéricas de curto prazo com o sistema ARPS com resolução espacial de 12 km sobre o Sudeste, Centro-Oeste e Sul do Brasil, e de 2 km sobre o Leste de São Paulo (Fig. 3). O ARPS foi executado duas vezes diariamente no cluster de processadores do Laboratório de Hidrometeorologia do IAG-USP (Fig. 4). As previsões com até 48 horas a frente são divulgadas no sítio do IAG-USP.



FIG. 4 *Foto do sistema computacional instalado no Laboratório de Hidrometeorologia do Departamento de Ciências Atmosféricas do IAG USP.*

Este sistema de previsão é um dos componentes do sistema de previsão hidrometeorológica para a Bacia do Alto Tietê (SPH-BAT) que faz parte do programa SIHESP/FAPESP (Pereira Filho et al., 2005). Serão apresentados os primeiros testes de desempenho do modelo ARPS com verificação da chuva horária prevista contra a chuva estimada com o radar meteorológico de São Paulo dos meses de fevereiro e março de 2006 e para as variáveis de superfície medidas no Aeroporto de Guarulhos para o ano de 2007.

As características do ARPS utilizadas neste estudo estão descritas em Hallak et al. (2004). O modelo ARPS permite assimilar dados durante o seu processamento por meio do ADAS (Xue et al., 2000). O modelo ARPS utiliza tipos de vegetação, índice de vegetação, solos e relevos para o Centro-Sul do Brasil com resolução espacial de 30 segundos. O ARPS é iniciado com as previsões do modelo GFS/NCEP. As previsões foram realizadas a cada 12 horas num intervalo de até 48 horas à frente.

O desempenho da previsão de chuva iniciada as 0000 UTC foi medido por meio do índice de sucesso crítico (CSI), elaborada com dados de previsões das 1000 UTC em diante

até 22 horas à frente a partir daquele horário, em virtude do tempo entre a obtenção das previsões do modelo global, realização da previsão para a grade de 12 km, que tem tempo de processamento de cerca de 30 minutos, e, finalmente, a realização da previsão com 2 km, que tem tempo de processamento de cerca de 3 horas. Os valores de P_o utilizados neste estudo são ***0,0***, ***0,2***, ***2,0*** e ***4,0*** mm. Por último, obteve-se o CSI dos eventos de chuva associados às frentes frias (FF), linhas de instabilidade (LI) e sistema de convecção isolada (CI).

2.2 Radar meteorológico mxpol

Trata-se de um sistema multifuncional com várias inovações tecnológicas, para usos diversos em cursos de treinamento básico ao monitoramento avançado de tempestades severas, o primeiro radar meteorológico brasileiro desse tipo a ser utilizado na operação para prover dados polarimétricos de altíssima resolução espacial. O MXPOL faz parte do Sistema de Previsão Hidrometeorológica (Pereira Filho et al., 2005) para a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) onde a população, governo, indústria, comércio, agricultura e transportes são impactados por recorrentes enchentes, rajadas de vento intensas, descargas elétricas e granizo durante a primavera e verão, principalmente, e densa poluição do ar no outono e inverno.

O Governo do Estado de São Paulo estabeleceu o Sistema Integrado de Hidrometeorologia do Estado de São Paulo (SIHESP), por meio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), para mitigar os efeitos extremos de tempo e clima. A primeira fase do Programa SIHESP implantou uma rede de estações e superfície, modernizou os radares de Bauru e Presidente Prudente, dois sistemas computacionais de alto desempenho para a previsão do tempo e do clima regional, o MXPOL que foi desenvolvido e montado no Brasil com partes de hardware e software importados.

O controle da antena e o processamento de sinais são realizados pelo RCP8 e RVP8, respectivamente, da SIGMET. O software denominado de IRIS da SIGMET controla o processador RVP8 e o controle da antena RCP8. O IRIS também processa PPI e gera arquivos de dados brutos em tempo atual. As variáveis medidas são refletividade ajustada (Z) e sem correção (T), velocidade radial (V_r), largura espectral (W), refletividade diferencial (Z_{dr}), propagação de fase diferencial (ϕ_{dp}), e fase diferencial específica (K_{dp}), coeficiente de correlação da magnitude do sinal co-pol H e co-pol V (ρ_{oHV}), coeficiente de correlação da magnitude do sinal co-pol H e cross-pol V (ρ_{oH}) e coeficiente de correlação entre as fases dos sinais co-pol H e cross-pol V ($\rho\phi_{HV}$). Detalhes podem ser obtidos em Pereira Filho (2007).

O software denominado IRIS Analysis que processa produtos dos arquivos de dados brutos está instalado num terceiro processador para melhor desempenho do sistema. Os principais produtos são PPI, RHI, CAPPI, ECHO TOPS, chuva acumulada, perfis de refletividade máxima, cortes transversais, previsão de deslocamento de tempestades, trajeto e previsão de tempestades, alertas especiais na tela, água líquida integrada na vertical, velocidade e direção do vento.

Outras características do MXPOL incluem um caminhão VW Diesel de seis cilindros de 180 HP, um gerador de energia elétrica Diesel de 18 KVA com autonomia de uma semana, suspensão a ar, sistema de nivelamento automático, GPS, linha de Internet via telefone celular e sistema de comunicação banda larga, sistema de posicionamento de antena SIGMET, medidor e gerador de micro-ondas, e software de calibração eletrônica automático.

O sistema de radar foi desenvolvido pela ATMOS SYSTEMS LTDA, uma empresa de radares brasileira. Muitas das partes do radar foram adquiridas nos EUA (e.g., válvula Magnetron, guias de onda, duplexador, chaveadores e receptores), Itália (motores de elevação e azimute, codificadores e anéis deslizantes), Finlândia (refletor e suportes) e Brasil (caminhão e gerador Diesel, ar-condicionado, cabine e prateleiras). O pedestal foi projetado pela ATMOS SYSTEM LTDA com um sistema de lubrificação que não requer manutenção.

O radar MXPOL foi testado em várias condições de tempo com tempestades sobre o radar durante a operação e deslocamento do radar por vias de terra íngremes. A autonomia do gerador de energia Diesel permite seu uso em áreas sem infraestrutura básica. Além disso, o sistema de comunicação por meio de telefonia celular, embora limitado, é fundamental para a transmissão de produtos de locais remotos.

O radar MXPOL representa um avanço científico e tecnológico muito significativo para o Brasil. Trata-se do primeiro radar móvel de dupla polarização a ser utilizado operacionalmente para a previsão a curtíssimo prazo na Região Metropolitana de São Paulo, e se agrega ao sistema de radar existente para maior antecipação na previsão de eventos severos de tempo. A dupla polarização permite a estimativa da chuva com maior acurácia, entre outras vantagens, tais como a classificação de hidrometeoros (Rocco e Pereira Filho, 2003). O seu maior alcance dinâmico e sensibilidade permitem a detecção de nuvens no estágio inicial de formação. Há, entretanto, a necessidade de melhorias quanto ao algoritmo de correção por atenuação, que ainda se fundamenta num ajuste logaritmo com a distância ao radar. A mobilidade do radar meteorológico MXPOL faz dele uma excelente ferramenta para experimentos onde a infraestrutura seja limitada ou inexistente (Pereira Filho et al., 2007).

3 Resultados

3.1 Previsão de precipitação com o modelo ARPS

A Fig. 6 mostra os índices CSI do modelo ARPS para todos os eventos de chuva no período de fevereiro a março de 2006. Nota-se que o modelo tem melhor desempenho após 20 horas de previsão, que coincide com o período de máxima atividade da convecção. O CSI decresce rapidamente com o aumento do limiar de chuva acumulada horário de 30, 23, 14 e 10% para os limiares de 0,0, 0,2, 2,0 e 4,0 mm, respectivamente.

Apesar de baixos, estes CSI são compatíveis com Pereira Filho et al. (1999), exceto para uma resolução espacial 10 vezes maior neste estudo. No período, analisaram-se 7 eventos de frente fria, 10 de linhas de instabilidade e 8 de convecção isolada. Os CSI desses eventos estão mostrados na Fig. 7. O melhor desempenho do modelo ARPS foi obtido para as previsões de frentes frias com CSI de 47%. O desempenho

máximo do modelo para linhas de instabilidade e convecção isolada são 20 e 18%, respectivamente.



FIG. 5 *Foto do radar meteorológico móvel banda X Doppler de dupla polarização (MXPOL) do Laboratório de Hidrometeorologia (**LabHidro**) do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo (USP). Podem ser vistos a corneta, guias de onda, refletor, pedestal, gerador de eletricidade, cabine, sistema de comunicação via celular, ar-condicionado e caminhão Diesel.*

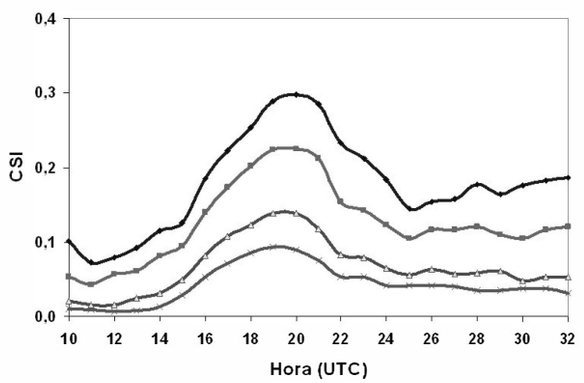


FIG. 6 *Evolução temporal dos índices de desempenho **CSI** médios do modelo ARPS para limites de precipitação acumulada de 0.0, 0.2, 2.0 e 4.0 mm indicadas pelas curvas na sequência de cima para baixo, respectivamente.*

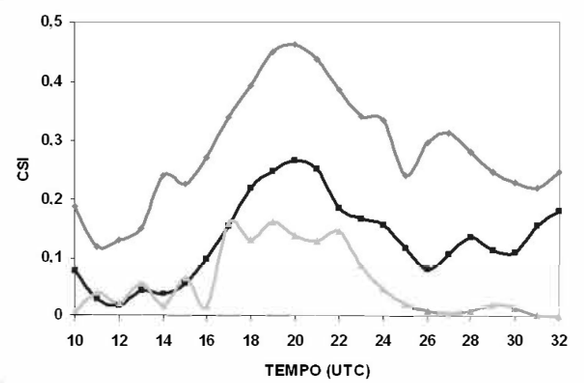


FIG. 7 *Evolução temporal do desempenho do modelo ARPS na previsão de frentes frias (FF, superior), linhas de instabilidade (LI, meio) e convecção isolada (CI, inferior). Foram utilizados 7, 10 e 8 eventos de FF, LI e CI, respectivamente.*

O modelo ARPS apresentou um melhor desempenho na previsão de frentes frias, seguidas das linhas de instabilidades e convecção isolada. Sugere-se que este comportamento esteja relacionado à estrutura e organização dos sistemas. Sistemas com maior organização e persistência são mais facilmente monitorados e previstos com as redes e métodos de assimilação de dados existentes.

Os índices de sucesso aqui apresentados são coerentes com os obtidos por Pereira Filho et al. (1999), exceto que as estatísticas aqui são maiores e para previsões com resolução espacial de 2 km x 2 km. O modelo ARPS apresentou "*spin-up*" da precipitação, problema comum em todos os modelos de previsão (e.g., Pereira Filho et al., 1999). As previsões realizadas as 0000 UTC obtiveram seu máximo de desempenho entre 18 e 24 horas após o início da previsão, independente do sistema. Isto sugere uma estratégia ótima de previsão, particularmente no período de primavera e verão, com chuvas mais frequentes no período da tarde.

As previsões de temperatura do ar, ventos e umidade relativa com o sistema ARPS do ano de 2007 foram verificadas contra os dados da estação meteorológica do Aeroporto de Guarulhos (Fig. 3). As previsões numéricas foram armazenadas com resolução temporal horária. A operação do sistema ARPS foi interrompida alguns dias ao longo do ano por causa de problemas diversos, tais como acesso aos dados do modelo global do NCEP.

Deste modo, no período de 10 de janeiro a 31 de novembro de 2007 (324 dias), utilizaram-se 258 rodadas do modelo ARPS iniciadas as 0000 UTC, num total de 6.192 h. As primeiras 8 horas de cada rodada de 24 horas de integração foram descartadas por causa do efeito de "spin-up" na previsão de precipitação (Pereira Filho et al., 2006).

A Fig. 8 mostra o diagrama de espalhamento entre as temperaturas medidas e previstas. O modelo ARPS reproduziu 84% da variância da temperatura do ar, com maior diferença entre as temperaturas mais baixas. As rosas dos ventos medidas e previstas para o Aeroporto de Guarulhos indicam intensidades dos ventos e direções compatíveis. A modelo tende a produzir ventos de NW-SE enquanto as medições indicam ventos de E-W.

A Fig. 9 mostra o diagrama de espalhamento entre as umidades relativas medidas e simuladas. O modelo ARPS reproduziu 59% da variância da umidade relativa, com maior diferença para umidade mais baixa. Nota-se que a umidade relativa nunca chega a 100% nas previsões do modelo ARPS.

Estes resultados preliminares indicam uma boa correlação entre as medições e previsões de temperatura do ar, ventos e umidade relativa no ano de 2007, com uma tendência do modelo a produzir temperaturas e umidade de menor amplitude e ventos mais intensos na área do Aeroporto de Guarulhos. As previsões diárias do sistema ARPS esta no endereço: *http://ftpdca.iag.usp.br/arps/*.

Este módulo do SPH-BAT utilizará esquemas de assimilação de variáveis hidrometeorológicas medidas pelas redes de superfície Micronet (RMSP) e Mesonet (Estado de São Paulo), dados de radares, inclusive o radar meteorológico MXPOL, radiossondagem e satélite, de modo a melhorar o desempenho do modelo. Alternativas também devem ser avaliadas quanto à previsão por conjuntos obtidos dos esquemas de parametrização e perturbações do modelo.

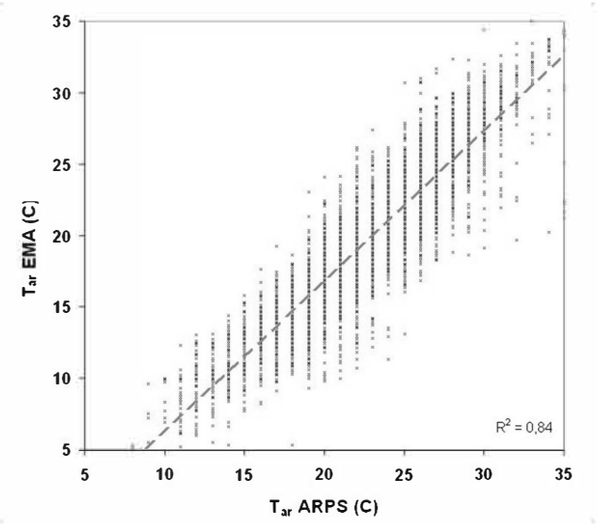


Fig. 8 *Diagrama de espalhamento entre a temperatura do ar medida no Aeroporto de Guarulhos (EMA_GRU) e simulada com o modelo ARPS (ARPS_GRU) para o período de janeiro a novembro de 2007. Reta de regressão linear e coeficiente de variação estão indicados.*

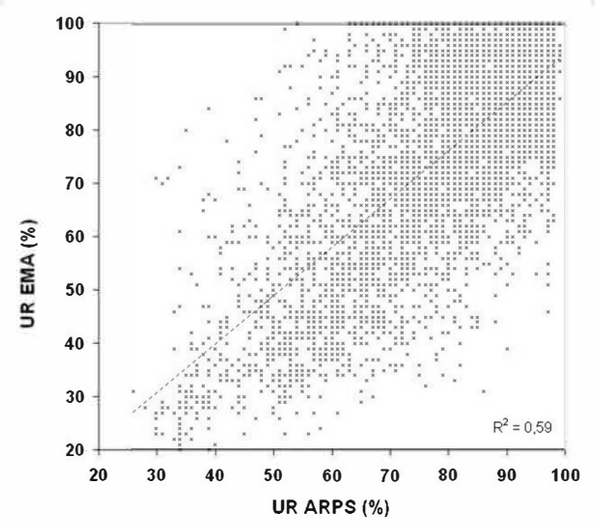


Fig. 9 *Diagrama de espalhamento entre a umidade relativa do ar medida no Aeroporto de Guarulhos (EMA_GRU) e simulada com o modelo ARPS (ARPS_GRU) para o período de janeiro a novembro de 2007. Reta de regressão linear e coeficiente de variação estão indicados.*

3.2 Sistemas precipitantes monitorados com o MXPOL

Realizaram-se experimentos nos meses de abril, maio, setembro e novembro de 2007, para testes do sistema e identificação de possíveis sítios para operação do MXPOL. A Fig. 10 mostra os três locais identificados a partir de análises de mapas digitais e visitas a campo. A operação do radar MXPOL começou em 3 de janeiro de 2008.

Inicialmente, o sítio de operação foi decidido com base nas previsões numéricas do modelo ARPS da rodada da 0000 UTC do dia anterior. Sistemas com deslocamento de Oeste seriam monitorados de Mogi das Cruzes, os de Leste, de Barueri, e os estacionários sobre o litoral, em Praia Grande. Por exemplo, o radar MXPOL foi posicionado em Barueri em 03/01, em Mogi das Cruzes em 04/01 e em Praia Grande em 14/01.

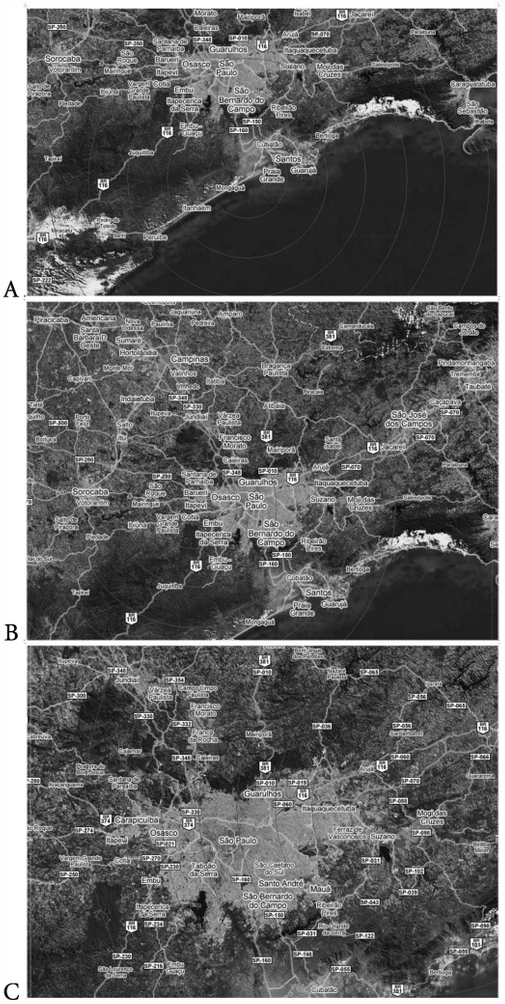


Fig. 10 *Mapas de localização dos possíveis sítios de operação do radar MXPOL em Praia Grande (A), Barueri (B) e Mogi das Cruzes (C). Circunferências concêntricas indicam distâncias radiais ao MXPOL a cada 10 km. Cidades, estradas e topografia estão indicadas. Fonte: Google Maps (*http://maps.google.com/maps*).*

A Fig. 11 mostra o campo de refletividade diferencial medida às 1650 UTC de 4 de janeiro de 2008 no sítio de Mogi das Cruzes. Nota-se na Fig. 11B um sistema precipitante próximo a Campinas com movimento para Leste (não mostrado) com áreas de Z_{DR}> 3.0 dB associados a gotas grandes. O sistema ARPS previu corretamente a previsão de deslocamento de Leste para o Oeste em forma de bandas de precipitação.

Entretanto, o sistema monitorado pelo radar MXPOL foi menos organizado e intenso do que o previsto pelo sistema ARPS. A Fig. 11A mostra o campo das taxas de precipitação estimadas com o radar meteorológico de São Paulo. Há uma muito boa correlação da estrutura espacial do sistema precipitante monitorada por ambos os radares. Entretanto, o campo de Z_{DR} do radar MXPOL permite um maior e melhor

detalhamento do sistema precipitante quanto ao espectro de gotas e respectivas taxas de precipitação.

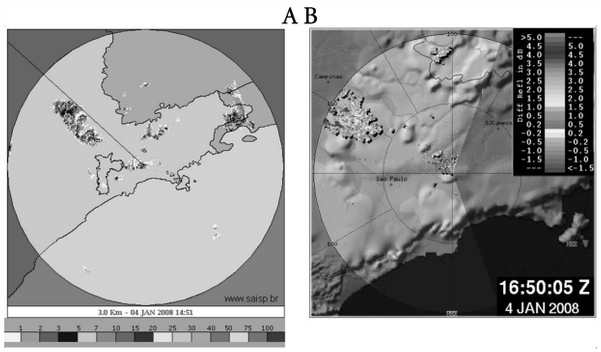


FIG. 11 *CAPPI de 3 km das taxas de precipitação (mm) estimadas com o radar meteorológico de São Paulo (A) num raio de 240 km e PPI de 0,6° do campo de refletividade diferencial (Z_{DR}) medido pelo radar MXPOL no Pico do Urubu, Mogi das Cruzes, às 1650 UTC de 4 de janeiro de 2008 (B). Escala em tons de cinza em (A) indica valores de Z_{DR}. Topografia, azimutes e distâncias radiais estão também indicados.*

A Fig. 12 mostra a precipitação acumulada estimada com o radar meteorológico de São Paulo (RSP) e com o radar MXPOL em 29 de janeiro de 2008. Os dados de precipitação medidos com a rede telemétrica do Alto Tietê (não mostrados) indicam que o primeiro superestimou o total acumulado em mais de 100%, e o segundo, subestimou. Cortes verticais realizados com o radar MXPOL (não mostrados) indicaram que havia uma banda brilhante bem definida associada ao evento, o que explica em grande parte a precipitação acumulada estimada com o RSP muito acima da medida pela rede telemétrica.

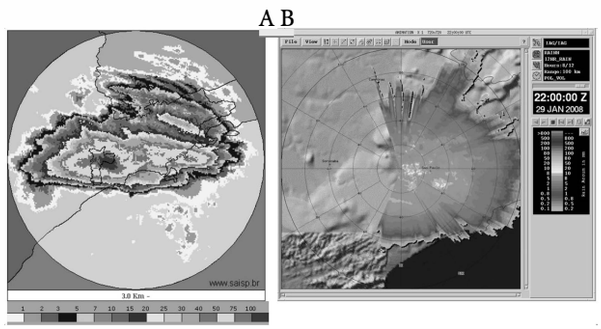


FIG. 12 *Campos de precipitação acumulada (mm) com o radar meteorológico de São Paulo num raio de 240 km (A) e com o radar MXPOL num raio de 100 km entre 1500 UTC e 2200 UTC de 29 de janeiro de 2008. Escala em tons de cinza indicam acumulações.*

Por outro lado, a refletividade do radar MXPOL é atenuada pela precipitação, mas, neste caso, podem-se utilizar as variáveis polarimétricas (e.g., Z_h, Z_v, Z_{DR}, K_{DP} e ϕ_{DP}) para melhorar a estimativa de precipitação. Estudos serão desenvolvidos com estas variáveis para este fim, uma das principais razões para se utilizar o radar MXPOL.

A Fig. 13 mostra o sistema precipitante monitorado simultaneamente pelo RSP e MXPOL em 14 de janeiro de 2008. O radar MXPOL estava no sítio da Praia Grande, a poucos quilômetros da Serra do Mar. O sistema de remoção de ecos de terreno do MXPOL permitiu o monitoramento da célula de precipitação rasa próxima a Cubatão, conforme pode ser visto no plano *yz* da Fig. 13B. Este resultado indica que o radar MXPOL permite monitorar áreas de encostas em situações pós-frontais que produzem sistemas precipitantes rasos (quentes), que podem perdurar por vários dias e causar deslizamentos e escorregamentos, muito frequentes em SP.

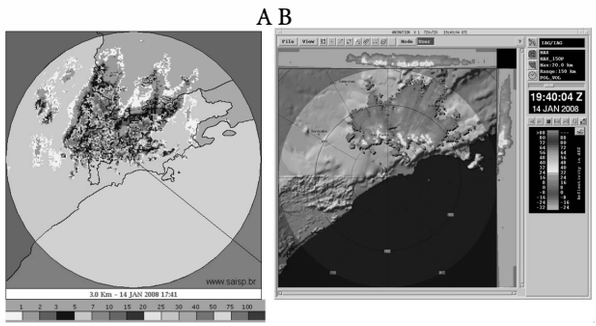


FIG. 13 *Campos da taxa de precipitação (mm) do radar meteorológico de São Paulo (A) e refletividade máxima (dBZ) nos planos xy, xz, e yz medidos pelo radar MXPOL (B) as 1940 UTC de 14 de janeiro de 2008. Escalas em tons de cinza indicam respectivas intensidades.*

A sequência de campos de refletividade máxima do radar MXPOL da Fig. 14, em 10 de janeiro de 2008, evidencia a penetração da frente de brisa marítima, que disparou uma célula convectiva na região de Guarulhos por volta das 1845 UTC. Nas respectivas imagens do RSP (Fig. 15), o sistema foi detectado mais de 30 minutos depois. Este resultado preliminar sugere que nestas condições há um aumento no intervalo de previsão à frente de mais de 30 minutos.

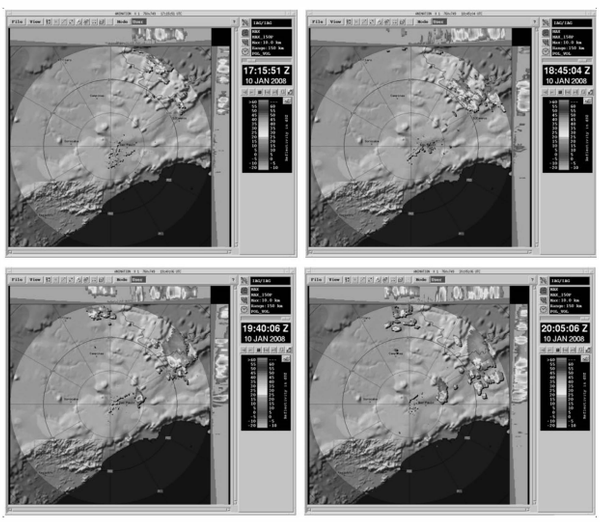


FIG. 14 *Campos da refletividade máxima (dBZ) nos planos xy, xz, e yz medidos pelo radar MXPOL em 14 de janeiro de 2008 nos horários indicados. Escala em tons de cinza indica intensidades.*

As Figs. 16 e 17 apresentam resultados similares do RSP e MXPOL, respectivamente, para o dia 10 de janeiro de 2008. Neste caso, a frente de brisa é mais bem definida, pois a válvula de fechamento da recepção do canal horizontal do

radar havia sido substituída por uma nova (ler mais abaixo), o que permitiu um aumento na potência do sinal de retorno no canal horizontal. Nota-se que a brisa passa pela RMSP e produz levantamento e células convectivas cerca de 50 minutos depois, embora, neste caso, o evento não tenho sido muito intenso.

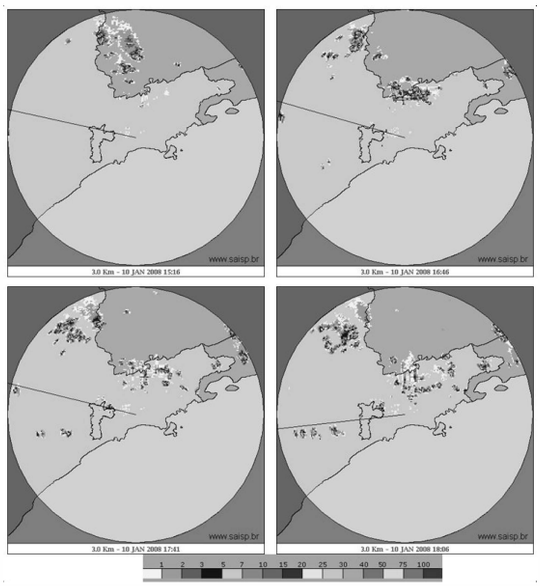


Fig. 15 *Campos da taxa de precipitação (mm) do radar meteorológico de São Paulo em 14 de janeiro de 2008 nos horários indicados. Escala em tons de cinza indica intensidades.*

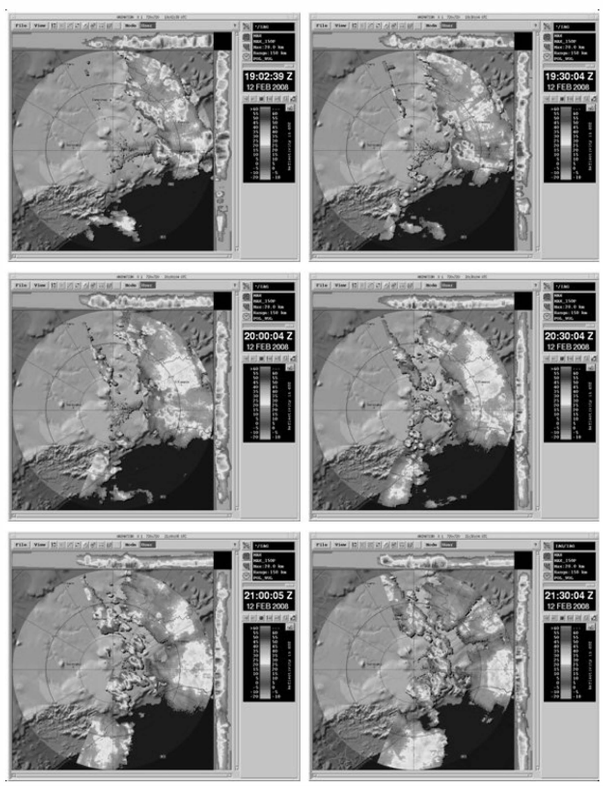


Fig. 16 *Similar à Fig. 14, exceto para 12 de fevereiro de 2008.*

Em virtude da ainda precária infraestrutura nos sítios de Praia Grande e Mogi das Cruzes, optou-se por operar o radar móvel MXPOL no sítio de Barueri neste fim de período chuvoso. Durante a operação do radar MXPOL no sítio de Barueri, no dia 16 de janeiro de 2008, estabeleceu-se contato com a Defesa Civil daquele município, que indicou haver grande interesse em cooperar para operar o radar MXPOL.

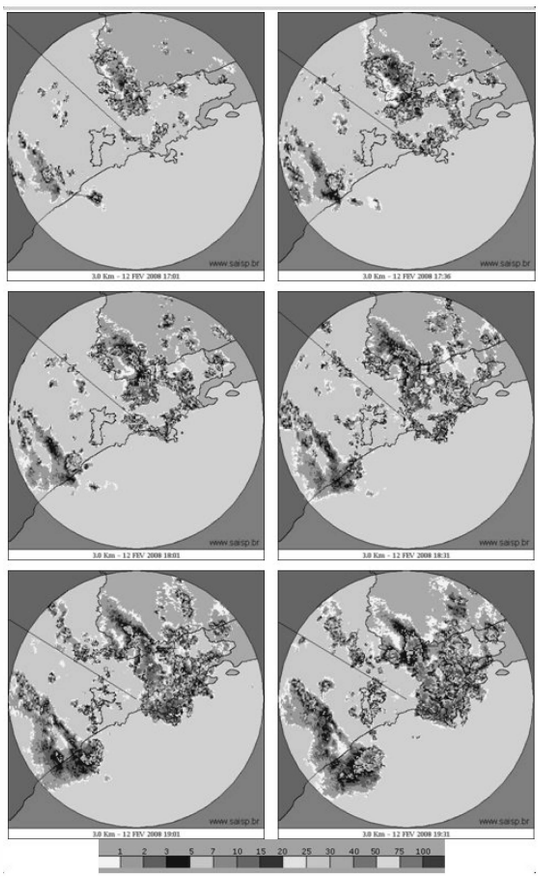


Fig. 17 *Similar à Fig. 15, exceto para 12 de fevereiro de 2008.*

Houve uma reunião com o Secretário de Segurança da Prefeitura do Município de Barueri (SSPMB), Cel. Edson Santos da Silva, em 18 de janeiro, quando foi proposto um convênio entre o LadHidro do IAG-USP com a referida secretaria. A minuta de convênio apresentada pelo IAG-USP foi aprovada pela SSPMB e deve ser assinada em breve.

Concomitantemente, a Prefeitura selecionou oito servidores da Guarda Civil Metropolitana (GCM) para serem treinados na operação do radar MXPOL. A Fig. 18 mostra o Grupo de Operação do Radar (GOR) em 2 de fevereiro de 2008, após o encerramento do treinamento, realizado entre 21 e 30 de janeiro de 2008. A equipe é composta de servidores com nível superior completo ou em fase de conclusão que trabalham na Defesa Civil de Barueri.

Inicialmente, a equipe de operação era composta do coordenador do projeto, estudantes de pós-graduação e de graduação e motoristas do IAG-USP para condução do caminhão. O período de operação inicial foi do fim da manhã ao início da noite. A partir de 12 de fevereiro de 2008, a

operação do radar MXPOL passou a ser de 24 horas, com turnos de 8 horas cada um, durante sete dias da semana.

Destaque-se também que a energia elétrica e o sistema de comunicação serão providos pela SSPMB. O radar MXPOL operou com o gerador a diesel até a manhã de 19 de fevereiro e, com a instalação dos conectores de eletricidade, passou a ser operado com a rede elétrica. Providências foram tomadas para se estabelecer a comunicação via micro-ondas do sítio do radar MXPOL com um roteador em Alphaville e, deste ponto, para o IAG-USP.



Fig. 18 *Foto do grupo de operação do radar MXPOL na Base da Guarda Civil Municipal de Barueri. Em pé, da esquerda para a direita: Supervisor Leal, Mecânico Carlos (IAG-USP), Inspetor Domingues, GCM Agostinho, Eng. Higor (Atmos), GCM Luiz Alberto, Eng. Paulo (Atmos), GCM Moisés e GCM Medeiros. Sentados, da esquerda para a direita: Motoristas Cristivão, Élio e Augusto (IAG-USP), GCM Sarai e GCM Plácido.*

Até o momento, a transmissão de dados é realizada via linha de celular (GPRS), que é bastante lenta e com falhas muito frequentes. Por causa disso, apenas produtos tais como CAPPI e PPI da refletividade e velocidade radial são enviados em tempo atual. Os dados estão disponíveis no sítio: *ftp://ftpdca.iag.usp.br/labhidro/mxpol/*.

Os dados brutos no formato SIGMET serão transformados para o Formato Universal (UF) para permitir a sua leitura em qualquer sistema operacional. O formato SIGMET requer a utilização do sistema operacional Linux Enterprise, para utilização do software denominado IRIS, que pode ser baixado gratuitamente da Internet, mas oferece recursos muito limitados; pode ser adquirido na versão completa por cerca de US$ 40 mil.

Estas primeiras medições com o MXPOL são inéditas e revelam as características de sistema de tempo com altíssima resolução espaço-temporal. O MXPOL monitorou circulações na camada-limite planetária com nuvens cumulus de bom tempo até 60 km de distância do radar, assinaturas de convergência e divergência horizontal, vorticidade relativa e turbulência, características microfísicas de nuvens quentes e frias, a camada de derretimento de cristais de gelo e assinaturas do campo elétrico (não mostrado). As medições do MXPOL são consistentes com as do radar meteorológico de São Paulo, a rede RINDAT e sondagem. Trata-se ainda do primeiro radar móvel polarimétrico a ser utilizado operacionalmente em aplicações hidrometeorológicas.

O MXPOL também será fundamental na pesquisa básica para estudos da microfísica da precipitação, eletricidade e dinâmica, quantificação de precipitação e verificação, recuperação de dados 3D, intercomparações de dados, campanhas de medição em experimentos, estudos de mesoescala e sinóticos, modelagem numérica, assimilação e integração de dados, entre outros. Além disso, o MXPOL será utilizado no ensino de graduação e pós-graduação, programas de extensão universitária e estudos para implantação de novos sítios de radar meteorológico. O MXPOL representa um avanço acadêmico, de pesquisa e operacional que foi disponibilizado pelo Programa SIHESP/FAPESP.

4 Conclusão

Os resultados aqui apresentados indicam a viabilidade de ambos os métodos de previsão de precipitação para o SPH, que está em fase de implantação na Bacia do Alto Tietê. As previsões de precipitação com o ARPS mostram que estas tendem a melhorar com o grau de organização espacial dos sistemas precipitantes e com o tempo de integração do modelo até 20 horas à frente. Neste intervalo de tempo, os índices de sucesso crítico são maiores para frentes frias (∼0,5) e menores para sistemas convectivos isolados (∼0,15). Neste último caso, o radar MXPOL será fundamental para a previsão de curtíssimo prazo de tempestades severas na RMSP (Pereira Filho et al., 2005). Os resultados de experimentos e testes iniciais com o radar MXPOL são bastante promissores. O MXPOL permite a detecção de nuvens no seu estágio de formação inicial. Além disso, a polarimetria dual permite a determinação de tipos e quantidades de hidrometeoros nos sistemas precipitantes e, assim, pode-se melhorar a quantificação de precipitação.

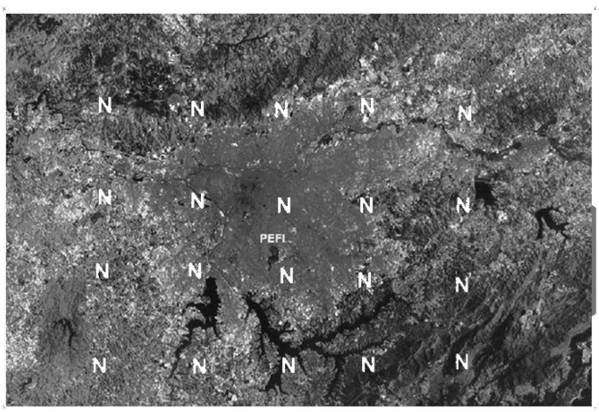


Fig. 19 *Imagem do satélite LANDSAT-14 da Região Metropolitana de São Paulo. Letras N indicam locais de instalação de estações meteorológicas automáticas da rede Micronet. A área indicada corresponde ao Parque Estadual e Fontes do Ipiranga (PEFI), onde foi instalada uma estação meteorológica automática.*

O sistema de previsão hidrometeorológico inclui ainda o monitoramento de superfície por meio de uma rede de estações meteorológicas automáticas a serem instaladas na Região Metropolitana de São Paulo, com resolução espacial

da ordem de 15 km, denominada Micronet. A Fig. 19 mostra a distribuição espacial da rede Micronet ideal. Recentemente, instalou-se uma estação meteorológica automática (EMA) no cercado da estação meteorológica do IAG-USP (Fig. 20). A primeira de um conjunto de vinte EMAs a serem instaladas para o monitoramento do tempo e previsão do tempo a curtíssimo prazo.



Fig. 20 *Foto do cercado da Estação Meteorológica do IAG-USP, com o abrigo meteorológico no primeiro plano, pluviômetros no segundo plano e torre metálica da Estação Meteorológica Automática ao fundo.*

A Figura 20 mostra o cercado meteorológico com a EMA instalada em 17 de abril de 2007 que comporá a rede Micronet. As variáveis medidas são temperatura do ar (°C) e umidade relativa (%) a 1,5 m de altura, direção (graus) e intensidade do vento (m s^{-1}) a 10 m de altura, precipitação (mm), pressão atmosférica (hPa), radiação solar (W m^{-2}) e temperatura de solo a 0, 5, 10, 20, 30 e 40 cm de profundidade. Trata-se de uma EMA da Campbell Scientific do Brasil adquirida com recursos do Programa SIHESP/FAPESP.

As variáveis acima têm sido medidas a intervalos de 5 minutos desde 17 de abril de 2007. Efetuaram-se comparações de medidas de temperatura, umidade relativa e pressão atmosférica no período de maio a julho de 2007. Os diagramas de espalhamento das variáveis acima indicam que coeficientes de variação da temperatura, umidade do ar, pressão atmosférica e temperaturas de solo a 0, 10 e 40 cm são 0,99, 0,99, 0,98, 0,95, 0,90 e 0,97, respectivamente. Estes resultados mostram uma boa acurácia das medições dos sensores da EMA.

O estabelecimento de uma rede de EMA na RMSP permitirá uma análise espacial dos sistemas de tempo sem precedentes, com ganhos significativos para a previsão do tempo de curtíssimo e de curto prazo. No âmbito da rede Micronet a ser estabelecida, há necessidade também de um laboratório de calibração e aferição de sensores meteorológicos, bem como um controle de qualidade de dados para permitir a avaliação de fenômenos de tempo de curta duração e baixa amplitude que podem gerar sistemas de tempo adversos. A rede Micronet possibilitará a implantação de um módulo de camada-limite urbana ao modelo ARPS, denominado TEB-T, que permita similar e prever a evolução espaço-temporal das circulações geradas pela ilha de calor urbana (Pereira Filho et al., 2005).

5 Referências Bibliográficas

Barros, M. T. L., A. J. Pereira Filho, A. W. Gandu, R. Hallak e C. P. Andrioli, 2004. Impacto hidrológico das precipitações observadas na Região Metropolitana de São Paulo nos dias 4 de fevereiro de 2004 e 29 de janeiro de 2004. XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Fortaleza, CE.

Blanco, C. M. R. and O. Massambani, 1997. Orographic enhancement in São Paulo – Brazil: a preliminary case study. 28^{th} Conf. on Radar Meteor., Texas, AMS, 449-450.

Borges, A. S. e A. J. Pereira Filho, 2000. Análise das condições meteorológicas de superfície antecedentes à precipitação de origem convectiva na Cidade de São Paulo. XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, SBMET, Rio de Janeiro, RJ, outubro de 2000. II Seminário Brasileiro de Hidrologia.

Braga Jr., B.P.F; Barros, M.T.L., 1992. *O Sistema de Alerta a Inundações da Cidade de São Paulo. Telemetria e Sensoriamento Remoto com Aplicações em Hidrologia e Meteorologia*. Curitiba, FINEP.

Braseth, A. M., 1986. *Statistical interpotation by means of successive corrections*. Tellus, 38 A, 439-447.

Bringi, V. N. and V. Chandrasekar, 2001. *Polarimetric Doppler Weather Radar: Principles and Applications*. Cambridge Press, 636 pp.

Brock, F. V. and S. J. Richardson, 2001. *Meteorological measurement systems*. Oxford Univ. Press, 290 pp.

Brock, F. V., K. C. Crawford, R. L. Elliott, G. W. Cuperus, S. J. Stadler, H. L. Johnson, and M. D. Eilts, 1995.*The Oklahoma Mesonet: A technical overview*. J. Atmos. and Oc. Tech., 12, 5-19.

Caylor, I. J., and V. Chandrasekar, 1996. *Time-varying ice crystal orientation in thunderstorms observed with multiparameter radar*. IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., 34, 847-858.

Chou, M.-D., 1990. *Parameterization for the absorption of solar radiation by O2 and CO2 with application to climate studies.* J. Climate, 3, 209-217.

Chou, M.-D., 1992. *A solar radiation model for climate studies*. J. Atmos. Sci., 49, 762-772.

Gandin, L. S., 1988. *Complex quality control of metereological observations*. Mon. Wea. Rev., 116, 1137-1156.

Gin, R. B. B, C. A. A. Beneti and A. J. Pereira Filho, 2004. Cloud-to-ground lightning flashes in Southeastern Brazil in 2001: case study. 4^{th} Annual Meeting of the European Meteorological Society. Proceedings.

Gin, R. B. B., A. J. Pereira Filho and C. Beneti, 2007. LONG CONTINUING LUMINOSITY OF CLOUD-TO-GROUND FLASHES OBSERVATIONS AT URBAN AREA, BRAZIL. 13th International Conference on Atmospheric Electricity, August 13-18, Beijing, China.

Gin, R. B. B., C. A. A. Beneti and A. J. Pereira Filho, 2003. Cloud-to-ground lightning flashes in Southeastern Brazil in 2001. VII Seminário Internacional de Proteção contra Descargas Atmosféricas, Curitiba, PR, 17 a 21 de novembro de 2003.

Gin, R.B.B., A. J. Pereira Filho and C. A. Beneti, 2007. *Some electrical conditions of thunderstorms in São Paulo's urban areas, Brazil. Geophys. Res. Letters.* Submetido.

Haas, R., Ambrizzi, T., Pereira Filho, A. J., 2000. Comparação de desempenho entre um cluster PC-LINUX e um SP2 em simulações com o modelo ARPS. I Encontro Brasileiro de Modelagem Atmosférica, XI CBMET, Rio de Janeiro, outubro de 2000.

Hallak, R. 2007. Simulações numéricas de tempestades severas na RMSP. Tese de doutorado. IAG-USP, 219 pp.

Hallak, R., A. J. Pereira Filho, A. W. Gandú e M. T. Leme de Barros, 2004. Simulação numérica de precipitação intensa na Região Metropolitana de São Paulo com o modelo de mesoescala ARPS. XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Fortaleza, CE.

Hoos, A. B., A. D. Koussis, and G. O. Beale, 1989. *A channel dynamic model for real-time flood forecasting.* Water Resour. Res., 25, 691-705.

Kain, J. S., and J. M. Fritsch, 1993. *Convective parameterization for mesoscale models: The Kain-Fritsch scheme, The Representation of Cumulus Convection in Numerical Models, Meteor.* Monogr. Amer. Meteor. Soc., 165-170.

Lin, Y., R.D. Farley, and H.D. Orville, 1983. *Bulk parameterization of the snow field in a cloud model.* J. Climate Appl. Meteor., 22, 1065-1092.

Lorenc, A. C. Bell, R. S., MacPherson, B., 1991. *The Meteorological Office analysis correction data assimilation scheme.* Quart. J. Roy. Met. Soc., 117, 59-89.

Lorenc, A. C., 1986. *Analysis methods for numerical weather prediction.* Quart. J. Roy. Meteor. Soc. 112, 1177-1194.

Massambani, O., and A. J. Pereira Filho, 1991. The diurnal evolution of the ground return intensities and its use as a radar calibration procedure. Clukie I. D. and C. G. Collier (Eds.) *Hydrological Applications of Weather Radars.* Ellis Horwood, 143-150.

Noilhan, J., and S. Planton, 1989. *A simple parameterization of land surface processes for meteorological models.* Monthly Weather Review, 117, 536-549.

Oliveira Filho, E. A. e A. J. Pereira Filho, 2007. Investigando a abordagem estatística de imagens digitais e aplicando-a em dados do radar meteorológico de São Paulo. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. São Paulo.

Pereira Filho, A.J., 2007. *Estimativa e Previsão de Precipitação por meio de Redes de Superfície, Sensoriamento Remoto e Modelagem Numérica no Âmbito de um Sistema de Previsão Hidrometeorológica.* Tese de Livre-docência. IAG-USP, 176 pp.

Pereira Filho, A. J, O. Massambani, R. Hallak, C. Beneti, 2008: On the use of a mobile XPOL weather radar for flood warning. International Symposium on Weather Radar and Hydrology. Grenoble, França, 9 a 12 de março de 2008.

Pereira Filho, A. J. and C. C. Santos, 2006. *Modeling a densely urbanized watershed with an artificial neural network, weather radar and telemetric data.* J. of Hydrology, 317, 31-48.

Pereira Filho, A. J. and P. T. Nakayama, 2001. Intercomparison of radar Rainfall Estimates and Rain Gage Measurements in Sao Paulo, Brazil. Fifth International Symposium on Hydrological Applications of Weather Radar. Kyoto, Japan, BR02.

Pereira Filho, A. J., 1996. *Mesoscale rainfall systems: analysis and hydrometeorologic modeling. Ph.D. dissertation.* University of Oklahoma, Oklahoma, 150 pp.

Pereira Filho, A. J., 1999. Radar measurements of tropical summer convection: urban feedback on flash floods. 29^{th} Conf. on Radar Meteor, Montreal, AMS, 939-940.

Pereira Filho, A. J., 2000. Chuvas de verão e as enchentes na Grande São Paulo: El Niño, Brisa Marítima e Ilha de Calor. Anais do XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 16 a 20 de outubro de 2000 (CD-ROM).

Pereira Filho, A. J., A. Negri and P. T. Nakayama, 2003. An intercomparison of gauge, radar and satellite rainfall in the tropics. 1^{st} Workshop on Precipitation Measurements, IPWG/CGMS/WMO, Madrid, Spain. Proceedings. 275-283.

Pereira Filho, A. J., Crawford, K. C., 1999. *Mesoscale precipitation fields. Part I: Statistical analysis and hydrologic response.* J. Appl. Meteor., 38, 82-101.

Pereira Filho, A. J., Crawford, K. C., Stensrud, D. J., 1999. *Mesoscale precipitation fields. Part II:Hydrometeorologic modeling.* J. Appl. Meteor., 38, 102-125.

Pereira Filho, A. J., K. C. Crawford and C. Hartzell, 1998. Improving WSR-88D Hourly Rainfall Estimates, Weather and Forecasting, vol. 13(4), 1016-1028.

Pereira Filho, A. J., Massambani, O.; Hallak, R.; Karam, H., 2005. A hydrometeorological forecast system for the Metropolitan Area of São Paulo. WWRP Workshop on Nowcasting and Very Short Term Forecasting. Toulouse, France. Proceedings on CD ROM.

Pereira Filho, A. J., O. Massambani, P. Martins and F. Cazenave, 2007. An operational mobile XPOL for hydrometeorological applications in Brazil. 33rd Conference on Radar Meteorology. Paper P10.14.

Pereira Filho, A. J., O. Massambani, R. Hallak, C. A. A. Beneti, and R. B. B. Gin, 2007. MXPOL MEASUREMENTS OF WEATHER SYSTEMS. 33^{rd} Conference on Radar Meteorology Cairns, Australia. Paper 8A.5.

Pereira Filho, A. J., P. M. dos Santos, T. M. B. S Xavier, 2007. *Evolução do tempo e do clima na RMSP.* IAG-USP, Linear B, 282 pp.

Pereira Filho, A. J., R. Hallak e M. T. L. Barros, 2004. Aspectos socioeconômicos e hidrometeorológicos das enchentes na Região Metropolitana de São Paulo no período de 2000 a 2004. I Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais – Riscos

Geoambientais Relacionados a Episódios Pluviais Intensos. Florianópolis.

Pereira Filho, A.J., K. C. Crawford, and C. Hartzell, 1998. Improving WSR-88D Hourly Rainfall Estimates, Weather and Forecasting, 13, 1016-1028.

Pereira Filho, A.J., M. A. F. Silva Dias, R. I. Albrecht, L. G. P. Pereira, A. Tokay, and S. Rutledge, 2002. *Multisensor analysis of a squall line in the Amazon Region.* J. of Geophys. Res., 107, no. D20, 8084, 21-1,12, Doi: 10.1029/2002J000305, LBA Special Issue.

Pereira Filho, R. Haas e T. Ambrizzi, 2002. Caracterização de eventos de enchentes na bacia do Alto Tietê por meio do radar meteorológico e da modelagem numérica de mesoescala. 3º Seminário Brasileiro de Meteorologia por Radar e Física de Nuvens do XII Congresso Brasileiro de Meteorologia. Foz do Iguaçu, PR.

Pflaum, J. C. and W. H. Hooke, 1995. *Hydrometeorlogical activities of the U.S. Weather Research program*, Conference on Hydrology, Am. Meteor. Soc., 195-200.

Ponce, V. M., 1989. *Engineering hydrology – principles and practices*. Prentice Hall. 640p.

Rocco, M. R. and A. J. Pereira Filho, 2003. Microphysical characterization of a squall line in TRMM LBA using dual-polarization radar measurements. 31st International Conference on Radar Meteorology, Seattle, Washington, 6-12 August 2003. Paper 8B2.

Santos, P.M.; Pereira Filho, A.J.; Camargo, R.; Festa, M.; Funari, F. L.; Salum, S. T.; Oliveira, C. T.; Santos, E. M.; Lourenço, P. R.; Silva, E. G.; Garcia, W.; Fialho, M. A. Evolução climática na Região Metropolitana de São Paulo. XIV CBMET, Anais. Florianópolis, SC, 2006. CD-ROM.

Tao, W.-K., and J. Simpson, 1993. *Goddard cumulus ensemble model*. Part I: Model description. Terres. Atmos. Ocean Sci., 4, 35-72.

Xue, M., Droegemeier, K. K., Wong, V., 2000. *The Advanced Regional Prediction System (ARPS) – A multi-scale nonhydrostatic atmospheric simulation and prediction model.* Part I: Model dynamics and verification. Meteor. Atmos. Phys., 75, 161-193.

Xue, M., Droegemeier, K. K., Wong, V., Shapiro A., Brewster, K., Carr, F., Weber, D., Liu, Y., Wang, D.-H., 2001. *The Advanced Regional Prediction System (ARPS) – A multi-scale nonhydrostatic atmospheric simulation and prediction model.* Part II: Model physics and applications. Meteor. Atmos. Phys., 76, 143-165.

Xue, M., Droegemeier, K. K., Wong, W., Shapiro, A., Brewster, K., 1995. *Advanced Regional Prediction System Users Guide.* University of Oklahoma, USA, 380 pp.

Xue, M., Martin, W. J., 2006. *A high-resolution modeling study of the 24 May 2002 dryline case during IHOP.* Part II: Horizontal Convective Rolls and Convective Initiation. Mon. Wea. Rev., 134, 172-191.

Xue, M., Wang, D.-H., Gao, J., Brewster, K., Droegemeier, K. K., 2003. *The Advanced Regional Prediction System (ARPS), storm-scale numerical weather prediction and data assimilation.* Meteor. Atmos. Phys., 82, 139-170.

Yang, R., M. J. Fennessy, and J. Shukla, 1994. *The influence of initial soil wetness on medium-range surface weather forecasts.* Mon. Wea. Rev., 122, 471-485.

6 Sistema de Previsão Hidrometeorológica para a Bacia do Alto Tietê

Área da FAPESP: 10703-00-4

6.1 Objetivos

- Desenvolver um sistema de previsão hidrometeorológica (SPH) de curtíssimo e de curto prazo com base em modelos numéricos atmosféricos e hidrológicos de altíssima resolução, rede metropolitana de estações meteorológicas automáticas, radar meteorológico móvel, satélites ambientais e demais fontes de dados existentes;
- Operacionalizar o SPH para apoiar as ações dos governos municipal e estadual, suas instituições, defesas civis e sociedade em situações de eventos críticos com risco de enchentes e deslizamentos, de modo a mitigar os efeitos desses eventos hidrometeorológicos;
- Estudar os fenômenos meteorológicos peculiares à RMSP associados com a poluição urbana, ilha de calor, efeitos topográficos que produzem tempestades severas com chuvas, descargas elétricas, granizo e ventos intensos;
- Realizar cursos de formação básica em Meteorologia e Ambiente para docentes da rede pública de ensino dos municípios e do estado com base nos resultados de pesquisas e operação do SHP.

6.2 Proposta de desenvolvimento do projeto

Desenvolve-se um sistema de análise e tratamento de dados que quantifica e prevê a precipitação com resolução adequada à previsão hidrometeorológica para gerenciar os recursos hídricos do Estado de São Paulo e do meio ambiente urbano da RMSP. Os componentes básicos deste sistema de previsão hidrometeorológica (SPH) foram desenvolvidos para o Estado de Oklahoma, EEUU. O SPH é composto de cinco componentes principais: análise da precipitação; ajuste das taxas de precipitação; previsão de precipitação por extrapolação (0-3 horas); previsão de precipitação por modelagem de mesoescala (0-24 horas); e previsão hidrológica.

Adquiriu-se recentemente um radar meteorológico banda X móvel para monitoramento de sistemas meteorológicos na Bacia do Alto Tietê. Este sistema permite maior antecipação da previsão de tempestades severas no estágio de formação. A análise da precipitação é realizada por meio do esquema de análise objetiva estatística que integra dados de pluviômetros com estimativas de chuva via radar meteorológico, para minimizar erros observacionais. O campo de taxas de precipitação derivado das refletividades do radar meteorológico é também ajustado para previsão de precipitação por extrapolação. O esquema de análise acima está sendo avaliado em São Paulo e no Paraná. A previsão de precipitação com modelo de mesoescala é efetuada com dados disponíveis da rede sinótica de superfície e de altitude, dados de balão piloto, dados de vento, pressão e temperatura derivados do radar meteorológico Doppler, dados de precipitação e dados de modelos numéricos globais. As previsões de precipitação são então utilizadas na previsão hidrológica de bacias hidrográficas de interesse.

O SPH é modular e permite que seus componentes sejam substituídos por outros mais adequados às necessidades e restrições de utilização. Utiliza-se o modelo ARPS na previsão do tempo até 48 horas de antecedência para uma área que inclui o Sul, Sudeste e parte do Centro-Oeste do Brasil com resolução espacial de 12 km e, para outra área menor centrada na RMSP, com resolução espacial de 2 km. Faz parte do sistema um modelo de camada-limite urbana denominado T-TEB, que foi desenvolvido pela METEOFRANCE. Esta versão tropical permite simular e prever a evolução espaço-temporal das circulações geradas pela ilha de calor urbana na RMSP.

O objetivo é tornar o SPH operacional na Bacia do Alto Tietê. Experimentos hidrometeorológicos serão realizados para estudar o balanço hídrico sobre bacias rurais e urbanizadas dentro do Alto Tietê, por exemplo, as bacias dos Rios Taiaçupeba (220 km^2) e Tamanduateí (320 km^2), respectivamente. Apesar de estas bacias estarem bastante próximas, seus balanços hídricos e energéticos diferem significativamente, o que possibilitará uma análise quantitativa dos impactos ambientais da urbanização e dos mecanismos de controle hídrico locais. O modelo hidrológico TOPMODEL deve ser acoplado ao modelo numérico atmosférico ARPS.

O SPH faz parte do Sistema Hidrometeorológico de São Paulo (SIHESP) do Governo do Estado de São Paulo, que, por meio da FAPESP, implantou novas plataformas de medição tais como rede de estações de superfície e radar meteorológico, entre outras, que serão instaladas no Estado de São Paulo. O presente projeto de pesquisa foi aprovado para a primeira fase de implantação do SIHESP. Além da aquisição do radar meteorológico banda X móvel, a FAPESP financiou o sistema computacional para previsão de curto prazo com o modelo ARPS. O SPH será operacionalizado para a Região Metropolitana de São Paulo e integrado ao sistema de alerta às inundações de São Paulo (SAISP), de modo a reduzir os impactos das enchentes e deslizamentos nessa região. O SPH deve ser estendido à região da Serra do Mar, no contexto do programa de riscos ambientais naquela região.

Financiamento FAPESP: R$ 2,5 milhões
Financiamento USP: R$ 1,3 milhão

6.3 Alcance dos resultados

O SPH pretende melhorar a qualidade de vida da população da RMSP e servir como referência para outras regiões metropolitanas do Brasil e da América Latina. O presente projeto foi apresentado num evento da Organização Meteorológica Mundial recentemente, do qual participaram vários países em desenvolvimento da Ásia, Europa, África e América Latina, que são afetados por eventos severos de tempo. Estes eventos variam de região para região da Terra, mas todos limitam e prejudicam o desenvolvimento socioeconômico. A RMSP é um exemplo de ambiente onde as ações antrópicas resultaram em mudanças locais significativas no tempo e no clima e precisam ser mitigadas por meio de medidas estruturais e não estruturais.

6.4 Potencial de difusão

O SPH deverá possibilitar uma mitigação dos impactos das mudanças no regime de chuva na RMSP e beneficiar o governo e a sociedade. Haverá cursos de difusão e extensão promovidos para treinar e formar profissionais de diversas áreas, tais como defesa civil e educação. Neste último caso, docentes com formação adequada em Meteorologia e Ambiente poderão utilizar em sala de aula esses conhecimentos a fim de melhor formar os estudantes, para agirem em prol da sustentabilidade na RMSP. Portanto, o potencial de difusão abrange toda a sociedade paulista, direta e indiretamente.

6.5 Principais dificuldades

As principais dificuldades referem-se à carência de recursos humanos, recursos para manutenção e ampliação da infraestrutura e coordenação das ações mitigatórias e preventivas nos municípios.

Avaliação ecotoxicológica da água de rios das sub-bacias da represa Billings e do Tamanduateí

Flávia Venturini[1]*; Waverli Maia Matarazzo Neuberger*[2]

[1] Graduada em Ciências Biológicas pela Universidade Metodista de São Paulo (2005).
Tem experiência na área de Ecologia, com ênfase em análises ecotoxicológicas.
Universidade Metodista de São Paulo - Av. Dom Jaime de Barros Câmara, 1000; 09895-400 – São Bernardo do Campo (SP), Brasil
Flavia.venturini@uol.com.br

[2] Doutora em Zoologia pela Universidade de São Paulo (1994).
Atualmente é coordenadora do Núcleo e Agência Ambiental e do Curso de Tecnologia em Gestão Ambiental da Universidade Metodista de São Paulo, onde também é professora titular. Tem experiência na área de Zoologia e Ecologia Animal, com ênfase em Comunidades Animais e Conservação da Natureza.
waverli.neuberger@metodista.br

Ecotoxicological evaluation of Billings Reservoir and Tamanduateí sub-basins water

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a toxicidade da água dos rios de área urbana que compõem as sub-bacias da Billings e do Tamanduateí, integrantes da Bacia do Alto Tietê, através de bioensaios com dafinídeos. Foi feito um levantamento da qualidade da água de cada ponto através da medida dos seguintes parâmetros em campo: temperatura, pH, OD, condutividade, salinidade e turbidez. As amostras de água foram coletadas em frascos de polipropileno e trazidas para laboratório, onde foram realizados os bioensaios. Quanto às características químicas, o oxigênio dissolvido foi o parâmetro que mais variou entre os pontos, com concentrações de 0,3 a 6,8 mg/L e média de 2,19 mg/L. A condutividade média foi de 0,462 MS/cm e a turbidez, 240 NTU. O pH e a salinidade mantiveram-se dentro da faixa de normalidade. Analisando-se os testes de toxicidade aguda, três pontos apresentaram toxicidade com 100% de mortalidade e apenas um ponto não apresentou toxicidade, 10% de mortalidade. Cruzando-se os dados, verificou-se que os pontos com maior mortalidade também obtiveram os níveis mais baixos de OD e os mais altos de condutividade e turbidez.

The aim of this research was to evaluate with Daphnia similis breeds, externally and in laboratory, the water toxicity from rivers that compose Billings and Tamanduateí sub-basins, part of high Tietê river basin, testing their viability as bioindicator for this ecosystem. A detailed survey of water quality from each point was made, through measuring the following parameters: temperature, pH, DO, conductivity, salinity and turbidity. The samples were collected in polyethylene bottles and brought to laboratory, where the bioessays were performed. About the chemical characteristics, the dissolved oxygen was the most variable parameter between the points, with concentrations from 0,3 to 6,8 mg/L and average 2,19mg/L. Conductivity average was 0,462 mS/cm and turbidity 240 NTU. The pH and the salinity had a normal pattern. Analising the acute toxicity tests, three points presented toxicity with 100% mortality and only one point didn't present toxicity, 10% mortality. Crossing the data, it was verified that the point with higher mortality also had the lowest DO levels and highest conductivity and turbidity levels.

Palavras-chaves: *Daphnia similis, Represa Billings, toxicidade aguda. (Daphnia similis, Billings Reservoir, acute toxicity.)*

1 Introdução

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que 25 milhões de pessoas no mundo morram por ano devido a doenças transmitidas pela água, como cóleras e diarréias. A OMS indica que, nos países em desenvolvimento, 70 por cento da população rural e 25 por cento da população urbana não dispõem de abastecimento adequado de água potável (Braga *et al.*, 2002).

É grave e preocupante a redução da disponibilidade de água com qualidade compatível com as necessidades do ser humano e também com as características que suportem a biodiversidade natural da fauna e flora aquáticas. Dentre os vários processos poluidores, a entrada e o acúmulo de substâncias tóxicas nos sistemas aquáticos têm aumentado exponencialmente (Peláez-Rodrigues *et al.*, 2000).

As águas superficiais constituem um recurso natural de grande importância cuja qualidade deve ser preservada tendo em vista sua rentabilidade econômica e suas principais utilizações: abastecimento público, irrigação, lazer e aquicultura (Fontoura, 1985).

A qualidade de um ambiente aquático pode ser definida: segundo a presença de substâncias inorgânicas ou orgânicas em diferentes concentrações e especiações e segundo a composição e estrutura da biota aquática. Esta qualidade pode ser determinada por meio de medidas quantitativas, com determinações físicas e químicas (na água, no material particulado e nos organismos) e/ou testes bioquímicos/biológicos (medidas de DBO, testes de toxicidade etc.), ou por meio de medidas semiquantitativas e qualitativas tais como índices bióticos, aspectos visuais, inventário de espécies, odor etc. (Meybeck & Helmer, 1992).

Os efeitos resultantes da introdução de poluentes no meio aquático dependem da natureza do poluente introduzido, do caminho que esse poluente percorre no meio e do uso que se faz do corpo d'água. Os poluentes podem ser introduzidos no meio aquático de forma pontual ou difusa; a última, por ser

decorrente do somatório de diferentes fontes de emissão, é um fenômeno bem mais difícil de ser controlado (Braga *et al.*, 2002).

O crescimento da população urbana do Brasil é responsável pelo agravamento da questão hídrica, já que promoveu um aumento considerável nas demandas de água para abastecimento, associada à expansão urbana, à degradação dos mananciais e à contaminação e poluição. Estes efeitos podem ser vistos com clareza na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Algumas das grandes metas que se interpõem para a reversão da situação atual são: a proteção dos mananciais de águas superficiais e controle de crescimento urbano desordenado nestas áreas; o tratamento de esgotos, com aumento do volume das águas tratadas e coleta de esgotos em larga escala; a redução dos custos de tratamento a partir da proteção dos mananciais e introdução de programas educativos e de conservação de água; o detalhamento de banco de dados e promoção de sistemas de informação e sistemas de suporte à decisão; a implantação de programas efetivos de monitoramento e proteção de áreas vulneráveis; a ampliação da capacidade de gestão preditiva e de antecipação de eventos de alto risco; a resolução de conflitos sobre usos múltiplos e a ampliação e aprofundamento da educação sanitária e ambiental da população (Tundisi, 2003).

O conhecimento da qualidade dos recursos hídricos é essencial ao seu manejo. Nesse sentido, é conveniente a existência de um índice demonstrativo da qualidade das águas abrangendo uma bacia hidrográfica, que possa servir como informação básica para o público em geral, para subsidiar atividades educativas e principalmente para o gerenciamento ambiental (Peláez-Rodriguez *et al.*, 2000).

É muito difícil avaliar, claramente, a situação da qualidade da água em nível global, em virtude da falta de bons programas de monitoramento, particularmente nos países em desenvolvimento. O Programa GEMS-Água (*Global Environment Monitoring System*), do PNUMA, do final dos anos 70, pretendia estabelecer uma rede de monitoramento global que permitisse uma avaliação da evolução da qualidade da água no mundo, mas a falta de recursos para manter e ampliar as estações de monitoramento nos países em desenvolvimento impediu o alcance deste objetivo. A informação disponível, entretanto, nos permite afirmar que o problema da qualidade da água é mais sério do que se pensava anteriormente, em virtude da poluição causada pelos metais pesados, nitratos e micropoluentes orgânicos (Rebouças, 1994). O problema é mais grave nos países em desenvolvimento, pela falta de sistemas adequados de monitoramento e controle, e atinge muitos rios e lagos próximos a grandes centros urbanos, regiões costeiras e também os aquíferos subterrâneos. Isso significa que se, no futuro, padrões de qualidade mais rígidos não forem adotados, algumas fontes de água, em uso hoje, não poderão mais ser utilizadas (Rebouças, 2002a).

O fenômeno decorrente do desmatamento e da impermeabilização do solo que ocorre nas metrópoles – provoca a diminuição do potencial hídrico médio anual de rios e represas – também provoca inundações freqüentes, pela falta de sistemas naturais de drenagem que fazem a água escorrer superficialmente. Sem o abastecimento dos lençóis freáticos de profundidade, estes deixam de abastecer rios e represas durante o período da estiagem, provocando uma quebra na média anual de produção desse recurso natural. É importante destacar que as fontes de abastecimento de uma determinada região estão diretamente ligadas à existência de vegetação para manter a umidade do solo e impedir o ressecamento e rebaixamento dos lençóis freáticos (Capobianco, 2002).

A Região do Grande ABC segue o padrão descrito para a RMSP, com um agravante, já que seu território contém a maior parte da Bacia do Reservatório Billings, estratégico para o abastecimento futuro da RMSP. Além da Bacia da Billings, abriga a Bacia do Rio Tamanduateí, um dos principais tributários do Rio Tietê na área urbana de São Paulo, altamente poluído, o que contribui para o estágio de degradação em que o Rio Tietê se encontra.

A Bacia Hidrográfica da Billings apresentou, no período de 1989 a 1999, intenso crescimento das áreas ocupadas por usos urbanos em detrimento de outros usos, especialmente Mata Atlântica. Este processo ocorreu através do surgimento de novas ocupações, consolidação da ocupação existente e transformação de áreas rurais em urbanas. As áreas urbanas, que compreendem a soma das áreas urbanas não consolidadas e das áreas urbanas consolidadas, apresentaram um crescimento de 31,74% no período de 1989 a 1999 (Capobianco, 2002). A qualidade da água na Represa Billings encontra-se bastante comprometida devido ao bombeamento das águas poluídas dos rios Tietê e Pinheiros, a ressuspensão dos sedimentos contaminados e a ocupação humana desordenada de sua bacia hidrográfica, que concorrem para gerar fluxos permanentes de cargas poluidoras. A concentração de poluentes disponíveis no meio líquido decorre tanto de cargas externas, lançadas de forma concentrada diretamente neste reservatório ou em seus tributários, como também de cargas internas, provenientes dos sedimentos (Capobianco, 2002).

As maiores preocupações com a água da Represa Billings são a eutrofização, a concentração de metais pesados e a presença de microrganismos patogênicos e algas potencialmente tóxicas. A eutrofização decorre do aumento da concentração de substâncias que contribuem para a proliferação excessiva de plantas aquáticas e algas, prejudicando o equilíbrio ambiental do reservatório e, por consequência, a qualidade de sua água. No caso da Billings, este problema é agravado devido à presença em suas águas de algas potencialmente tóxicas, como a *Cylindrospermopsis raciboskii*, que produz uma toxina que provoca danos no fígado e nos rins, conforme comprovado por diversos estudos científicos e pela própria CETESB (Batalha, 1999). A partir de 1997, o Governo do Estado iniciou o monitoramento integrado das águas, sedimentos e peixes dos Sistemas Alto e Médio Tietê. Para tanto, passaram a ser coletadas amostras em 27 pontos da Billings, sendo seis na região do Corpo Central e 21 distribuídos pelos Braços Cocaia, Bororé, Taquacetuba, Pedra Branca, Capivari, Rio Pequeno e Rio Grande. As informações apresentadas demonstram que o Corpo Central e os Braços da Billings encontram-se eutrofizados. Todos os pontos de monitoramento no Corpo Central, assim como nos Braços Cocaia, Bororé, Taquacetuba e Pedra Branca, sofrem influência do bombeamento do Tietê/Pinheiros. Dentre as recomendações para a melhoria da

qualidade da água destes locais está a redução da entrada de poluentes, o que só poderá ser obtido através da diminuição drástica da poluição das Bacias do Pinheiros e do Tietê ou da paralisação total do bombeamento. Além da poluição proveniente do bombeamento do Tietê/Pinheiros, alguns braços apresentam situação crítica de eutrofização em razão da grande quantidade de esgoto proveniente da ocupação de suas sub-bacias formadoras. Nestes casos, além da contenção da poluição proveniente do bombeamento, são necessários um controle rigoroso da ocupação e implantação de infraestrutura de saneamento básico nas áreas já ocupadas (Capobianco, 2002). A avaliação da toxicidade das águas dos rios formadores e de seus contribuintes poderá ser utilizada como uma importante ferramenta para a determinação da qualidade da água e, consequentemente, para a gestão da qualidade da água desta Bacia.

Ainda, estudos ecotoxicológicos têm sido uma ferramenta importante e utilizada não somente para detectar a presença de contaminantes nas águas, mas também para comprovar os efeitos nocivos das misturas destes contaminantes aos organismos aquáticos que dependem dos corpos receptores (Borrely *et al.*, 2000). Além disso, estudos realizados na região do Grande ABC por Sanchez *et al.* (1988), de agosto de 1984 a dezembro de 1986, detectaram toxicidade em 75% das 20 amostras de água de rios analisadas. Bertoletti *et al.* (1989) também constataram que a maioria dos efluentes da região da ETE ABC apresentou toxicidade aguda e que 39 dentre os 68 efluentes estudados nessa região (57%) são altamente tóxicos. Estes resultados apontam para a necessidade de aprofundamento destes estudos.

Os testes de toxicidade consistem em expor o organismo-teste a várias concentrações do agente tóxico durante um determinado intervalo de tempo, podendo-se avaliar os efeitos sobre as funções biológicas fundamentais, como reprodução, crescimento e morte.

Na descrição dos efeitos de um agente tóxico são considerados, entre outros, efeitos agudos e crônicos. Esta classificação relaciona-se ao ciclo de vida do organismo que está sendo testado e ao tempo de exposição do mesmo à amostra durante o teste.

Para testes de toxicidade crônica utilizando-se algas, onde se determina a concentração nominal do agente tóxico no início do teste, que causa inibição a 50% da biomassa algácea em relação ao controle, em 96 horas de exposição (CENO) utiliza-se a espécie *Selenastrum capricornutum.* Esta espécie de alga é muito recomendada para testes de toxicidade (FEEMA, 1983; Parrish, 1985; CETESB, 1992), porque, segundo Lewis (1993), é de fácil cultivo, visualização e avaliação, critérios importantes na escolha de uma espécie para ser utilizada na avaliação da toxicidade com algas.

Em testes agudos realizados com microcrustáceos, a espécie *Daphnia similis* é utilizada (ABNT,1993; CETESB,1991a; IBAMA,1990). Essa espécie apresenta um ciclo de vida em torno de 45 dias. Sabendo-se que os estágios iniciais do ciclo de vida são os mais sensíveis a efeitos agudos, as primeiras 48 horas de vida conferem a essa espécie uma maior sensibilidade para os agentes tóxicos testados, motivo pelo qual o teste tem esta duração.

As pulgas d'água (subordem Cladocera) constituem metade dos branquiópodos e incluem muitas espécies largamente disseminadas e comuns, tais como as que pertencem ao gênero *Daphnia* (Ruppert & Barnes, 1996).

As diversas espécies vivem exclusivamente em água doce, sendo poucas as espécies marinhas. Os lagos e lagoas contêm um número muito maior de formas do que os rios, com grande número de espécies pertencentes à região litorânea, vivendo entre as macrófitas e alimentando-se de algas e perifíton. Em condições adequadas, apresentam reprodução partenogenética em intervalos frequentes, mas sob condições desfavoráveis recorrem à reprodução sexuada, formando efípios ou ovos de resistência (Sipaúba-Tavares & Rocha, 2001).

O gênero *Daphnia* é o grupo mais antigo utilizado em ensaios de toxicidade (Zagatto, 1988). *Daphnia magna* e *Ceriodaphnia dubia* são microcrustáceos utilizados como indicadores biológicos em estudos e controle da qualidade da água e usados em ensaios biológicos para a determinação de toxicidade de efluentes, metais pesados e inseticidas (Baptista *et al.*, 2002). No Brasil, a *Daphnia similis*, embora não seja uma espécie nativa, vem sendo uma das espécies mais estudadas e utilizadas para ensaios de avaliação de toxicidade aguda (Zagatto, 1988).

Existem diferentes metodologias para realização de cultivos e ensaios de toxicidade. Em relação aos cultivos, no entanto, são sugeridas diferentes combinações e concentrações de alimentos, assim como características da água de cultivo, que podem ser utilizadas de acordo com as condições e necessidades de cada laboratório (Beatrici, 2004).

O plâncton oferece ampla possibilidade de utilização, seja como alimento essencial, principalmente para larvas de peixe, seja como indicador biológico do estado trófico de diferentes ecossistemas (Sipaúba-Tavares & Rocha, 2001).

A manutenção dos organismos é importante para que os organismos se aclimatem. Para isso, as culturas devem ser mantidas pelo menos 21 dias antes do início do experimento nas mesmas condições de teste, com renovação da água de manutenção três vezes por semana. Este procedimento faz-se necessário a fim de que seja comprovada a adequação das condições abióticas (CETESB, 1996).

Beatrici (2004) salienta ainda a necessidade de normas que promovam uma uniformização das técnicas de cultivo de *D. similis* adotadas, principalmente, por laboratórios de prestação de serviço.

2 Objetivos

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a toxicidade da água dos rios que compõem as sub-bacias da Billings e do Tamanduateí, integrantes da Bacia do Alto Tietê, testando a viabilidade de *Daphnia similis* como bioindicador para este ecossistema.

3 Descrição de Área

A Bacia Hidrográfica da Billings ocupa um território de 58.280,32 hectares (582,8 km^2), localizado na porção sudeste da Região Metropolitana de São Paulo, fazendo limite, a oeste, com a Bacia Hidrográfica da Guarapiranga e, ao sul, com a Serra do Mar. Sua área de drenagem abrange integralmente

o município de Rio Grande da Serra e parcialmente os municípios de Diadema, Ribeirão Pires, Santo André, São Bernardo do Campo e São Paulo (Capobianco, 2002).

A maior parte de suas nascentes localiza-se nas porções sul e leste da bacia, próximas ao reverso das escarpas da Serra do Mar, em altitudes máximas em torno dos 900 m. As porções opostas da Bacia, norte e oeste, possuem uma rede de drenagem bem menor, com cursos d'água curtos e de perfil longitudinal pouco expressivo, onde o desnível topográfico é em média de 50 m, da nascente à foz (HIDROPLAN, 1995). Esta última porção será objeto de análise mais detalhada no presente trabalho.

Os principais formadores da Bacia Hidrográfica da Billings são: Rio Grande, ou Jurubatuba; Ribeirão Pires; Rio Pequeno; Rio Pedra Branca; Rio Taquacetuba; Ribeirão Bororé; Ribeirão Cocaia; Ribeirão Guacuri; Córrego Grota Funda e Córrego Alvarenga (Capobianco, 2002).

O clima predominante na região desta bacia, bem como em toda a região do Grande ABC, apresenta características tropicais e subtropicais, com temperatura média de 19°C e índices pluviométricos anuais com gradiente alto, crescente à medida que se aproxima da região serrana. Nas proximidades de Pedreira, próximo à barragem formadora da Represa Billings, o índice médio é de 1.300 mm anuais. No eixo do Corpo Central e Braço do Rio Grande, a pluviosidade sobe para 1.500 mm, chegando a atingir 3.500 mm/ano no divisor com a bacia litorânea (HIDROPLAN, 1995).

A distribuição de chuvas apresenta certa sazonalidade, com máximas nos meses de verão, de dezembro a março; porém, mesmo nos meses mais secos a ocorrência de chuvas é frequente, principalmente nas proximidades da Serra do Mar. A umidade relativa do ar é elevada durante todo o ano. A Bacia está inserida no Domínio da Mata Atlântica e a totalidade de sua área era, originalmente, recoberta por floresta ombrófila densa. Segundo a análise do uso do solo realizada pelo Instituto Socioambiental, através de interpretação de imagem de satélite, em 1999 cerca de 53% de seu território encontrava-se coberto por vegetação natural, principalmente por Mata Atlântica secundária em estágio médio e avançado de regeneração (Capobianco, 2002).

As porções sudeste, sul e sudoeste da Bacia são as que apresentam maiores quantidades de vegetação. O avanço da urbanização e de outras atividades antrópicas, entretanto, tem levado ao desmatamento acelerado. Em alguns trechos da Bacia, a vegetação começa a ficar restrita a manchas isoladas ao longo do reservatório. Existem sub-bacias com elevada concentração de urbanização, como é o caso da região do município de Diadema, porção norte da Bacia, onde a vegetação é praticamente inexistente (Capobianco, 2002).

A Bacia Hidrográfica da Billings está dividida em 11 sub-regiões: Corpo Central, Alvarenga, Bororé, Capivari, Cocaia, Grota Funda, Pedra Branca, Rio Grande (a jusante da Barragem Anchieta), Rio Grande (a montante da Barragem Anchieta), Rio Pequeno e Taquacetuba. Cada uma das 11 sub-regiões, por sua vez, está subdividida em unidades menores, as sub-bacias. Esta divisão procurou contemplar as áreas de drenagem dos diversos rios e córregos formadores de cada sub-região, totalizando 153 sub-bacias. A divisão da Bacia em sub-regiões e sub-bacias permite uma aproximação maior e um diagnóstico mais preciso da situação de áreas sujeitas a impactos negativos advindos das alterações do uso do solo, ou das que possuem alto grau de preservação e grande contribuição para a garantia de água em quantidade e qualidade adequadas (Capobianco, 2002). No presente trabalho serão abordadas as sub-regiões: Corpo Central, Grota Funda, Alvarenga, Rio Grande Montante e Pedra Branca.

Uma das mais importantes sub-bacias do Alto Tietê, a bacia hidrográfica do Rio Tamanduateí, com 323 km^2, abrange zonas centrais das cidades de São Paulo, Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano, Diadema e Mauá. O Rio Tamanduateí tem 35 km de extensão, nasce em Mauá e drena grande parte da região do ABC e a região central da cidade de São Paulo, desaguando no Rio Tietê, em frente ao Parque Anhembi. Funciona ainda como uma grande galeria de águas pluviais. As obras de canalização do Tamanduateí tiveram início em abril de 1978, a partir de sua foz no Rio Tietê (www.daee.sp.gov.br/servicos/coetamandua.htm).

4 Materiais e Métodos

Foram escolhidos aleatoriamente 14 pontos de coleta dentre os integrantes do Projeto "Observando o Tietê", da Fundação SOS Mata Atlântica. Os pontos estão distribuídos pelas sub-bacias da Represa Billings e do Rio Tamanduateí, nas cidades de Diadema, Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, São Caetano do Sul, São Bernardo do Campo e Santo André, sendo que foram escolhidos dois pontos por município.

4.1 Coleta e preservação das amostras

A coleta, preservação e transporte das amostras foram efetuados em frascos de polipropileno, totalmente preenchidos com a amostra a fim de evitar a presença de ar, sendo imediatamente levados ao laboratório da Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde em sacola térmica e mantidos à temperatura ambiente de modo próximo ao meio em que foram coletadas.

4.2 Cultivo e manutenção de *daphnia similis*

Quanto ao estabelecimento de criação de *Daphnia similis* em laboratório, foram colocadas 50 neonatas por béquer de 2.000 mL contendo 1.000 mL de água, fornecidas pelo laboratório de Ecotoxicologia do IPEN/USP. A água foi trocada três vezes por semana em dias alternados. Esses recipientes foram então mantidos em estufa incubadora à temperatura de 20°C ($\pm$ 2), luminosidade de 2000 lux e fotoperíodo de 16 horas/luz.

Para evitar a superpopulação, foram realizadas repicagens semanalmente, reduzindo o número de indivíduos para 50 por litro. Os indivíduos foram retirados com pipetas, para evitar danos aos organismos.

4.3 Água de cultivo

Foi utilizada água deionizada reconstituída como meio de cultivo.

4.4 Alimento

A alga *Selenastrum capricornutum*, em fase exponencial de crescimento, foi empregada como alimento para os cultivos de *Daphnia similis*.

O cultivo foi realizado de acordo com a Norma CETESB (1992), em meio nutriente L.C.Oligo. As culturas foram mantidas em incubadora, sob aeração e luminosidade constantes, intensidade luminosa de 2800 lux e temperatura de 24°C (± 2).

4.5 Condições de cultivo de *daphnia similis* em massa para obtenção de matrizes

Foi realizado em ambiente externo em tanque de fibra de vidro com capacidade de 250 m^3, onde foi instalado um dreno. Colocou-se água até a profundidade de aproximadamente 30 cm e após sete dias de estabilização foi adicionado o esterco de codornas. Decorridos mais sete dias, foram adicionados os organismos. A água foi mantida em constante aeração e uma tela de náilon foi instalada para evitar predadores e desova de insetos.

4.6 Ensaios ecotoxicológicos

Para realizar a avaliação ecotoxicológica dos 14 pontos das sub-bacias da Billings e do Tamanduateí, foram realizadas medições de pH, condutividade, salinidade, turbidez, oxigênio dissolvido e temperatura, feitas em campo utilizando o aparelho "Water Quality Checker", modelo U-10 fabricado pela Horiba.

Para realização dos testes, foram utilizados 10 organismos em fase juvenil (6 a 24 horas do nascimento) e 10 mL da água a ser testada em tubos de ensaio com volume total de 20 mL, duas réplicas para cada amostra, e incubados por 48 horas a 20°C na ausência de luz, conforme Normas Técnicas (CETESB, 1986).

5 Resultados

A criação de *Daphnia similis* mantida externamente apresentou crescimento populacional aproximadamente sete dias após a inoculação. Já a criação em laboratório começou a apresentar crescimento na segunda semana.

Quanto às características de entorno dos rios, os pontos de estudo foram agrupados em dois tipos: áreas urbanas e áreas de expansão urbana, considerando-se as características de ocupação humana nas áreas de estudo. Nas áreas urbanas a ocupação é consolidada, com grande concentração de construções como residências, comércio e indústrias. Em geral, a vegetação existente é introduzida e restringe-se às margens dos córregos e rios. Áreas de expansão urbana são áreas de ocupação não consolidada, com baixa densidade de construções, vazios urbanos e trechos remanescentes de vegetação nativa ou vegetação mista, incluindo áreas de reflorestamento ou com plantas introduzidas junto às plantas nativas.

Considerando-se essas características de ocupação, a maioria dos pontos de monitoramento está em áreas urbanas (64,5%) e o restante, em áreas de expansão urbana (35,5%), sendo que a maioria destes está localizada na cidade de Rio Grande da Serra (40%).

A seguir, são apresentados na Tabela 1 os parâmetros químicos obtidos no período de junho de 2005 para os 14 pontos de monitoramento:

Tab. 1 *Qualidade de água – Parâmetros Químicos*

Grupo	pH	OD	condutividade	turbidez	temperatura	salinidade
Controle	5,63	5,75	0,542	7	20,7	0,02
			Diadema			
Campanário	7,07	1,43	0,758	440	20,5	0,03
Simon Bolívar	7,51	0,94	0,723	230	19,2	0,03
			Mauá			
Gruta Santa Luzia	7,3	6,8	0,039	13	17	0
Taboão – centro	7,3	0,81	0,97	510	21,1	0,04
			Ribeirão Pires			
Aliança	6,8	2,1	0,354	168	20	0,01
Felício Centro	6,98	0,42	0,243	32	19,5	0
			Rio Grande da Serra			
Instituto PUMA	6,9	4,06	0,098	50	18,8	0
Cora Coralina	7,11	3,9	0,141	30	17,1	0
			Santo André			
Verde que te quero vivo	6,74	2,6	0,114	78	79,3	0
Vila Luzita	7,25	1,8	0,487	703	22,2	0,02
			São Bernardo do Campo			
Estoril	7,2	2,66	0,523	370	20,6	0,02
Senai Mário Amato	7,21	1,95	0,6	300	23	0,02
			São Caetano do Sul			
Biguá	7	0,3	0,702	205	23,2	0,03
Liceu – Meninos	7,51	0,94	0,723	230	19,2	0,03

Dentre os pontos, o parâmetro que mais obteve variações foi o Oxigênio Dissolvido, com concentrações de 0,3 a 6,8 mg/L, com média de 2,19 mg/L. O pior resultado obtido foi no ponto Biguá, na cidade de São Caetano do Sul, e o melhor resultado, no ponto Gruta Santa Luzia, na cidade de Mauá.

A condutividade obteve valores de 0,039 a 0,970 mS/cm, com média de valores 0,462 mS/cm, sendo o melhor resultado novamente no ponto Gruta Santa Luzia e o pior, no ponto Taboão – Centro, também localizado em Mauá.

O ponto Vila Luzita, em Santo André, apresentou o pior resultado de turbidez, com 703 NTU, e o ponto Gruta Santa Luzia, o melhor, com 13 NTU; a média entre os grupos foi de 240 NTU.

O pH manteve-se dentro da faixa de neutralidade, variando de 6,7 a 7,5.

Em geral, a salinidade variou de 0 a 0,03 %, somente obtendo um valor superior no ponto Taboão – Centro, chegando a 0,04%.

Avaliando-se somente os parâmetros químicos, o ponto que apresentou pior qualidade de água foi o Taboão – Centro e o melhor, o Gruta Santa Luzia.

Quanto ao teste de toxicidade aguda com *Daphnia similis*, após 48 horas, verificou-se o seguinte:

Analisando-se os resultados, os pontos com maior índice de mortalidade foram: Taboão – Centro, em Mauá, Biguá e Liceu – Meninos, ambos em São Caetano do Sul, que alcançaram mortalidade de 100%. Os menores índices de mortalidade foram detectados nos pontos: Gruta Santa Luzia, em Mauá,

e PUMA, em Ribeirão Pires. Considerando-se três faixas de mortalidade abaixo de 10%, acima de 10% e abaixo de 40% e acima de 40%, observa-se que a maioria das análises esteve acima de 40% com 7 registros, seguida da faixa acima de 10% e abaixo de 40% com 6 registros, e apenas 1 registro abaixo de 10%.

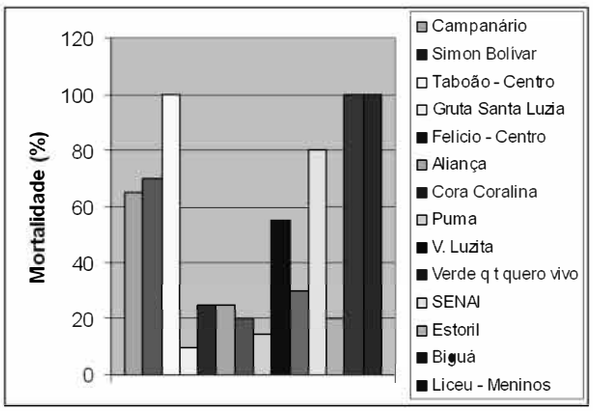


Fig. 1 *Mortalidade de Daphnia similis por ponto em porcentagem*

Cruzando-se os resultados acima com os parâmetros químicos de cada um dos pontos estudados, verifica-se que os pontos que tiveram mortalidade maior que 40 % também foram os mesmos que obtiveram os níveis mais baixos de OD, com média de 1,17 mg/L, e os níveis mais altos de condutividade e turbidez, médias 0,709 mS/cm e 374 NTU, respectivamente. Nos pontos com faixa acima de 10% e abaixo de 40%, o nível de OD está abaixo de 4,06 mg/L, embora o ponto Aliança tenha valores de OD que o aproximem do grupo que obteve acima de 40% de mortalidade, porém os valores de turbidez e condutividade são mais baixos, fato que se repete em todos os outros pontos, excetuando-se o Estoril.

6 Discussão

O fato de o crescimento populacional de *Daphnia similis* na criação externa ter sido mais elevado pode ser atribuído a melhores condições ambientais. Segundo Persoone *et al.* (1989), variáveis como a temperatura e a dureza da água podem influenciar no cultivo.

O alto nível de Oxigênio Dissolvido no ponto Gruta Santa Luzia pode ser justificado pelo fato deste ser localizado em uma nascente, sem despejo de efluentes. Ainda existe uma pequena queda d'água que colabora na aeração. Segundo a CETESB (2005), a taxa de aeração superficial em uma cascata é maior, enquanto que a taxa de reintrodução de oxigênio dissolvido em águas naturais através da superfície depende das características hidráulicas e é proporcional à velocidade da água. Este alto nível de OD justifica a baixa mortalidade obtida, abaixo de 10%.

Segundo a Resolução 357/05 do CONAMA, o nível de OD não pode ser inferior a 5,0 mg/L a 20°C. Em praticamente todas as coletas realizadas, o nível de OD esteve abaixo deste parâmetro. Como as coletas foram realizadas em período de seca, as baixas concentrações de oxigênio revelam problemas de desoxigenação da água, em virtude do excesso de matéria orgânica oriunda dos esgotos urbanos não tratados (Peláez-Rodrigues *et al.*, 2000).

A desoxigenação da água pode ser também associada à elevada turbidez, pois esta dificulta a penetração da luz diminuindo o número de algas nos rios (Branco, 1978). Os pontos com baixo OD tinham em geral os maiores valores de turbidez, excetuando-se o ponto Aliança, onde o baixo OD contrasta com um nível de turbidez não tão elevado quanto os demais. Talvez esta seja a causa para a menor mortalidade encontrada neste ponto.

Em geral, níveis de condutividade superiores a 0,100 mS/cm indicam ambientes impactados (CESTESB, 2005). A alta condutividade observada na maioria dos pontos analisados pode ser explicada pela grande carga de descargas efetuadas nos afluentes, já que, à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade da água aumenta. O parâmetro condutividade elétrica não determina, especificamente, quais os íons que estão presentes em determinada amostra de água, mas pode contribuir para possíveis reconhecimentos de impactos ambientais que ocorram na bacia de drenagem ocasionados por lançamentos de resíduos industriais, mineração, esgotos etc. (Deberdt, 2005).

De acordo com a Resolução 357/05 do CONAMA, o valor máximo permitido de turbidez na água é de até 100 NTU. Porém, com exceção dos pontos Gruta Santa Luzia, Felício Centro, Instituto PUMA, Cora Coralina e Verde que te quero vivo, todos os pontos excederam este valor. Isso pode ser decorrente da presença de materiais em suspensão na água (Braga, 2004). Altos índices de turbidez podem ocasionar soterramento e asfixia de organismos aquáticos em suspensão (Branco, 1978). Isto justificaria a alta mortalidade em pontos com elevada turbidez.

O pH não apresentou variações significativas, estando tanto de acordo com a legislação federal (Resolução nº 20 do CONAMA, de junho de 1986), como com a legislação do Estado de São Paulo (Decreto nº 8468/76), que fixam o pH entre 6 e 9 para manter a sobrevivência e a reprodução dos organismos aquáticos.

O pH da água pode variar de acordo com a presença de determinadas substâncias, que podem ter origem natural, como a grande quantidade de folhas que cai nos rios durante uma chuva forte, como também podem ter origem antrópica, como o despejo do esgoto doméstico ou industrial (Fundação SOS Mata Atlântica, 2003). O padrão de pH para emissão de esgotos e de efluentes líquidos industriais, segundo o Decreto 8468/76, artigo 19-A, deve estar entre 6 e 10 para o lançamento do efluente na rede pública, seguida de estação de tratamento de esgotos. Esses valores estão muito próximos dos valores de pH obtidos no presente trabalho como ideais e podem ocultar um efluente de esgoto, tanto doméstico quanto industrial.

A salinidade manteve-se em níveis aceitáveis, pois, segundo a resolução 357/05 do CONAMA, as águas doces de todas as classes devem possuir salinidade menor que 0,05%.

Segundo os critérios de Rodgher (2001), as águas são consideradas tóxicas quando a mortalidade está acima de 40%, com indício de toxicidade quando está acima de 10% e abaixo de 40% e não tóxica se a mortalidade está em até 10%. Somente um ponto tem água não tóxica. Todos os

demais apresentam alguma toxicidade, seja somente indício (6 grupos) ou tóxicas (7 grupos). Uma das justificativas da elevada mortalidade do primeiro grupo pode ser o baixo nível de OD, pois em níveis baixos de oxigênio, entre 0,5 e 1,0 mg/L, os cladóceros morrem devido ao stress por falta de oxigenação (Weider *et al.*, 1984). Ainda, os organismos expostos a concentrações de oxigênio até 2,7 mg/L não apresentam crescimento mas podem sobreviver, como as *Daphnias* expostas a águas com indício de toxicidade (Homer *et al.*, 1982).

7 Referências Bibliográficas

ANA. **A evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil**. Edição Comemorativa do Dia Mundial da Água. Brasília: 2002.

BAPTISTA, I.E., SOARES, C.H.L., MATIAS, W.G. e LOPES, E.B. **Avaliação da Toxicidade aguda de efluentes de uma indústria têxtil utilizando *Daphnia magna, Poecilia reticulata* e *Vibrio fischeri* como bioindicadores**. In: ESPÍNDOLA, E.L.G., PASCHOAL, C.M.R.B., ROCHA, O., BOHRER, M.B.C. e OLIVEIRA NETO, A.L. **Ecotoxicologia: Perspectivas para o Século XXI**. São Carlos: RiMa, pp. 395-406. 2000.

BATALHA, B.H.L. **Água potável: o imperativo da atualização**. São Paulo, 1999 (paper).

BEATRICI, A.C. **Avaliação da fertilidade e sensibilidade de *Daphnia similis* (Crustácea, Cladocera) submetida a três diferentes dietas**. UFRGS. Porto Alegre: 2001.

————————. **Avaliação da fertilidade e sensibilidade de *Daphnia similis* e *Daphnia magna* (Crustácea, Cladocera) submetidas a diferentes tipos de dietas e meios de cultivo**. Dissertação de Mestrado, UFRGS. Porto Alegre: 2004.

BERTOLETTI, E., GOLDSTEIN, E.G. e NIPPER, M.G. **Toxicidade de efluentes industriais na Grande São Paulo**. Revista DAE, 49(155): 63-70, 1989.

BORRELY, S.I., TORNIERI, P.H. e SAMPA, M.H. de O. **Avaliação da toxicidade aguda em efluentes industriais, afluentes e efluentes de estação de tratamento de esgotos**. In: ESPÍNDOLA, E.L.G., PASCHOAL, C.M.R.B., ROCHA, O., BOHRER, M.B.C. e OLIVEIRA NETO, A.L. **Ecotoxicologia: Perspectivas para o Século XXI**. São Carlos: RiMa, pp. 395-406. 2000.

BRAGA, B. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2002.

BRANCO, S.M. **Hidrobiologia Aplicada à Engenharia Sanitária**. 2 ed. São Paulo: CETESB, 1978. 620 pp.

CARVALHO, P.L.M., ZANARDI, E., BURATINI, S.V., LAMPARELLI, M.C. e MARTINS, M.C. **Oxidizing effect on metal remobiliziation and *Daphnia similis* toxicity from a Brazilian reservoir sediment suspension**. In: Water Research, Jan. 1998, pp. 193-199, 1998.

CETESB – COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Análise estatística de resultados de testes de toxicidade aguda**. L5.017. São Paulo: CETESB, 1990.

CETESB – COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Água do mar/teste de toxicidade crônica de curta duração com *Litechinus variegatus* (Echinodermata: Echinoidea)/ métodos de ensaio**. L5.250. São Paulo: CETESB, 1992.

CAPOBIANCO, J.P.R. **Billings 2000: ameaças e perspectivas para o maior reservatório de água da Região Metropolitana de São Paulo: relatório de diagnóstico socioambiental participativo da bacia hidrográfica da Billings no período de 1989-99**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2002.

DAEE. São Paulo, 2004. Disponível em: www.daee.sp.gov.br/servicos/coetamandua.htm. Acesso em: 14 ago. 2003.

DEBERDT, A. J. **Educação Ambiental através da Visão Integrada de Bacia Hidrográfica via Internet**. USP. São Carlos, 1997. Disponível em: http://educar.sc.usp.br. Acesso em: 6 ago. 2005.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Manual de campo "Mãos à obra pelo Tietê"**. São Paulo: Fundação SOS Mata Atlântica, 2003.

HESPANHOL, I. **Água e saneamento básico: uma visão realista**. In: REBOUÇAS, A.C., BRAGA, B. e TUNDISI, J.G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2a ed. São Paulo: Escrituras Editora, pp. 294-304, 2002.

HIDROPLAN. **Plano Integrado de Aproveitamento e Controle dos Recursos Hídricos das Bacias do Alto Tietê, Piracicaba e Baixada Santista**. São Paulo: DAEE, 1995.

HOMER, D. H. e WALLER, W. T. **Chronic effects of reduced dissolved oxygen on *Daphnia magna***, 1982 (Paper).

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manual de testes para avaliação da toxicidade de agentes químicos para microrganismos, microcrustáceos, peixes, algas, organismos do solo, aves, animais silvestres e plantas**. Brasília: IBAMA, 1990.

IBGE. Censo demográfico do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona: Ediciones Omega S.A., 1983.

————————. **Our Biosphere**. In: KINNE, O. **Excellence in ecology**. Oldendorf Luke: Ecology Institute, 1997.

MEYBECK, M. e HELMER, R. **An introduction to water quality**. In: CHAPMAN, D. **Water quality assessment**. Cambridge University Press, 1992.

PELAEZ-RODRIGUEZ, M., PERET, A.M., MATSUMARA-TUNDISI, T. e ROCHA, O. **Análise da qualidade da água e aplicação do Índice de Proteção da Vida Aquática (IVA) em duas sub-bacias da bacia hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçu**. In: ESPÍNDOLA, E.L.G., PASCHOAL, C.M.R.B., ROCHA, O., BOHRER, M.B.C. e OLIVEIRA NETO, A.L. **Ecotoxicologia: Perspectivas para o Século XXI**. São Carlos: RiMa, pp. 95-114, 2000.

PERSOONE, G., VANDE VEL, A., VAN STEERTEGEM, M., DE NAYER, B. **Predictive value of laboratory tests with aquatic invertebrates: influence of experimental conditions**. Aquatic toxicology, n. 14: 149-166, 1989.

REBOUÇAS, A.C. **Water crisis: facts and myths**. An.Acad.Bras.Ciências 6(1): 136-147. 1994.

———————. **Panorama da água doce no Brasil: Rio 92 – cinco anos depois.** Instituto de Estudos Avançados-USP/Acad. Bras. C., pp. 59-107, 1997.

REBOUÇAS, A.C. **Água doce no mundo e no Brasil**. In: REBOUÇAS, A.C., BRAGA, B. e TUNDISI, J.G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2a ed. São Paulo: Escrituras Editora. pp. 1-37, 2002 a.

REDE DAS ÁGUAS. São Paulo, 2004. Disponível em: www.rededasaguas.org.br. Acesso em: 12 ago. 2003.

RODGHER, S. **Estudos ecotoxicológicos nos reservatórios em cascata do médio e baixo Tietê – uma análise espacial e temporal**. São Carlos: Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, 2001.

SANCHEZ, P.S., SATO, M.I.Z., PASCHOAL, C.M.R.B., ALVES, M.N. e FURLAN, E.V. **Toxicity assessment of industrial effluents from São Paulo State, Brazil, using short-term microbial essays.** Toxicity Assessment. An Int. Journal 3: 55-80, 1988.

SIPAÚBA-TAVARES, L.H. e ROCHA, O. **Produção de plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) para alimentação de organismos aquáticos**. São Paulo: RiMa, 2001.

SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DE SÃO PAULO. São Paulo, 2004. Disponível em: www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/macrodrenagem/meninos/Arquivos_Men/Cap2_Men.html. Acesso em: 14 ago. 2003.

TUNDISI, J.G. e STRASRABAS, M. **Strategies for building partnerships in the context of river basin management: the role of ecotechmology and ecological engineering**. Lakes & Reservoirs: Research and Management 1: 31-8, 1995.

TUNDISI, J.G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Paulo: RiMa, IIE, 2003.

TUNDISI, J.G. *et al.* **Plano de gerenciamento e otimização de usos múltiplos da bacia hidrográfica da UHE Luiz Eduardo Magalhães**. IIE/IIEGA, FINEP, 2003.

VANOTTE, R.L.G.W *et al.* **The river continuum concept.** Can. J. Fish. Sci., 37: 130-137, 1980 *apud* PELAEZ-RODRIGUEZ, M., PERET, A.M., MATSUMARA-TUNDISI, T. e ROCHA, O. **Análise da qualidade da água e aplicação do Índice de Proteção da Vida Aquática (IVA) em duas sub-bacias da bacia hidrográfica do Rio Jacaré-Guaçu.** In: ESPÍNDOLA, E.L.G., PASCHOAL, C.M.R.B., ROCHA, O., BOHRER, M.B.C. e OLIVEIRA NETO, A.L. **Ecotoxicologia: Perspectivas para o Século XXI**. São Carlos: RiMa, pp. 95-114, 2000.

WEIDER, L. J. e LAMPERT, W. **Differential response of *Daphnia* genotypes to oxygen stress: respiration rates, hemoglobin content and low-oxygen tolerance**, 1984 (paper).

ZAGATTO, P. **Sensibilidade de *Daphnia similis*: controle de qualidade de culturas**. Ambiente 2, pp. 79-83, 1988.

Tratamento descentralizado de esgoto doméstico: uma opção econômica e sustentável

Marcelo Antunes Nolasco

Biólogo pela Universidade Federal de São Carlos. Doutor em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos-USP. Professor Doutor da Escola de Artes, Ciências e Humanidades – Universidade de São Paulo
EACH – Universidade de São Paulo – USP, Av. Arlindo Bettio, 1000. CEP 03828-000 – São Paulo (SP), Brasil – Tel. 55 (11) 3091-1029 – E-mail: mnolasco@usp.br

Este projeto apresenta o objeto de estudo a ser desenvolvido na Bacia do Alto Tietê. Pretende-se com esta oportunidade agregar possíveis parcerias diante da difusão da proposta e também possíveis interessados em colaborar com recursos humanos e materiais para o bom desenvolvimento do mesmo. O projeto apresenta proposta inovadora na área de saneamento no Brasil. Já é amplamente conhecido que as unidades de tratamento de esgotos domiciliares utilizadas em larga escala no Brasil são as fossas sépticas, principalmente em localidades não atendidas pela rede de coleta de esgoto. Seu baixo custo de implantação e operação, a simplicidade operacional e a baixa produção de lodo são aspectos que facilitaram sua popularidade. Contudo essas unidades não proporcionam condições adequadas de lançamento de efluentes sanitários em corpos hídricos, além de contaminarem as águas subterrâneas. Em muitas situações, como ocorre nas áreas periurbanas das cidades de grande porte como São Paulo, os assentamentos multiplicam-se em grande parte nas áreas de proteção ambiental, como em várzeas e em regiões de proteção dos mananciais, onde, em geral nem o tratamento com fossa séptica é utilizado. Considerando que são áreas de ocupação irregulares, as mesmas não são atendidas pelos serviços das companhias de saneamento com coleta e tratamento de esgoto. Nestas situações, grandes volumes de esgoto são despejados nos corpos hídricos *in natura*, causando forte poluição nos mesmos, além de elevar os riscos de doenças na população no entorno e a jusante, devido à presença de patógenos associados aos lançamentos de excreta humano. Portanto, alternativas não-convencionais de tratamento das águas residuárias em nível comunitário e até mesmo domiciliar podem contribuir para a redução dos lançamentos de esgoto, além de proporcionar economia de água, através do aproveitamento do mesmo. Este estudo tem por objetivo avançar no conhecimento conceitual e na aplicação de tecnologias para a promoção da Conservação da Água, quanto ao aspecto de economia de água através do aproveitamento de águas cinza e amarelas (urina) e a preservação da água, ao se reduzir o volume de águas residuárias a serem lançadas nos corpos hídricos. Portanto, propõe este trabalho o desenvolvimento de concepções alternativas de tratamento de águas residuárias, que possam ser utilizadas em comunidades de interesse social localizadas nas regiões periurbanas da Bacia do Alto Tietê. Através da abordagem denominada Saneamento ecológico, que inclui o aproveitamento de águas cinza e os sanitários com sistemas separadores de urina e fezes, prevê-se o aproveitamento da urina e fezes na agricultura. A intenção é que tais tecnologias possibilitem tanto a preservação dos recursos hídricos quanto o reúso das águas, ações estas promotoras da conservação da água. Nesse sentido, espera-se estar contribuindo na empreitada de melhor atender à população em suas necessidades de Saúde Pública, Salubridade e Sustentabilidade Ambiental.

1 Introdução

Desde a Conferência da ONU realizada no Rio de Janeiro, em 1992, um número cada vez maior de pessoas tem participado e discutido sobre poluição ambiental, exploração e limitação dos recursos naturais. A capacidade de absorção e a sobrecarga do ambiente natural com emissões e resíduos estão atingindo um ponto crítico, fortalecido pela rápida urbanização, crescimento acelerado da população e migração para os centros urbanos. Os efeitos deste processo são inúmeros, entretanto as classes sociais menos favorecidas da sociedade são as mais afetadas (WHO/UNICEF, 2003).

A Organização Mundial da Saúde afirma que mais de 1,1 bilhão de pessoas em termos globais não têm acesso a fontes seguras de água potável e que cerca de 2,4 bilhões de pessoas não possuem acesso a nenhum tipo de instalação sanitária. Mais de 2 milhões de pessoas morrem todos as anos devido a diarréia, sendo a maioria crianças com menos de 5 anos de idade. Assim sendo, o acesso em quantidade suficiente de água de boa qualidade e o fornecimento de infraestrutura sanitária, acompanhados de programas de educação sanitária, são muito importantes para reduzir as doenças causadas pelos fatores supracitados.

Os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ONU, 2000) estabeleceram metas, por exemplo, para se reduzir pela metade, até 2015, o número de pessoas sem aceso a água potável. Nas últimas décadas, principalmente, os sistemas centralizados têm sido construídos com a finalidade de atender a áreas densamente povoadas. Os sistemas denominados centralizados resultam em grandes custos de investimentos, especialmente no que se refere às linhas de tubulações (Lettinga, 2001).

Sobre saneamento básico é possível afirmar, segundo Hespanhol (2006), que, em relação aos outros países da América Latina e Caribe, o Brasil não apresenta uma posição privilegiada, pois cobre cerca de 85% de abastecimento de água no setor urbano e 31% no setor rural, enquanto que países como Cuba, México, Chile e Colômbia apresentam taxas maiores. Já em relação à cobertura do saneamento, aqui entendido como tratamento de esgoto apenas, a situação é mais preocupante, pois a porcentagem de atendimento para o setor urbano é de 55% e para o setor rural é de 3%, sendo uma

das mais baixas de toda a América Latina. Vale destacar que nas áreas rurais esta porcentagem, apresentada para o Brasil, chega a ser menor do que a de países como Haiti e Peru, que também apresentam as piores porcentagens em relação aos outros países da América Latina e Caribe.

Para abordar esta temática, o conceito de Saneamento Ecológico é apresentado como uma alternativa de contribuição para se reduzir a carência de saneamento que ainda prevalece em nosso País, que se expressa de forma muito clara nas conurbações urbanas. Portanto, este projeto tem por finalidade fortalecer o conceito ainda pouco difundido em nosso País, quanto às alternativas de Saneamento Ecológico, para utilização nas áreas periurbanas no âmbito da Região Metropolitana de São Paulo. Este fortalecimento dar-se-á através da pesquisa aplicada e elucidação de conceitos que possam ampliar o conhecimento e a aplicação de sistemas sustentáveis de saneamento, notadamente nestas regiões, onde também ocorre a atividade de agricultura urbana.

O conceito de saneamento ecológico ainda não é muito popular no Brasil, mas existe um grande potencial para sua implementação, em razão da situação deficiente de saneamento. No Brasil, principalmente nas áreas rurais e periurbanas, pequena faixa da população é servida com esgotamento sanitário. O restante usa fossa séptica e sumidouro, ou fossa negra. A separação das águas negras (provenientes do vaso sanitário) das águas cinza, ou seja, os demais efluentes gerados em uma habitação (exceção ao vaso sanitário), com o aproveitamento das águas cinza, consiste em reduzir significativamente o volume lançado nas fossas, diminuindo o risco de contaminação do lençol freático, pois as mesmas possuem forte concentração de fósforo e material carbonáceo. Embora a quantidade de água ainda não seja um problema em algumas regiões do Brasil, a qualidade o é, considerando o volume de esgoto que é descartado diariamente nos cursos d'água sem tratamento ou infiltrado. Neste sentido, a Região Metropolitana de São Paulo, situada na Bacia do Ato Tietê, tem tido dificuldades em suprir com segurança as demandas crescentes de água potável.

Em sistemas de saneamento ecológico (Ecosan), a água cinza não é misturada com a excreta humana. Embora o foco principal do Ecosan seja o reúso de urina e excreta, bem como evitar o uso de água potável para o transporte destes, o reúso da água cinza é um propósito muito atraente também, principalmente em situações em que a população não tem condições financeiras de pagar pela água e/ou onde não existe disponibilidade de água encanada. No entanto, o uso final que esta água vai ter em uma habitação vai depender de sua qualidade. Algumas autoridades públicas ao redor do mundo consideram a água cinza como uma ameaça à saúde, embora algumas referências considerem a quantidade de patógenos geralmente baixa. Pesquisas recentes provaram que o crescimento de bactérias entéricas, como os indicadores fecais, é favorecido em água cinza por conter matéria orgânica facilmente degradável (RIDDERSTOLPE, 2004). Por essa razão, a água cinza é usualmente utilizada para fins menos nobres como regar plantas (não comestíveis) e lavagem de veículos e calçadas.

Em relação à instituição proponente, a Escola de Artes, Ciências e Humanidades – EACH da Universidade de São Paulo, a mesma foi implementada recentemente (pouco mais de três anos) e entre seus objetivos principais estão o caráter interdisciplinar dos seus cursos e na formação dos profissionais. Dadas as características do projeto pedagógico e institucional, seus projetos devem ser orientados com caráter extensionista, sem deixar de lado o aspecto que caracteriza a USP desde sua criação, que é a promoção do conhecimento pela investigação científica e tecnológica.

Portanto, considerando-se que o presente ano foi denominado pela ONU como o Ano Internacional do Saneamento, e pouca atenção tem sido dada às questões de uso e conservação da água no meio urbano e periurbano, este projeto pretende contribuir ao avanço científico e ao aprimoramento de tecnologias apropriadas de baixo custo, visando a atender necessidades imediatas e de médio prazo, respondendo aos anseios da população menos favorecida para o atendimento de suas necessidades quanto ao saneamento ambiental sustentável e à economia de água, proporcionando recursos à população e economia em termos globais dentro da Bacia Hidrográfica.

2 Objetivos

O objetivo desta pesquisa consiste em avaliar, em escala experimental e real, sistemas que possam reduzir o consumo de água em uma residência, através de processos conhecidos por sistemas ecológicos (Ecosan). Estes sistemas nada mais são que unidades que coletam separadamente as águas cinza, realizam o tratamento e proporcionam o aproveitamento das mesmas para irrigação de pomares e hortas. Consiste ainda de sistemas ecológicos, principalmente na definição empregada por profissionais e pesquisadores de países europeus, a separação da urina e fezes no vaso sanitário. Esta abordagem inclui também o aproveitamento da urina como fertilizante, pois os teores de nitrogênio, fósforo e potássio são relativamente altos. Em estudo complementar, contempla-se investigar mecanismos seguros para a utilização das fezes desidratadas e higienizadas como fertilizantes, após tratamento adequado. As águas utilizadas na cozinha e na lavagem de roupas, que se constituem em águas com menor risco sanitário, denominadas águas cinza, serão também consideradas quanto aos seus aspectos quali-quantitativos para o seu aproveitamento.

A intenção é que tais tecnologias possibilitem tanto a preservação dos recursos hídricos quanto o reúso das águas, ações estas promotoras da conservação da água. Para tanto, são previstas duas metas para atender tal objetivo:

3 Metas

Meta 1: Avaliação da Tecnologia de Separação e Armazenamento da Urina com Aproveitamento dos excretas

Avaliar experimentalmente duas unidades em escala real de vaso sanitário com sistemas separadores, voltados à captação da urina. O modelo a ser utilizado principalmente em residências de interesse social é bastante simplificado, devido à necessidade futura de produção dos mesmos em larga escala. O objetivo desta meta refere-se tanto à proteção ambiental quanto ao reúso de água e de nutrientes, que normalmente são destinados ao lençol freático, quando da utilização de fossas sépticas, ou são destinados aos rios e estações de tratamento de esgotos, cujas parcelas de nitrogênio

acabam chegando aos corpos hídricos causado distúrbios e eutrofização. Adicionalmente, esta prática pode visar à geração de renda, principalmente ao se considerar que esta água poderá ser utilizada para atividades relacionadas à produção animal e vegetal.

Meta 2: Concepção de Tecnologia de Tratamento de Água Cinza e seu Aproveitamento

Projetar e avaliar experimentalmente configurações em escala piloto para tratar **água cinza** oriunda de edificações. Assim sendo, o objetivo principal desta meta é basicamente o reúso da água, em que a água cinza tratada seria utilizada para fins não-potáveis, notadamente para irrigação de hortas, pomares e produção de flores ornamentais. Tal prática possibilitará a economia de água no meio periurbano em nível habitacional e, ao enfocar o conjunto dessas atividades em uma bacia hidrográfica, espera-se significativa economia da água captada no manancial hídrico abastecedor, que seria utilizada nos fins previstos supracitados.

Destaca-se que será realizada a caracterização física, química e biológica da água cinza, pois caracterizar a água cinza é fundamental para a concepção adequada do seu tratamento e isso se faz pertinente, pois evitam-se riscos sanitários e promove-se um maior número de opções de uso em função de sua qualidade após tratamento.

Um aspecto que merece atenção, é que um porcentual significativo do carbono orgânico do esgoto doméstico tem origem nas águas cinza (Otthepohl, 2003). Estudos realizados em países de clima temperado com reatores de manta de lodo e fluxo ascendente (UASB) e em baixas temperaturas, no tratamento de águas cinza, verificou-se a necessidade de elevados tempos de detenção hidráulicos (TDH) para que a hidrólise do material particulado orgânico ocorresse. Assim, considerando-se as diferenças climáticas existentes entre regiões temperadas e tropicais, pode haver diferenças significativas quanto ao potencial de utilização de reatores UASB no tratamento de águas cinza.

Considerações adicionais sobre as águas cinza

Enfocando especificamente a água cinza, a mesma é definida como toda água residuária de uma residência, excluindo-se aquela da bacia sanitária (GERBA et al., 1995). Em outras palavras, é a água residuária oriunda do lavatório, do chuveiro, da máquina e/ou tanque de lavar roupa e da pia de cozinha. Entretanto, para alguns autores, a água cinza proveniente da pia de cozinha pode ser desconsiderada por apresentar óleos, gorduras e graxas que são difíceis de retirar em um processo de filtração (COBLE, 1996).

A possibilidade de seu uso já está sendo avaliada em diversos países preocupados com a escassez dos recursos hídricos. Quantitativamente reconhece-se que seu uso, em nível doméstico, se justifica. Todavia a qualidade necessária à água cinza para atender aos usos previstos deve ser rigorosamente avaliada sob o enfoque da garantia da segurança sanitária. Além da irrigação, as alternativas de uso não potável para a água cinza incluem a descarga de bacias sanitárias, usos externos como lavagem de pisos e automóveis, e recarga de aquíferos, que não são objetos do presente estudo.

O uso da água cinza já é praticado e regulamentado em alguns estados dos EUA e do México. Pode-se citar como exemplo o estado do Arizona, onde, na *University of Arizona*, tem sido avaliada a prática deste tipo de reúso (GELT et al., 2001). Entre as intenções de tal avaliação está a necessidade de conhecer o potencial de uso eficiente da água cinza, determinando para isso os possíveis riscos que esta possa causar à saúde dos usuários.

Desta maneira, espera-se aumentar o uso público de forma consciente e segura. Neste sentido, o uso da água cinza, no Arizona, encontra-se regulamentado pelo *Department of Environmental Quality (DEQ)*, mais especificamente no artigo 07, Capítulo 09 do regulamento "*Environmental Quality*" (WATERCASA, 2001). Outro estado dos Estados Unidos que também instituiu uma legislação para o reúso desta água é a Califórnia, onde se permite o uso residencial para atividades como irrigação superficial.

Quanto aos aspectos quantitativos relativos ao uso da água cinza, destaca-se que, para promover o uso sustentável da água, são sugeridos usos não nobres, como as descargas sanitárias e os usos externos, por exemplo. Vislumbram-se estes usos em primeira instância porque a bacia sanitária é responsável por um dos maiores consumos de água em uma residência. Não obstante, segundo QASIM & SYED (1994) *apud* TOMAZ (2000), este consumo pode ser da ordem de 41%.

Para ilustrar esta situação, tomemos como exemplo uma breve simulação. Faz-se imprescindível inicialmente estimar o volume de água cinza produzido pelo uso do chuveiro e do lavatório. Considerando-se que o consumo médio de água potável utilizada no chuveiro residencial seja da ordem de 0,10 l/s, conforme a NBR 5626, e admitindo-se que este aparelho seja utilizado uma vez ao dia, com tempo de funcionamento de 10 min., tem-se um volume produzido da ordem de 60 l/dia.

Considerando-se, no entanto, que o consumo de água potável utilizada no lavatório seja da ordem de 0,10 l/s, de acordo com a NBR 5626, e admitindo-se que este aparelho seja utilizado 5 vezes ao dia, com tempo de funcionamento de 30 segundos, tem-se um volume produzido da ordem de 15 l/dia. Pode-se chegar, então, a um volume de água cinza gerado de aproximadamente 75 l/dia. Em contrapartida, a descarga da bacia sanitária consome em média de 10 a 12 l/s de água potável a cada vez que é acionada. Supondo que o usuário a utilize quatro vezes ao dia, o consumo é de 48 litros de água. Percebe-se que, se a água cinza puder ser reutilizada em lugar da água potável na descarga da bacia sanitária, já existirá a possibilidade de uma economia de 48 litros de água potável, restando ainda 27 litros para outros fins não nobres, como irrigação de áreas verdes, limpeza externa, infiltração no solo (abastecimento de aquíferos), entre outros.

Referente aos aspectos qualitativos relativos ao uso da água cinza, especial atenção deve ser dada às suas qualidades físicas, químicas e microbiológicas no que tange às questões sanitárias. Isto porque estudos de caracterização de águas cinza constataram a presença de coliformes fecais e termotolerantes, os quais são indicadores da presença de microorganismos patogênicos (KARPISCAK et al., 1987; GERBA et al., 1995). Sendo assim, o reúso da água cinza deve ser feito de forma planejada para se evitar riscos à saúde humana.

Cabe considerar que tais riscos sanitários são admitidos como sendo associados ao uso de água contaminada. Neste sentido, na utilização da água cinza estes riscos devem ser minimizados, através do tratamento adequado das águas cinza.

4 JUSTIFICATIVAS PARA A REALIZAÇÃO DO PROJETO

Em termos gerais, cerca de 40% da população mundial (2,4 bilhões) não tem acesso a qualquer sistema de saneamento básico e 1,1 bilhão de pessoas (18%) não dispõem de água potável, segundo o relatório "Avaliação Mundial 2000 do Abastecimento de Água e Saneamento", produzido pela Unicef e OMS. De acordo com o relatório, 98% das pessoas que não contam com esses serviços vivem em países em desenvolvimento.

Essa precariedade é responsável pela maioria dos quatro bilhões de casos de diarréia que matam 2,2 milhões de pessoas – geralmente crianças com menos de 5 anos – anualmente, no mundo inteiro. Além disso, mais de 10% da população dos países em desenvolvimento é infectada por parasitas intestinais; 200 milhões de pessoas sofrem de esquistossomose, das quais 20 milhões ficam com graves sequelas; e seis milhões já ficaram cegas devido ao tracoma, doença provocada por uma bactéria que atinge a córnea e a conjuntiva. A provisão de água e saneamento às camadas mais pobres da população poderia reduzir drasticamente esses números. Apesar dos esforços despendidos nos últimos anos, os resultados indicam que a situação ainda é muito ruim.

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000 (IBGE, 2000) mostra que o esgotamento sanitário é o serviço de saneamento básico com menos cobertura nos municípios brasileiros. No Brasil, 33,5% dos domicílios são atendidos por rede geral de esgoto. O atendimento na região Sul chega a 22%.

Em relação ao esgotamento sanitário, 47,8% dos municípios brasileiros não têm coleta de esgoto, sendo que na região Sul chega a 61%. Nesses casos, os principais receptores do esgoto *in natura* não coletado são os rios e mares, comprometendo a qualidade da água utilizada para abastecimento, irrigação e recreação.

Ainda, segundo dados da Organização Mundial da Saúde (OMS), 80% das doenças que ocorrem em países em desenvolvimento são ocasionadas pela contaminação da água. A maioria dos agentes infecciosos responsáveis por doenças de veiculação hídrica é de origem intestinal, sendo liberados nas fezes humanas ou de origem animal. O esgoto é, portanto, uma fonte potencial de transmissão de organismos patogênicos ao homem. A cada ano, 15 milhões de crianças de 0 a 5 anos morrem direta ou indiretamente pela falta ou deficiência dos sistemas de abastecimento de água e esgotos. Dados da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária indicam que há no Brasil 5,5 milhões de casos de esquistossomose e que pelo menos 30% das mortes de crianças com menos de 1 ano de idade são causadas por diarréia (ABES, 1991).

Os números acima resultam das estruturas brasileiras de saneamento básico insuficientes, tanto no meio rural como nas áreas urbanas e periurbanas. Em termos de esgotamento sanitário, segundo dados do IBGE, em 2002 cerca de 8,7 milhões de domicílios urbanos, representando mais de 33 milhões de pessoas, não tinham acesso a um serviço adequado. Em função da precariedade de muitas redes de coleta e fossas sépticas, mais de 80% do esgoto coletado é despejado sem tratamento nos corpos dágua ou no solo, com sérios danos ao meio ambiente e à saúde pública.

Parte do problema tem origem na falta de decisões políticas que resultem na alocação de recursos não só para suprir o crescimento vegetativo dos sistemas existentes como para ampliar a cobertura da barreira sanitária. Outro aspecto importante refere-se ao custo
relativo da implantação de sistemas de esgotamento sanitário, também bastante elevado se comparado aos custos relativos de outras ações de saneamento básico importantes, tais como o abastecimento público e a drenagem urbana. O componente tecnológico é decisivo neste sentido, sobretudo no que tange ao tratamento do esgoto, que pode representar mais de 40% do investimento para implantação de um novo sistema (coleta + transporte + tratamento + disposição) (PROSAB, 2002). Desta forma, a busca por soluções de baixo custo para áreas com baixa cobertura de infraestrutura sanitária é um dos mecanismos mais importantes para se elevar o padrão de qualidade de saúde da população e diminuir o atual estágio de degradação ambiental.

No caso da cidade de São Paulo e das cidades no entorno, o aumento da demanda de água, causado pelo crescimento populacional e pela significativa ampliação dos níveis de consumo *per capita*, encontra uma disponibilidade cada vez mais reduzida determinada pela degradação da qualidade, que inviabiliza determinados usos. A disponibilidade de água, tanto em quantidade como em qualidade, é um dos principais fatores limitantes ao desenvolvimento econômico tanto rural quanto urbano. Para a manutenção sustentável do recurso água é necessário o desenvolvimento de instrumentos gerenciais de proteção, planejamento e utilização, adequando o planejamento de acordo com a vocação natural do sistema hídrico com as demandas das atividades econômicas da região.

5 METODOLOGIA DETALHADA

Águas cinza

Um reator UASB de 7 litros será instalado nas dependências da Universidade de São Paulo, no Campus da USP Leste, na cidade de São Paulo. O sistema será instalado na área destinada aos ensaios piloto próximos aos laboratórios de análises físico-químicas. As águas residuárias serão coletadas de uma residência de 5 pessoas nas proximidades do Campus Universitário e eventualmente nas edificações dos prédios da Universidade. O reator será operado com TDH de 18,9 e 4 hs por períodos de 60 dias para cada TDH.

As análises para avaliação do desempenho do reator serão baseadas na DQO, NTK, NH4, PT, ST e SV, e realizadas de acordo com o Standard Methods. Seu efluente será, após tratamento, utilizado para irrigação, conforme descrito abaixo.

Subprojeto Agricultura irrigada

Para a agricultura urbana ou rural irrigada com urina, escolheram-se duas culturas que não são consumidas na alimentação humana e optou-se por uma espécie ornamental ("mosquitinho") com elevado potencial de produção e uma forrageira – o milheto –, cuja produção encontra-se em amplo

crescimento para alimentação animal. A seguir serão descritas as justificativas e as características dos experimentos.

A *Gypsophila paniculata* L., conhecida popularmente como "mosquitinho", é uma planta herbácea perene da família *Caryophyllaceae*, cultivada como flor de corte em ciclos anuais. É usada comumente na composição de arranjos florais e buquês. A cultura da *Gypsophila* está entre as cinco principais flores de corte comercializadas através da Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP), principal polo de comercialização nacional de flores e plantas ornamentais. Segundo Matsunaga *et al.* (1995), representa uma cultura de baixo custo e de ciclo vegetativo bastante curto, o que a torna interessante como alternativa econômica na agricultura de pequeno porte.

Segundo dados de custos de produção de *Gypsophila* levantados por Matsunaga *et al.*, 1995, na região de Atibaia, Estado de São Paulo, a utilização de adubos orgânicos e químicos representa 16,5% do total gasto com operações e material consumido durante um ciclo desta cultura. O Estado de São Paulo é responsável pela produção de mais de 80% da quantidade total de flores e plantas ornamentais comercializadas e consumidas no Brasil.

Características do local

O experimento será instalado nas dependências da área do Campus da EACH-USP. A área de implantação do sistema, com aproximadamente 0,5 há, será cercada para impedir o acesso de pessoas estranhas ao local, bem como de animais de pequeno e grande porte. Também será montado um sistema de drenagem de água de chuva para evitar erosão laminar do terreno.

Nos ensaios de solo, serão determinadas a densidade global, a densidade real, a granulometria e curva específica de retenção de água no solo. A coleta das amostras de solo será realizada em três locais distintos, nas camadas 0-25 cm, 25-50 cm, 50-75 cm e 75-100 cm. O modelo experimental será adaptado de Coraucci Fillho (2003). O ensaio de fertilidade do solo será feito com uma amostra composta representativa de solo, referente à coleta de 15 pontos distintos do terreno na profundidade de 0-20 cm, conforme recomendações de Raij *et al.* (1983). A correção do solo será feita conforme as recomendações de Raij *et al.* (1996).

Sistema de irrigação para as duas espécies vegetais

O efluente utilizado será obtido das águas cinza provenientes da cozinha, lavanderia e pias dos banheiros de uma das residências na proximidade do Campus e eventualmente dos próprios edifícios do Campus. Um experimento com as mesmas características, mas em escala reduzida, será realizado para se testar a eficiência do uso de águas amarelas coletadas dos sanitários, na produção vegetal. Nestes experimentos será disposto um sistema de irrigação por sulcos rasos, cujas parcelas terão as seguintes configurações: cinco linhas de plantio e quatro sulcos intermediários, com 4,0 m de comprimento e 1,0 m de bordadura em cada extremidade. A distância entre cada linha de cultivo terá 1,0 m.

O sistema de irrigação por sulcos será adotado pelo fato de evitar a liberação de aerossóis no ar. A utilização desse método traz outras vantagens, como a redução de equipamentos mecânicos que possam vir a interromper o processo e a economia com gastos de energia.

- Projeto do sistema

O manejo de irrigação será desenvolvido com a aplicação de três laminas de irrigação (Hi): 20 cm, 40 cm e 60 cm. O estudo será realizado durante quatro safras, em períodos de estiagem e de chuvas. A frequência de aplicação da irrigação será adotada de acordo com a dotação de rega calculada para as condições do local, utilizando-se preferencialmente, se assim for possível, o método gravimétrico. O manejo de rega deverá obedecer à seguinte rotina: quando o solo atingir a umidade crítica (Uc), este será irrigado pelos sulcos com a lâmina de água de irrigação referente ao tratamento correspondente, de tal forma que retorne a umidade do solo à capacidade de campo (Ucc).

Baseado na dotação de rega, será possível realizar o balanço de nutrientes, que poderá fornecer importantes informações do ponto de vista agronômico.

Milheto (*Pennisetum americanum*)

A produção de milheto para alimentação animal é amplamente utilizada em diversas regiões do país; no entanto, o milheto tem-se revelado exigente em nutrientes, portanto, torna-se imprescindível a tentativa de encontrar outros meios além dos tradicionais sistemas de adubação para se chegar a uma exploração mais adequada do seu potencial produtivo.

O experimento tem como objetivo avaliar a influência da irrigação com urina na cultura do milheto, sobre desenvolvimento da planta, teores de macros e micronutrientes e alguns íons pesados no solo e na planta, assim como a qualidade sanitária das culturas. O detalhamento do delineamento experimental consiste de trabalho conduzido em campo com esquema fatorial (2x2) mais 2 tratamentos adicionais com 4 repetições, para as duas culturas ("mosquitinho" e milheto).

Posteriormente, pretende-se também utilizar as fezes após passarem por processo de compostagem e higienização, oriundas dos sistemas de vasos ecológicos (com sistema separador fezes/urina).

6 RESULTADOS ESPERADOS

Os resultados esperados, considerando os aspectos científicos, ambientais, econômicos e sociais, são os seguintes:

Aspectos Científicos:

- Conforme objetivo desta pesquisa, espera-se definir novas concepções de tratamento de águas residuárias, as quais possibilitem a conservação da água em suas dimensões "economia e preservação da água", notadamente nas áreas periurbanas de São Paulo.
- A caracterização da água cinza é entendida também como uma significativa contribuição científica, pois é fundamental para projetar o tratamento da mesma.
- Publicação de artigos científicos em revistas especializadas e trabalhos de conclusão de curso (monografias) do Curso de Gestão Ambiental da EACH/USP.

Aspectos Ambientais, Econômicos e Sociais:

- Apresentar aos líderes comunitários e representantes da sociedade civil, no âmbito do Comitê de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, sistema de tratamento de esgoto mais eficiente que promova melhorias à saúde pública e à salubridade ambiental, assim como a geração de renda.

- Referente ao impacto econômico, além da geração de renda, espera-se proporcionar maior cobertura de sistema de esgoto tratado às comunidades de interesse social e, consequentemente, diminuir os custos da medicina curativa.
- Igualmente referente ao impacto econômico, espera-se encaminhar um produto com aplicação prática e viável economicamente para ser colocado à disposição do público.
- A utilização de água cinza possibilitará a economia de água nas edificações e, ao enfocar o conjunto dessas no meio rural em uma bacia hidrográfica, espera-se uma economia de água captada no manancial hídrico abastecedor. Consta, assim, de uma ação a ser considerada na gestão dos recursos hídricos no âmbito da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê.

Tab. 1 *Equipe*

Nome	Formação	Titulação	Especialidade	Instituição	Horas
Marcelo A. Nolasco	Biólogo	Dr.	Saneamento Ambiental	EACH-USP	12
Evandro Moretto	Biólogo	Dr.	Ecologia e Recursos Naturais	EACH-USP	2
Paulo Sinisgalli	Eng. Sanitarista	Dr.	Economia Ambiental / Recursos Hídricos	EACH-USP	2
Luis Carlos Beduschi	Eng. Agrônomo	Dr.	Ciências Ambientais/ Educação Ambiental	EACH-USP	2
Sérgio Pacca	Eng. Agrônomo e Sociólogo	PhD	Energia e Meio Ambiente	EACH-USP	2
1 Bolsista Mestre (a ser selecionado)		MSc	Saneamento		30
4 Bolsistas IC a serem selecionados		I.C.	Gestão Ambiental	EACH-USP	20
1 técnico especializado					

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Draft Guidelines for the Reuse of Greywater in Western Australia. 2002. Department of Health. Australia.

Technical Document for the Second Seminar on Water Reuse in the Mediterranean.

(2001) II Seminar. Rabat.

ABNT, 1998. **Instalação Predial de Água Fria – NBR 5626**. Rio de Janeiro.

ANGELAKIS, A.N.; BONTOUX, L. Wastewater Reclamation and Reuse in Eureau Countries. **Water Policy**, Bruxelas, v. 3, pp. 47-59, 2001.

BILLINGS, R.B.; JONES, C.V., 1986. **Forescating Urban Water Demand.** AWWA. Denver, Colorado.

CASTRO, A.D., 2000. **"O Que é Educação Ambiental". Desenvolvimento Sustentado: Problemas e Estratégias.** Elisabete Gabriela Castellano, Fazal Hussain Chaudhry, Editores. São Carlos: EESC-USP, 2000. Projeto Reenge. Capítulo 17.

CHERNICHARO, Carlos Augusto de Lemos (Coordenador). **Pós-tratamento de Efluentes de Reatores Anaeróbios.** Belo Horizonte. Projeto PROSAB, 2001.

COBLE, R., 1996. **"GREYWATER RECYCLING AND ALTERNATIVE WATER RESOURCES"**, in A Study Of Graywater. Florida (USA), p. 17.

CROOK, J. **"Critérios de Qualidade da Água para Reúso".** Revista DAE-SABESP, 174, Nov./Dez. 1993, p.10.

DAUGHERTY, L.R., 2000. **Heating Water To Control Legionella. Plumbing Engineer.** USA.

EVANS D.R. et.al., 1989. "Manual of Practice". **Water reuse.** 2ª edição. Alexandria: Water Environment Federation.

FRIEDLER, E., 2001. **Water Reuse – an integral part of water resources management: Israel as a case study.** Water Policy, Israel, v. 3, pp. 29-39.

GELT, J. et al., 2001. **Water in the Tucson Area: Seeking Sustainability.** Arizona.

GIORDANI, S. **"AVERIGUAÇÕES SOBRE AS POSSIBILIDADES DE REÚSO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS TRATADOS NAS BACIAS DO ALTO IGUAÇU E ALTO RIBEIRA – REGIÃO DE CURITIBA".** Dissertação (Mestrado), Curitiba, 2002.

GONÇALVES, O.M.; OLIVEIRA, L.H. **Methodology for the Development of an Institucional and Technological Water Conservation Program in Buildings.** CIB-W62 Symposium Water Supply and Drainage for Buildings. Yokohama Japan, 1997.

HIGGINS, J. et al., 2002. **Survey of users and providers of recycled water: quality concerns and directions for applied research.** Water Research. Queensland, v. 36, pp. 5045-5056.

HIGGINS, P.J., 1997. **Code Update. Plumbing Engineer**. USA.

MACÊDO, J.A.B., 2001. **Águas e Águas.** Varela Editora e Livraria, São Paulo.

METCALF & EDDY. **Wastewater Enginnering: Treatment, Disposal, Reuse**. 3º Ed., McGraw-Hill International Editions, 1334 pp.

OLIVEIRA, L.H. **"METODOLOGIA PARA A IMPLANTAÇÃO DE PROGRAMA DE USO RACIONAL DA ÁGUA EM EDIFÍCIOS"**. Tese (Doutorado), São Paulo, 1999.

PASSETO, W.; GONÇALVES, O. **A Methodology to Evaluate Water Use Management Programs in Companies.** CIB-W62 Symposium Water Supply and Drainage for Buildings, 2001.

RAZOUK, H., 1996. **Pure Water Distribuition. Plumbing Engineer**. USA.

SANTOS, D.C. **Contribuições para a Estruturação de Modelo Aberto para o Dimensionamento Otimizado dos Sistemas Prediais de Esgotos Sanitários.** Tese de Doutorado. EPUSP, São Paulo, 1998.

SANTOS, D.C. **Programa de Gestão do Uso da Água nas Edificações.** Projeto de Pesquisa UFPR/CNPq. Curitiba, 2001.

SANTOS, D.C.; SAUNITTI, R.M., BUSATO, R. **O Recurso Água: Promovendo A Sustentabilidade do Manancial Através do Uso de Bacias Sanitárias Economizadoras de Água.** Congresso ABES, 2001. João Pessoa, Paraíba.

SAWYER, C.N. **Chemistry for Environmental Engineering**. Nova Iork, NY: The McGraw-Hill Companies 3th ed., 1978, Cap. 3.

SILVA R.T.; CONEJO J.G.L.; GONÇALVES, O.M. **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. DTA A1**. Brasília. Ministério do Planejamento e Orçamento, 1998.

SOARES, D.A.F. **Sizing a Rainwater Reservoir to Assist Toilet Flushing**. 26th International Symposium. Rio de Janeiro. CIB W62. 2000.

SPERLING, M. **"Performance evaluation and mathematical modelling of coliform die-off in tropical and sub-tropical waste stabilization ponds".** Water Research, 33 (6), 1999, pp. 1435-1448.

SPERLING, M. et al., 1996 **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias. Lagoas de Estabilização.** 3º Volume, DESA / UFMG, Belo Horizonte, MG.

TOMAZ, P. **Conservação da Água.** Digihouse Editoração Eletrônica, São Paulo.

TOMAZ, P., 2000. **Previsão de Consumo de Água".** Navegar Editora, São Paulo.

WATERCASA, www.watercasa.org.

RAIJ, B. VAN; QUAGGIO, J.A.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade.** Campinas: IAC, 1983. 40 pp. (Boletim Técnico 81).

WACHOWICZ, C.M.; SERRAT, B.M. Morphological parameters of *Gypsophila paniculata* L. (Caryophillaceae) cultivated in different amounts of sewage sludge and phosphorus fertilization. In: International Symposium on New Floricultural Crops. 2003, Iguazu Falls, Parana, Brazil. **Scientific program and abstracts**. Campinas: Instituto Agronômico, 2003, p. 91.

WACHOWICZ, C.M.; SERRAT, B.M. Parâmetros nutricionais de *Gypsophila paniculata* L. cultivada em substratos com lodo de esgoto alcalinizado e adubação fosfatada. In: IX Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 2003, Atibaia. **Brazilian Journal of Plant Physiology**. V. 15, p.106. Atibaia, São Paulo: Brazilian Society of Plant Physiology, 2003.

ARTEAGA, A.D.; AMEZQUITA, M.O. Ea de localización del esqueje en la planta madre sobre el enraizamento de *Gypsophila paniculata* L. **Agronomia Colombiana** v.7, pp. 47-53, 1990.

MATSUNAGA, M.; ARRUDA, S.T.; BESSA JR., A.A.; OLIVETTI, M.P.A. **Custo e rentabilidade na produção de *Gypsophila*, região de Atibaia, Estado de São Paulo, 1994.** Informações Econômicas, v. 25(10), São Paulo,1995, pp. 69-76.

BILLINGS, R.B, JONES, C.V., 1996. **Forescanting Urban Water Demand.** Colorado: American Water Works Association.

COUNCIL, R.C, 1998. "The viability of augmenting drinking water supplies with reclaimed water". **Issues in potable reuse.** Washington: National Academy Press.

COUNCIL, R.C., 1997. "Improving water service to small communities". **Save water from every tap.** Washington: National Academy Press.

GELT, J., et.al. **Water in the Tucson area: seeking sustainability.**

OLIVEIRA, L.H., 1999. **Metodologia para implantação de programa de uso racional da água em edifícios.** São Paulo.

EVANS D.R. et.al, 1989. "Manual of practice". **Water reuse.** 2ª edição. Alexandria: Water Environment Federation.

Remoção de gosto e odor de água para abastecimento público – represa Billings

Margarida Marchetto[1]*; Sidney Seckler Ferreira Filho*[2]

[1] Professora pesquisadora da Universidade Federal de Rondônia-UNIR, Rua Rio Amazonas, Ji-Paraná–Rondônia. CEP 78968-970. *marchetto.ro@gmail.com*

[2] professor associado do Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Av. Prof. Almeida Prado, travessa 2, n. 271 – Prédio de Engenharia Civil – Cidade Universitária – São Paulo, Capital. CEP 05508-900. *ssffilho@usp.br*

Identificação da área ou subárea 3.07.99.00-7 Engenharia Sanitária, 3.07.01.00-7 Recursos Hídricos, 3.07.02.00-3 Tratamentos de Águas de Abastecimento.

A interferência antrópica altera os mananciais e impõe desafios na concepção de projetos e operação de ETAs. A pesquisa desenvolvida com a água proveniente do Braço do Rio Grande (represa Billings) teve por propósito estudar a água que abastece a ETA Rio Grande (SABESP), verificar a interferência do processo de coagulação na remoção de compostos orgânicos causadores de gosto e odor, Metilisoborneol (MIB) e a relevância do carbono orgânico total (COT), mediante a aplicação de Carvão Ativado em Pó (CAP). Definir as condições ótimas de operação do processo de tratamento para a maximização da remoção de turbidez, Compostos Orgânicos Naturais (CONs), gosto e odor. A remoção de gosto e odor por adsorção apresentou-se independente do pH de coagulação, e a operação do processo de coagulação na faixa de pH entre 5,8 e 6,5 permitiu tanto a otimização da remoção de turbidez quanto de CONs. A técnica com uso de CAP para a solução de problemas de gosto e odor no tratamento de águas de abastecimento oferece flexibilidade quanto ao uso em ETAs; seja usado antes ou depois da aplicação do coagulante, possui pouca interferência na eficiência do processo de adsorção.

The anthropic interference change the water supply and imposing challenges in the design of projects and operation of Water Treatment Plants. The research developed with water from the Rio Grande (Billings) had the purpose to study the water that supplies the Rio Grande water treatment plants (SABESP), check the interference of the coagulation process in the organic compounds removal causing the taste and odor, Metilisoborneol (MIB) and the relevance of total organic carbon (TOC), through the application of Powered Activated Carbon (PAC). The conditions for optimal operation of the treatment process to maximize the turbidity removal, Organic Natural Composts (NOCs), taste and odor. The removal of taste and odor by adsorption to be independent of coagulation pH, and the coagulation process operation in the range of pH between 5.8 and 6.5 allow both the optimization of the turbidity as CONs removal. The technique with the use of PAC for the problems solution of taste and odor in the water supply offers flexibility in its use in Water Treatment Plants be used before or after the coagulant application, has little interference in the efficiency of the adsorption process.

Palavras-chaves: *Tratamento de água de abastecimento, adsorção, gosto e odor, carvão ativado em pó, otimização, turbidez, carbono orgânico total. (Drinking water treatment, adsorption, taste and odor compounds, powdered activated carbon, optimization, turbidity, total organic carbon.)*

Interferência do processo de coagulação na remoção de compostos orgânicos causadores de gosto e odor em águas de abastecimento mediante a aplicação de carvão ativado em pó-CAP.

1 Objetivos

Pelo fato de o Sistema Produtor Rio Grande ser de relevância para o abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo, o objetivo desta investigação experimental foi estudar o comportamento do processo de adsorção em CAP combinado com o coagulante, na remoção de compostos orgânicos causadores de gosto e odor em águas de abastecimento. Para tanto, nas etapas específicas foram investigados os seguintes aspectos:

- Verificar a interferência do processo de coagulação, mais precisamente do hidróxido metálico precipitado, na eficiência de adsorção de compostos orgânicos causadores de gosto e odor (MIB) em carvão ativado em pó.
- Avaliar o comportamento cinético do processo de adsorção em carvão ativado em pó na remoção de compostos orgânicos causadores de gosto e odor em águas de abastecimento, quando o CAP é adicionado em conjunto com o coagulante.
- Otimizar a operação da ETA Rio Grande com o objetivo de maximizar a eficiência do processo de adsorção na remoção de compostos orgânicos causadores de gosto e odor.
- Prever a capacidade-limite do sistema de aplicação de carvão ativado em pó, na adsorção de compostos orgânicos causadores de gosto e odor e suas limitações operacionais, em função da qualidade da água bruta e dos critérios de qualidade impostos para a água final. Estudou-se também o comportamento do processo de adsorção em carvão ativado em pó combinado com o coagulante, na remoção de compostos orgânicos causadores de gosto e odor, remoção de turbidez e COT, tendo-se investigado os seguintes aspectos:
- Determinação do diagrama de coagulação mediante a aplicação de sulfato férrico ($Fe_2(SO_4)_3$)como coagulante, com e sem a dosagem de CAP.

- Verificar a influência do pH e da dosagem do coagulante na remoção de turbidez e de compostos orgânicos naturais (CON's) e MIB, mediante a aplicação de CAP.
- O comportamento cinético do processo de adsorção em carvão ativado em pó na remoção de compostos orgânicos causadores de gosto e odor (MIB) e de COT em águas de abastecimento, com o objetivo de verificar se ocorre interferência ou competição destes com CAP.
- Determinação de ensaios cinéticos de remoção de MIB, com dosagens de coagulante entre 10 e 50 mg/l, em diferentes pHs de coagulação, com dosagem fixa de 30 mg de CAP/ l.
- Avaliação de metodologia para definição da melhor dosagem de coagulante, que possa se constituir em instrumento de auxílio à operação da estação na decisão sobre a dosagem ótima, em função das características apresentadas pela água bruta.

2 Proposta de desenvolvimento do projeto

A Billings é um reservatório artificial criado em 1925 por represamento de vários rios, e utilizado inicialmente para fins de geração de energia elétrica. Após mais de 30 anos do início de sua construção, a represa Billings passou a ser utilizada como manancial de água potável, quando, em 1958, foi inaugurada a Estação de Tratamento de Água – ETA, em São Bernardo, ao lado da Via Anchieta, no braço do Rio Grande, que passou a abastecer as cidades de Diadema e São Bernardo.

O aumento no grau de eutrofização do Reservatório do Rio Grande, braço da represa Billings que abastece a ETA Rio grande, causava dificuldades na operação da ETA devido a elevadas concentrações de algas na água bruta durante determinados períodos do ano, exigindo maior aplicação de coagulante, aumento das dosagens de agente oxidante, diminuição das carreiras de filtração e dificuldade durante as suas operações de lavagem. De todos os problemas citados, o de odor e sabor nas águas de abastecimento, causado por compostos orgânicos liberados por algas e demais microrganismos, era o mais relevante. As consequências da presença de compostos orgânicos causadores de gosto e odor em águas de abastecimento têm levado a população a rejeitar a água de abastecimento público.

A proposta foi estudar a interferência do CAP quando usado em conjunto com o coagulante. Para tanto, foi necessário estudar as aplicações do CAP em diversos pontos da ETA.

Em uma primeira fase do trabalho, foi investigada por meio de ensaios em escala de laboratório, tecnologia alternativa com o uso de carvão ativado em pó (CAP) no tratamento de águas de abastecimento que apresentam problemas de gosto e odor. Deve ser ressaltado que tais tecnologias já estão sendo aplicadas em muitas estações de tratamento, mas, como há muitas controvérsias em relação ao uso combinado de agentes oxidantes com o CAP, como a hipótese de possível interferência do coagulante no processo de adsorção dos compostos MIB e Geosmina, foram executados ensaios cinéticos de adsorção com o propósito de quantificar o grau de interferência da aplicação do coagulante e o meio adsorvedor (CAP).

O conhecimento de tais relações é muito importante para o projeto de unidades de ETAS, principalmente para possíveis mudanças tecnológicas em ETAs em funcionamento, que apresentam problemas de gosto e odor

Em uma segunda fase, foi investigada a eficiência do processo de coagulação-floculação na remoção de material particulado e CONs, e foi estimada por meio da capacidade de remoção de turbidez e COT, respectivamente.

Foram determinados os compostos MIB, Carbono Orgânico Total (COT), pH e Turbidez.

3 Valor investido ou financiado e contrapartidas (se houver)

Para o desenvolvimento da pesquisa foram utilizados os equipamentos do Laboratório da Universidade de São Paulo – USP e da ETA Rio Grande, bem como toda a estrutura dos laboratórios e dos equipamentos da SABESP para determinação das análises (medidas e determinações) de Metilisoborneol (MIB) e Carbono Orgânico Total (COT). Contou-se ainda com a assistência da equipe técnica do laboratório de Química Orgânica, responsável pelas análises de MIB, e pela equipe técnica do Laboratório de Análises Avançadas, Divisão de Controle Sanitário Centro image moved MCEC da SABESP, em que eram realizadas as análises de COT.

Se se considerar o custo de todos os equipamentos para desenvolvimento da prática, análises e determinações, e o pessoal técnico envolvido, assim como a estrutura dos laboratórios, a contrapartida do projeto gira em torno de R$ 1.000.000,00 (um milhão de reais).

4 Fonte(s) de financiamento(s) externa(s) à Universidade

Apoio financeiro da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo-FAPESP (Bolsa de Pós-Doutoramento 2003/00536-6, da pesquisadora Margarida Marchetto). Também foi obtido apoio da Superintendência de Produção de Água, em especial do Departamento de Produção Sul da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo-SABESP, apoio direto em todas as etapas do estudo. Utilização das dependências do laboratório e de alguns equipamentos da ETA Rio Grande, da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo-SABESP.

A oportunidade para concentrar atenções sobre o assunto foi viabilizada com a união de três entidades conscientizadas dos problemas ambientais, FAPESP, Universidade de São Paulo (USP) e SABESP. A SABESP permitiu a utilização dos laboratórios e dos equipamentos para determinação das análises (medidas e determinações) de Metilisoborneol (MIB) e Carbono Orgânico Total (COT); contou-se com a assistência da equipe técnica do Laboratório de Química Orgânica, responsável pelas análises de MIB, e pela equipe técnica do Laboratório de Análises Avançadas, Divisão de Controle Sanitário Centro image moved MCEC da SABESP, em que eram realizadas as análises de COT.

5 Financiamento interno (Universidade – estimar custos indiretos)

O Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP) forneceu

toda a estrutura do Laboratório de Saneamento, bem como permitiu a remoção de alguns equipamentos, necessários para o desenvolvimento da pesquisa, para o laboratório da Estação de Tratamento de Água Rio Grande.

6 Alcance dos resultados em termos de contribuição para a sustentabilidade da Bacia do Alto Tietê

Com os problemas de gosto e odor enfrentados pela ETA-Rio Grande e por ser uma ETA do tipo convencional, foi decidido incorporar a tecnologia de tratamento para minimizar os problemas de gosto e odor, ligados aos aspectos técnicos e econômicos e às condições do Sistema Produtor Represa Billings. Devido à complexidade do tema, buscou-se realizar uma pesquisa ampla, que abordasse as características das águas em diferentes estações do ano. Inicialmente procurou-se entender os mecanismos que resultam na formação de sabor e odor em águas de abastecimento e que exercem influência direta nas suas características, para em uma segunda etapa avaliar procedimentos e técnicas adotadas, e buscar soluções estruturadas para o problema.

Após dois anos de estudos sobre o tema, e pesquisando sobre a melhor forma de minimizá-lo, pode-se afirmar que há necessidade de maior conscientização da sociedade sobre o assunto, principalmente em relação aos procedimentos para gerenciá-lo em um âmbito maior.

Os resultados apresentados são frutos de um trabalho envolvendo pessoas e instituições, sem dúvida uma experiência enriquecedora vivida neste período. São apresentados os resultados de ensaios/testes realizados no Laboratório da Estação de Tratamento de Água (ETA) Rio Grande, localizada em São Bernardo do Campo, ao lado da Via Anchieta-SP (ETA que abastece as cidades de São Bernardo do Campo, Santo André, Diadema e parte de São Paulo-Capital), para verificar a interferência do coagulante na adsorção de 2-metilisoborneol (MIB) em Carvão Ativado em Pó (CAP). As amostras de água foram coletadas no braço do Rio Grande, junto à captação da ETA Rio Grande. Os resultados da pesquisa estão à disposição dos diretores e operadores da Estação.

A pesquisa, mesmo se tratando de um trabalho científico em razão dos critérios de investigação experimental, é extremamente prática, por ser diretamente aplicável nas estações de tratamento de água, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população.

As conclusões e recomendações desta pesquisa realizada em laboratório são fundamentadas em resultados de ensaios realizados no período de março 2003 a fevereiro 2005.

As principais conclusões sobre a pesquisa referem-se à aplicabilidade da metodologia no controle de operação das estações de tratamento de água.

- Com base nos resultados dos ensaios experimentais obtidos e fundamentados na literatura, a aplicação de CAP na captação seria a solução tecnicamente mais recomendada para a ETA Rio Grande-SP, em ocasiões de episódios de MIB na água bruta.
- Os resultados evidenciam que a aplicação de CAP 20 minutos antes da coagulação tem aspectos vantajosos, considerando-se então aplicação de CAP junto à captação.
- Comparando-se as dosagens de CAP aplicadas, a maior remoção de MIB obtida foi de 88% com 40 mg/l de CAP aplicados 20 min. antes da coagulação.
- Observando-se os resultados experimentais obtidos, verifica-se que a cinética de adsorção ocorre em torno de 15 a 20 minutos, não sendo necessários tempos de contatos muito elevados.
- Por meios dos ensaios experimentais, foi evidenciado que a precipitação de hidróxidos férricos oriundos do processo de coagulação não interferiram significativamente no processo de adsorção de MIB por meio de CAP.
- Deste modo, a eventual dosagem de CAP na mistura rápida, juntamente com o coagulante, não oferece prejuízos significativos ao processo de adsorção de MIB, devendo, no entanto, garantir-se um tempo de contato do CAP com a fase líquida de, no mínimo, 20 minutos.
- Para a pesquisa em questão, na fase I, foi investigado somente o composto MIB, por ser de remoção mais difícil, embora tenham sido determinadas as concentrações de Geosmina. Considerando-se que, se for obtida a remoção de MIB, Geosmina também será removida.
- Durante a pesquisa foi evidenciado apenas um episódio de MIB na água bruta da represa, que se situou na faixa de 280 mg/l. Isso implica que o monitoramento do crescimento algal no manancial e as devidas providências são de elevada relevância.
- Com base nesses ensaios, por questão de segurança, em situações em que é necessária a aplicação de oxidantes na captação, para evitar a interferência dos pré-oxidantes, pode-se optar pela aplicação de CAP alguns minutos antes da coagulação.
- A eficiência de remoção pode ser considerada satisfatória, com a dosagem de CAP aplicada relativamente baixa quando comparada com o seu valor máximo de 40 mg/l. Valores de dosagens de CAP mais elevados de 40 mg/l só deverão ser adotados caso haja episódios com concentrações de MIB muito elevadas.
- Com base nos resultados experimentais obtidos nos ensaios de adsorção conduzidos para a água bruta proveniente do Rio Grande, concluiu-se que, dentre os CAP testados, fornecidos pela Calgon (origem mineral) e Brascarbo (origem vegetal), ambos apresentaram remoção significativa.
- Os resultados obtidos com este estudo sugerem que, devido aos problemas operacionais que existem em uma ETA convencional, CAP seja mais efetivo se adicionado no início do processo antes da coagulação, os tempos de contato de pré-coagulação mais longos podem melhorar a remoção de MIB. No caso, aplicação de CAP na captação.

A sequência da pesquisa, desenvolvida em uma segunda etapa, teve como aspecto interessante verificar as alterações sofridas pelo manancial nas diferentes estações ao longo do ano. Para a sequência da pesquisa foram fixados alguns parâmetros sobre os quais os resultados anteriores já permitiam posição segura, como, por exemplo, o tempo de floculação, dosagem de carvão ativado em pó e tempos de contato.

Constata-se que, para a água em estudo, o aspecto mais interessante a ser observado em relação à remoção de COT é o pH de coagulação. A remoção de COT da água bruta que

abastece a ETA Rio Grande pode ser maximizada em conjunto com a remoção de turbidez na mesma faixa de pH, tendo-se verificado que as maiores remoções correspondem aos pHs de coagulação entre 6,4 e 6,7.

Embora alguns autores ressaltem que, do ponto de vista prático, a melhor alternativa para a redução da concentração de substâncias húmicas seja o processo de coagulação, por ser o mesmo obrigatório nos processos de tratamento de água, conclui-se que a aplicação de CAP apresentou eficiência significativa (próximo a 50%) em relação à remoção de COT, configurando uma alternativa tecnologicamente eficiente, sendo indicada para ETAs alimentadas por mananciais com problemas de carga orgânica, visto que o desenvolvimento de algas nos mananciais contribui para o aumento das concentrações de COT e de MIB.

Quando não se utiliza CAP e mantém-se o pH de coagulação constante, mediante o aumento da dosagem de coagulante, pode-se obter uma maior eficiência na remoção de COT, quando esta é necessária.

Em relação à remoção de MIB, constatou-se que as dosagens de coagulante e o pH de coagulação não exerceram influência na remoção do mesmo. A remoção de MIB manteve-se constante para todas as dosagens de coagulante adotadas, fato que confirma a necessidade de uso de CAP ou outro adsorvente para remoção de gosto e odor.

Para dosagem de coagulante de 20 mg/l, em pH de coagulação igual a 6, foi obtida eficiência de remoção de COT de 44%, a segunda maior remoção foi de 55%, com pH de 6,8, porém com dosagem de coagulante de 25 mg/l. Ambas as remoções foram obtidas com aplicação de CAP.

Algumas diferenças verificadas nas análises de COT podem ser decorrentes de:

- Limitações do equipamento;
- Provável contaminação do equipamento por resíduos, devido à análise de amostras com concentrações elevadas de COT.

Para os ensaios de "jar-test" em que foram mantidas constantes a dosagem de coagulante e o pH de coagulação, observou-se que maiores eficiências de remoção de COT foram obtidas quando efetuada a aplicação de CAP, em alguns casos chegando a mais de 20%.

7 Potencial de difusão da metodologia e da experiência para comitês de bacia hidrográfica em São Paulo e no Brasil, prefeituras municipais e órgãos estaduais com atuação regional na área metropolitana de São Paulo

É fundamental o conhecimento dos gêneros de algumas espécies das algas dominantes, pois algumas afetam a qualidade da água por produzirem odor e sabor, outras por influenciar significativamente na coagulação química, decantação e filtração, e outras por serem tóxicas ao ser humano ou por produzirem subprodutos metabólicos que, em presença de cloro e outros agentes oxidantes, formam compostos cancerígenos. Este trabalho é resultado de um estudo prático, que avaliou a remoção de MIB (sabor e odor) e a relevância do carbono orgânico total como parâmetro de caracterização de águas de abastecimento, com CAP, *é uma ferramenta que possibilita fornecer suporte para sistemas produtores de água.*

Existem na bacia diversas cidades que utilizam para seu abastecimento público, mananciais superficiais cujas águas apresentam alta concentração de matéria orgânica natural e concentração algal. O tratamento físico-químico convencional desse tipo de água apresenta sérios problemas relacionados principalmente a sabor e odor. O inconveniente da falta de conhecimento leva muitas vezes a gastos desnecessários sem que o problema seja solucionado. Esta pesquisa servirá de suporte aos operadores de ETAs que utilizam mananciais eutrofizados, ou com altas concentrações de algas.

Embora a pesquisa tenha sido realizada no laboratório da estação de tratamento de água Rio Grande com água proveniente do Braço do Rio Grande (Represa Billings), o tema, remoção de gosto e odor, trata de problemas que atingem ou atingirão a grande maioria das estações de tratamento de água no Brasil e no mundo, e os procedimentos aqui obtidos poderão ser aplicados em outras ETAs.

Os profissionais da área de Engenharia Sanitária e Ambiental consideram os problemas de gosto e odor um dos maiores desafios a enfrentar. A presença de gosto e odor em água de abastecimento causa rejeição por parte da população consumidora, o que leva à falta de credibilidade do sistema produtor responsável, sendo que nem sempre as companhias de saneamento dispõem de mão-de-obra qualificada e recursos financeiros capazes de resolver o problema rapidamente.

A Gestão Ambiental em Reservatórios deve enfocar: Impacto ambiental da construção de novos reservatórios; diagnóstico ambiental de reservatórios de pequeno e grande porte; Poluição por esgotos domésticos e industriais; manejo de corpos d'água em geral; programas integrados de gestão ambiental de reservatórios tropicais e uso de georreferenciamento para avaliação do impacto ambiental de diferentes usos do solo na bacia.

A técnica mais empregada para a solução de problemas de gosto e odor no tratamento de águas de abastecimento tem sido o carvão ativado em pó (CAP), oferecendo flexibilidade quando seu uso em ETAs for realizado antes ou depois da aplicação do coagulante, possui pouca interferência na eficiência do processo de adsorção. Os resultados experimentais, obtidos na pesquisa, demonstraram que para as mesmas dosagens de CAP e coagulante aplicadas, independentemente do ponto de aplicação, não foram observadas diferenças significativas na remoção de compostos orgânicos causadores de gosto e odor.

O Relatório final pode ser obtido com os autores, na ETA Rio Grande e no Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola Politécnica da USP.

8 Principais dificuldades na realização do projeto

A principal dificuldade encontrada para realizar o projeto foi a falta de apoio pelos órgãos de fomento à pesquisa, a falta de financiamento para aquisição de equipamentos essenciais de laboratório, para implementar o laboratório da Escola Politécnica. Na sua maioria, foram utilizados os equipamentos da SABESP. Devido a este fato, foi necessário prolongar o período da pesquisa para não pejudicar as rotinas de trabalho dos laboratórios da SABESP.

8.1 Recomendações

Em razão do custo elevado dos equipamentos de laboratório para determinação e quantificação dos compostos orgânicos causadores de gosto e odor, recomenda-se a implantação da técnica de painel de gosto e odor nas ETAs.

A exemplo de países desenvolvidos, há a necessidade de maior conscientização, por parte da população, a fim de minimizar ou solucionar os problemas relacionados à preservação dos mananciais.

A Gestão Ambiental em Reservatórios deve enfocar:

- Impacto ambiental da construção de novos reservatórios
- Diagnóstico ambiental de reservatórios de pequeno e grande porte
- Poluição por esgotos domésticos e industriais
- Manejo de corpos d'água em geral
- Programas integrados de gestão ambiental de reservatórios tropicais
- Uso de georreferenciamento para avaliação do impacto ambiental de diferentes usos do solo na bacia
- Pomover a Educação Ambiental

9 Referências Consultadas

Awwa-Apha & Wpcf. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. A.E.Greenberg, L. S. Cleesceri & L.G. Andrew, 20º Edition, N Y-USA, 1998.

AWWA and AWWA Research Foudation. *Optimization of Powdered Activated Carbon Application for Geosmin and MIB Removal*. 2000.

AWWA Committee Report. *Measurement and Control of Organic Contaminants by Utilities*. AWWA, 69(5), 267-271, 1977.

AWWARF and AWWA Burlingaxne, G.A., R.M. Dann, and R.M. Brock. A Case Study of Geosmin in Philadelphia's Water. *Jour AWWA*, 78(3): 56-61, 1986.

AWWA Research Foundation Report. *Current Methodology for the Control of Algae **iii** Surfac Reservoirs.* Denver, Colo.: AWWARF and AWWA, 1987.

AWWA, Utility Operating Data. AWWA, Denver, CO, 1986, 1984.

AWWA, AWWA Standard for Powdered Activated Carbon. *ANSI/AWWA* B600-96. 1996.

BASTOS, R.K.X.; Vargas, L.C.; Moysés, S.S.; Silva, H.C.A. Avaliação do Desempenho de Estações de Tratamento de Água – Desvendando o Real. *Anais eletrônicos do XXVII Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitária y Ambyental*, II-047, pp. 1-8, Porto Alegre RS, diciembre, 2000.

BATTALHA, B. L. & Parlartore, A. C. *Controle da qualidade da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais*. São Paulo, CETESB, 198 pp., 1977.

CARMICHAEL, W.W. Cyanobacteria Secondary Metabolites – The Cyanotoxins. J.Appl.Bact., 72: 445-459, 1992.

CARMICHAEL, W.W. The Toxins of Cyanobacteria. *Scientific American*. 270(1), pp. 78-86, 1994.

CARMICHAEL, W.W. & Gorham, P.R. The Mosaic Nature of Toxic Blooms for Cyanobacteria. In *The Water Environment – Algal Toxins and Health*. New York, Plenum Press, 1981.

CARMICHAEL, W.W. & Schwartz, L.D. Preventing Livestock Deaths from Blue-Green *Algae Poisoning.* Farmers Bulletin 2275, Washington, DC: US Dept. of Agriculture, 1984.

CARMICHAEL, W.W.; Beasley, V.R.; Bunner, D.L.; Eloff, J.N.; Falconer, I.R.; Gorham, P.R.; Harada, K.-I.; Yu, M.-J.; Krishnamurthy, T.; Moore, R.E.; Rinehart, K.L.; Runnegar, M.T.C.; Skulberg, O.M.; Watanabe, M. *Naming of Cyclic Heptapeptide Toxins of Cyanobacteria (Blue-Green Algae).* Toxicon. 26: 971-973, 1988b.

CARMICHAEL, W.W.; Mahmood, N.A.; Hyde, E.G. *Natural Toxins from Cyanobacteria* (Blue-Green Algae). In Marine Toxins: Origin, Structure, and Molecular Pharmacology, eds. Hall, S. & Strichartz, G., pp. 87-106. Washington, DC: Americam Chemical Society, 1990.

DI BERNARDO. *Algas e suas Influências nas Qualidades das Águas e nas Tecnologias de Tratamento.* Rio de Janeiro, ABES, 140 pp., 1993.

EDWARDS, G. A. & Amirtharajah, A. *Removing Color Caused by Humic Acids*, *JAWWA*, p. 50-57, March, 1985.

ERICH A. F. *et. al. Remoção de compostos orgânicos naturais no processo convencional de tratamento de água: influência do pH e da dosagem do coagulante na eficiência do processo.* ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. 19 º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2003.

FREDERICO, E. A.; Garzuzi, M.P.; Ferreira Filho, S.S.; Mozeto, A.A. *Remoção de Compostos Orgânicos Naturais no Processo Convencional de Tratamento de Água, Influência do pH e da Dosagem de Coagulante na Eficiência do Processo*. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2003, 19º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL.

FERREIRA FILHO, S.S. Viabilidade de Oxidação de Compostos Orgânicos Causadores de Gosto e Odor em Águas de Abastecimento Através da Aplicação do Dióxido de Cloro. *Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária.* 28pp. Julho 2000.

FERREIRA FILHO, S.S. Otimização da Aplicação do CAP no Tratamento de Água Visando à Redução de Compostos Orgânicos Causadores de Odor e Sabor em Águas de Abastecimento. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental* 01:04, Outubro/Dezembro, 1996.

FERREIRA FILHO S. *Remoção de Compostos Orgânicos Causadores de Gosto e Odor em Águas de Abastecimento: Modelação Matemática e Otimização do Processo de Adsorção em CAP para o Sistema Produtor de Guarapiranga*. Tese de Livre-docência apresentada à Escola Politécnica da USP, 2001.

GILLOGLY, T.E.T.V.L.; Snoeyink, A.; Holthouse, C.M.; Wilson, and E.P. Royal. Effect of Chlorine on PAC's Ability to Adsorb MIB. *Jour A WWA*, 90(2), 107-114. 1998b.

GERBER, N.N. and FLA. LeChavalier. Geosmin, an Earthy-Smejling Substance Isolated Fron Actinomycetes. *Appl. Microbiol.*, 13:935-938. 1965.

LALEZARY, S., M. Pirbazari, and M. McQuire. 1986. Oxidation of Five Earthy-Musty Taste and Odor Compounds. *Jour AWWA*, vol. 78(3), pp.62-69, 1992.

LIBÂNIO, M. *Adequações de Estações de Tratamento de Água Alicerçadas no Emprego dos Diagramas de Coagulação*. *Revista BIO*, ano IV, n. 2, pp. 34-40, 1995.

MARCHETTO, M. *Avaliação da Capacidade do Processo de Adsorção em Carvão Ativado em Pó em Operação Conjunta com o Processo de Coagulação na Remoção de Compostos Orgânicos Causadores de Gosto e Odor em Águas de Abastecimento*. Relatório Final, Pós-doutoramento – Escola Politécnica-USP, 2005.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria n. 357/2002.

Tab. 1 *Características da água bruta do sistema produtor Rio Grande; Valores médios e desvio padrão (DP)*

Parâmetro	Unidade	Valores médios ± DP
pH	–	7,34 ± 0,35
Temperatura	℃	22,15 ± 2,65
Turbidez	UT	6,22 ± 3,43
Cor	UC	38,3 ± 8,92
Condutividade	μmho/cm	301 ± 45
COT	mg/l	8,09 ± 1,46
DQO	mg/l	17,25 ± 3,26
OD	mg/l	4,62 ± 1,12
Cloretos	mg/l Cl^-	66,61 ± 11,07
Manganês soluvel	mg/l	0,166 ± 0,05
Ferro	mg/l	0,43 ± 0,24
Cobre	mg/l	0,06 ± 0,07
Mercúrio	mg/l	0,002 ± 0,004
Fósforo total	mg/l	0,034 ± 0,002
Fósforo reativo	mg/l	0,003 ± 0,001
Nitrogênio Amoniacal	mg/l	0,36 ± 0,16
Nitrato	mg/l	0,11 ± 0,05

Fonte: Marchetto, 2005.



Fig. 1 *Represa Billings – junto à Rodovia Anchieta, São Bernardo – São Paulo*

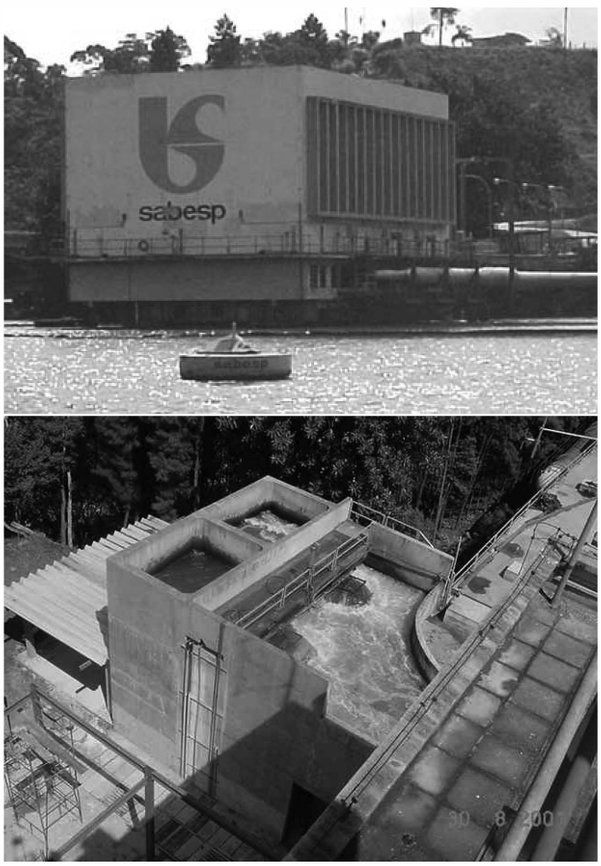


Fig. 2 *Fotografias do ponto de captação e chegada da água bruta na ETA Rio Grande*

A – captação na represa

B – chegada da água bruta na ETA Rio Grande

Projeto amigos da serra: geração de renda com responsabilidade ambiental

Michel Mott[1]*; Silvia Regina Cabral*[2]

[1] Administrador de Empresas, Mestre em Ciências Sociais pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC/SP. Professor na Universidade de Mogi das Cruzes – UMC e na Faculdade de Tecnologia de Itaquaquecetuba – FATEC. Pesquisador do Núcleo de Ciências Sociais Aplicadas da UMC. Co-coordenador do Projeto Amigos da Serra. *michelmott@yahoo.com.br*, *michel.machado@umc.br*.

[2] Engenheira agrônoma pela Universidade de Taubaté – UNITAU, Especialista em Solos e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Lavras – UFLA. Professora na Universidade de Mogi das Cruzes – UMC. Autora e co-coordenadora do Projeto Amigos da Serra. Perita Judicial em Ações de Lesão ao Meio Ambiente, Assistente Técnica da Procuradoria-Geral do Estado em Ações de Desapropriação em Unidades de Conservação, Consultora Ambiental. *silviareginacabral@yahoo.com.br*, *silvia.regina@umc.br*.

Este projeto objetiva a inclusão social dos moradores do bairro da Volta, no município de Mogi das Cruzes, por meio de geração de renda com preservação ambiental. O Amigos da Serra é concebido de forma holística, aliando programas voltados para práticas geradoras de renda, comércio solidário, economia doméstica e responsabilidade ambiental, todo pautado em diretrizes pedagógicas de valorização do indivíduo e de seu potencial de escolha. O projeto inclui quatro subprojetos: **a)** oficinas de artesanato voltadas para adolescentes e adultos, utilizando resíduos como matéria-prima; **b)** oficinas de recreação ambiental para crianças; **c)** oficinas de economia doméstica com o reaproveitamento de sobras da culinária e brinquedos com sucata; **d)** estratégias de venda dos produtos. Trata-se de uma iniciativa de professores universitários com apoio institucional e fora da grade curricular, não sendo sua implementação uma exigência curricular do MEC.

the objective of this project is the social inclusion of the Volta Fria's residents, Mogi das Cruzes City, by through income generation with environmental reponsability. The Amigos da Serra is concepted of holistic way, alliancing programs to practices of income generators, solidary commerce, domestic economy and environmental responsability, all lined in pedagogic directives of individual valorization and your potential of choice. The project include four sub-projects: a) handcraft's workshop to youngers and adults, using residues like raw material; b) recreation's workshop to children; c) domestic economy workshop with the reusing culinary's greps and toys from scrap; d) sales' strategies of products. This project is an iniciative from universitary professors with institutional support and out of the curricular grid, don't being your implantation a MEC's requirement.

Palavras-chaves: *geração de renda, responsabilidade ambiental, inclusão social, cidadania, bem-estar social. (income generation, environmental responsability, social inclusion, citizenship, social welfare.)*

1 Análise do contexto

Mogi das Cruzes, com número total de habitantes em torno 372.419, é um dos poucos municípios do país com amplos remanescentes de Mata Atlântica e, seguramente, um dos mais ricos em biodiversidade em toda a região metropolitana de São Paulo. Dentre estas áreas, destaca-se a Serra do Itapeti com três grandes unidades de conservação ambiental: o Parque Natural Municipal da Serra do Itapeti, com 352,3 hectares; a Estação Ecológica do Itapeti, com 89,47 hectares; e a Reserva Florestal Legal da Pedreira do Itapeti, com 104,5 hectares (*www.pmmc.com.br*). Nesta última, já foi catalogada uma rica biodiversidade, com plantas e animais inclusive ameaçados de extinção. A região também possui um rico patrimônio cultural composto por sítios arqueológicos e por construções históricas, como capelas rurais, edificações de residências de fazendas, tanques e aqueodutos.

No entanto, a Serra do Itapeti tem sofrido intensa degradação em função da falta de fiscalização intensiva, o que permitiu que durante muitos anos a ocupação de áreas ocorresse de forma desordenada, tornando pouco eficazes as leis que determinam e restringem o uso e a ocupação do solo. Como consequência, os remanescentes florestais foram fragmentando-se, ainda que eles representem os principais refúgios para a vida silvestre da região. Pois é aí que se situa o bairro Volta Fria, isto é, entre a Área de Proteção Ambiental do Tietê (APA Tietê) e a Estação Ecológica Serra do Itapeti.

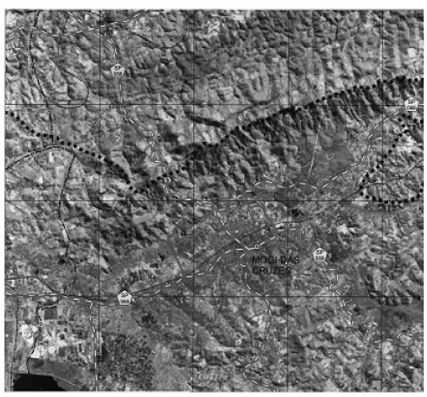
Volta Fria sempre foi considerada pela municipalidade e sociedade mogianas uma região excluída, pois no bairro funcionou por muitos anos o lixão da cidade – um local de disposição de resíduos urbanos sem as devidas medidas sanitárias. O local servia, inclusive, de sustento para dezenas de famílias que retiravam lixo e alimentavam animais como cães e porcos.

Durante muito tempo, as terras daquela localidade tiveram baixo valor venal por causa do lixão e, também, por estarem localizadas geograficamente entre duas grandes unidades de conservação ambiental – o que desfavorece o desenvolvimento. Fatos como este estimularam comunidades inteiras a se instalarem irregularmente na região do entorno do lixão, que, fechado pela Justiça, ocasionou ainda maiores dificuldades às comunidades que permaneceram ali instaladas, sem referencial de dignidade e rumo certo a seguir.

Nas áreas de ocupação irregular, observam-se famílias numerosas, carência cultural, desemprego (principalmente entre jovens e mulheres) e alto índice de infestação de doenças relacionadas à falta de água.

Em termos de infraestrutura, na estrada principal que atravessa o bairro Volta Fria, há iluminação pública precária, sendo que em alguns postes ainda não foram colocadas luminárias. Há apenas uma escola fundamental da rede pública municipal (EMEF Geralda Ferraz de Campos), que atende 54 crianças entre 7 e 10 anos. O transporte público é precário, com apenas três opções de horário durante o dia, sendo que o mesmo funciona de forma deficiente e atende apenas a uma parte reduzida do bairro. A coleta de lixo é realizada três vezes por semana apenas num único período e também atende a uma parte reduzida do bairro. Não há abastecimento de água potável. Não há rede coletora de esgotos, sendo o mesmo lançado a céu aberto. Não há postos de saúde no bairro.

Mapa 01 – Carta Imagem

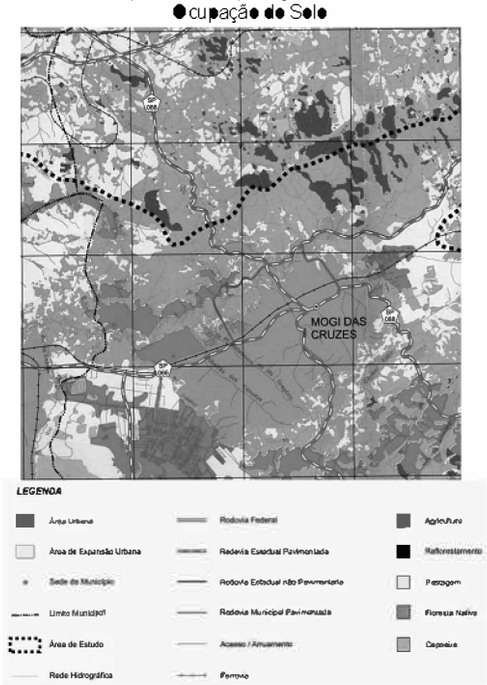


As famílias são numerosas, com até seis filhos e o desemprego é alto, principalmente entre as mulheres. Nesse tocante, temos ainda que um dos fatores que contribuem para o agravamento desse quadro, é que as mães não conseguem se deslocar com facilidade em busca de emprego, por justamente terem muitos filhos pequenos, além de possuírem baixa escolaridade. Já o público adulto masculino trabalha informalmente como caseiros, auxiliares de pedreiro e outras funções associadas à baixa escolaridade e, consequentemente, com baixa remuneração e sem contar, em muitos casos, com o amparo no âmbito trabalhista.

As moradias situam-se em áreas de risco, pois as construções são irregulares e edificadas em áreas com instabilidade de solo.

O grande desafio do projeto é levar Educação Ambiental às famílias de baixa renda, vulneráveis sob o ponto de vista social e, a partir disso, capacitar os moradores dessa comunidade para geração de renda pautada em princípios de uma economia solidária (SINGER, 1998).

Mapa 02 – Interpretação do Uso e Ocupação do Solo



Na Volta Fria falta água, alimento, saúde e cultura. Só por isso já se justifica uma intervenção social por meio de projetos bem-intencionados e estruturados como o Amigos da Serra, o que, a nosso ver, não deixa de ser desafiador à extensão universitária, considerando que vários atores podem e devem trabalhar juntos para a construção de uma nova realidade permeada pela solidariedade, constituindo-se ao mesmo tempo espaços de aprendizagem de cidadania para os múltiplos atores que interagem na sua implementação (CALDERÓN, 2007).

Um outro potencial da comunidade residente no Volta Fria é a proximidade geográfica com as unidades de conservação ambiental APA do Tietê e Estação Ecológica do Itapeti – que restringe, de fato, o crescimento da região. Para a população moradora destas áreas, as questões ambientais tornam-se problemas e não soluções em curto prazo. Com graves problemas habitacionais e ambientais, sem falar no desemprego e na violência, esses locais constituem um desafio crescente à administração e à segurança pública da cidade. Se não houver um trabalho pautado na geração de renda e economia criativa, demais programas socioambientais tendem a fracassar.

[1] Segundo Dimenstein (2005, p.80), projetos comunitários "são ações espontâneas da sociedade civil (ou seja, de cidadãos não ligados ao governo) para atingir algum fim específico dentro da comunidade...".

Neste contexto, o Projeto Amigos da Serra tem como referência e inspiração o fato de que para promover educação ambiental é absolutamente necessário conhecer e agir sobre determinantes da saúde ambiental – estes visceralmente ligados às condições concretas de vida. Assim, este projeto comunitário[1] leva em consideração a multiplicidade de fatores (determinantes da qualidade de vida) e a efetivação de ações sociais, reforçando a cidadania e a vida associativa.

De fato, o pressuposto é de que desenvolvimento local e promoção da saúde caminham juntos e reforçam a base a partir da concentração de iniciativas e benefícios em uma mesma região.

Um outro fator importante e que torna o Amigos da Serra um projeto socioambiental diferenciado é que as oficinas de recreação ambiental infantil buscam não só educar como também monitorar as crianças (principalmente as pequenas) enquanto as mães aprendem a nova profissão – o que as deixa tranquilas e receptivas ao aprendizado.

Outra questão abordada no projeto é que, durante as oficinas, são oferecidos lanches à comunidade, tanto para o público das oficinas de geração de renda como para as crianças, o que, no nosso entender, proporciona tranquilidade às mães para poderem permanecer por mais tempo nas oficinas do projeto.

Além de desenvolver competências específicas para a elevação do nível socioeconômico, a proposta atende a quatro princípios que priorizam o desenvolvimento de habilidades, que permitem um passo a mais em direção à superação do assistencialismo:

a) assegurar a dignidade humana;
b) desenvolver a autonomia;
c) possibilitar ferramentas para a construção do conhecimento;
d) estimular a solidariedade e o empreendedorismo.

2 Justificativa do projeto: a escolha da comunidade

A escolha da comunidade se deu em decorrência de coincidir com anseios da Secretaria Estadual de Meio Ambiente, via Estação Ecológica do Itapeti, que há tempos idealizava realizar um programa de Educação Ambiental com comunidades no entorno da referida unidade de conservação. Assim, com o apoio inicial do responsável pela Estação, Marcos Francisco, lideranças locais e do representante da Secretaria de Educação Ambiental do município de Mogi das Cruzes, o biólogo Ricardo Arouca, Volta Fria foi escolhida como área experimental.

Entretanto, a escolha da comunidade não se deu somente pelo caráter institucional acima mencionado. De fato, o que motivou a escolha dessa localidade, dentre tantas outras, foi o profundo quadro de vulnerabilidade social e ambiental que ali encontramos, como, aliás, demonstramos na análise do contexto.

Reconhecem-se claramente as situações problemáticas dessa comunidade, porém, na mesma medida em que estão postos contundentemente os elementos limitantes ao seu bem-estar, é em suas próprias reais desvantagens locais que percebemos as potencialidades humanas, ambientais e estruturais para a superação de tal quadro, e é a partir disso que se torna possível vislumbrar um desenvolvimento local integrado e sustentável por meio de projetos bem-intencionados e estruturados como o Amigos da Serra.

3 Divulgação

A maneira como se processa o ato comunicativo entre os atores envolvidos no projeto e a sociedade local mais ampla também é, a nosso ver, um ponto importante a ser destacado e, nessa direção, temos que os moradores de Volta Fria viram-se, em muitas oportunidades, "sem voz", isto é, impotentes diante de uma série de dificuldades e problemas que pudemos destacar um pouco antes. Ainda, em algumas situações, chegaram a ser utilizados politicamente de acordo com interesses eleitoreiros.

O fato é que sem ter com quem contar, ou seja, com um poder público que muitas vezes se fez de surdo, cego e mudo, sem na verdade sê-lo, os membros dessa comunidade aos poucos passaram a desconfiar cada vez mais dos elementos externos a ela mesma, até mesmo em função do sentimento social denominado vergonha, pois havia e ainda perdura em alguns setores sociais a estigmatização dessa localidade e de seus membros.

Porém, uma vez que houve a possibilidade de desenvolvimento e realização do Projeto Amigos da Serra na Volta Fria, os moradores engajaram-se nessa luta por direitos de cidadania, percebendo – não sem alguma resistência – que a dimensão da visibilidade pública também é um elemento fundamental de disputa, de modo que as ações desenvolvidas dentro do projeto puderam ser divulgadas por vários meios de comunicação, tais como televisão, rádio, jornal, site da Universidade.

A partir desse momento eles retornaram mais corajosamente ao debate público por meio de sua visibilidade pública e, assim, passam a representar-se no plano cultural, evidentemente dentro de uma perspectiva política, ou seja, de luta por direitos.

4 Dos objetivos

O Projeto Amigos da Serra tem por objetivo maior ser um meio eficaz de geração de trabalho e renda para a população de Volta Fria, que se encontra em grave situação de vulnerabilidade econômica e social. Para isso, o projeto instrumentaliza os participantes, por meio de programas de educação ambiental, a tornarem-se atores de transformação socioambiental, gerando assim, maior bem-estar social e ambiental.

O projeto possui alguns objetivos gerais e outros mais específicos, conforme descrito abaixo:

Gerais

– Contribuir para a formação de cidadãos ativos e críticos, capazes de construir um quadro de maior igualdade e protagonismo social para si e para aqueles com quem convivem. A importância dessa forma de atuação revela-se necessária pelas desfavoráveis condições socioeconômicas e de infraestrutura que atingem esse público alvo.

– Favorecer a economia solidária dentro de uma perspectiva sustentável de desenvolvimento em que a produção, a distribuição e a prevenção dos recursos naturais e sociais fazem parte de um processo de emancipação da "economia comum".

A prática da economia solidária também está atrelada ao processo de comércio justo e à conscientização do consumidor (SINGER, 1998).

– Formar uma cadeia colaborativa entre universidade e comunidade de baixa renda, além de fomentar a troca de saberes entre professores, estudantes e comunidades.

Específicos

– Gerar renda nas famílias vulneráveis do ponto de vista social, por meio da venda de artesanato e produtos de limpeza ecologicamente corretos.

– Implantar um sistema de economia doméstica, a partir de oficinas de culinária com talos, cascas e sementes, além de brinquedos com sucata.

– Estimular programas de reciclagem e o reaproveitamento de resíduos, aproveitando talos, cascas e sementes de alimentos, sobras de papel, caixas Tetra Pak, garrafas PET, óleo usado de fritura.

– Iniciar um programa de Educação Ambiental, atendendo aos princípios do Estatuto da Criança e do Adolescente.

– Incentivar a realização de ações que promovam o desenvolvimento sustentável.

– Iniciar um programa de educação ambiental com comunidades no entorno da Unidade de Conservação Estação Ecológica do Itapeti.

– Diminuir a poluição dos rios da região por meio da disposição de óleo de cozinha usado.

– Diminuir o volume de lixo destinado aos aterros sanitários.

– Incentivar a Economia Criativa e Solidária.

– Contribuir com a organização comunitária.

– Aprimorar as relações entre os vários atores da sociedade civil organizada, com vistas a uma ampliação das possibilidades de parcerias.

– Melhorar a qualidade do ensino superior por meio de uma maior e melhor integração entre ensino, pesquisa e extensão.

– Contribuir para que as IES (Instituições de Ensino Superior), especialmente as particulares, possam desenvolver ainda mais sua RSU (Responsabilidade Social Universitária).

5 Metodologia de execução do projeto

O projeto vem sendo desenvolvido desde agosto de 2006, atendendo até o presente momento a duas comunidades: Vila Oroxó (10 famílias) e Volta Fria (16 famílias).

Na comunidade da Vila Oroxó, foram desenvolvidas oficinas de sabão artesanal e culinária ecológica, além das atividades paralelas de recreação ambiental infantil. Já na comunidade da Volta Fria, durante o primeiro semestre de 2007, foram desenvolvidas oficinas de geração de renda, economia doméstica e recreação ambiental infantil, sendo que esta última ocorre paralelamente às outras oficinas, com o intuito mesmo de proporcionar tempo integral de aprendizado aos pais.

A coordenação geral do projeto é realizada pelos professores do curso de Gestão Ambiental Silvia Cabral e Michel Mott. Todas as atividades realizadas na comunidade são planejadas, coordenadas e executadas pelos universitários de vários cursos (Gestão Ambiental, Administração de Empresas, Química, Enfermagem, Pedagogia, entre outros) que trabalham em caráter voluntário, sendo que a orientação dos alunos é realizada pelos professores do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental. As reuniões técnicas são realizadas no Núcleo de Ciências Sociais Aplicadas da UMC – NCSA.

Definida a agenda de oficinas, os universitários iniciam os trabalhos de preparação do material didático-pedagógico sob a orientação dos docentes responsáveis e, na medida em que os universitários se sentem preparados para o trabalho junto à comunidade, são realizadas as oficinas, conforme seguem:

Oficinas de Geração de Renda

Artesanato com caixas Tetra Pak, garrafas plásticas e papel:

a) utilização de caixas de suco, leite e garrafas PET, promovendo a reutilização de matérias-primas e, consequentemente, reduzindo os resíduos urbanos;

b) gerar renda através da comercialização de caixas de presentes, porta-trecos e enfeites,

c) ensino lúdico sobre procedimentos de reutilização de materiais e redução de lixo.



Fig. 1 *Fotos 5 e 6: oficinas de geração de renda e economia doméstica – Volta Fria, 2007.*

Produtos de limpeza artesanais:

a) utilização de óleo de cozinha usado em frituras, promovendo a reutilização de matérias-primas com vistas a reduzir resíduos urbanos;

b) diminuição da poluição dos cursos d'água e lençóis subterrâneos pelo despejo de óleo de fritura no solo e na rede pública de coleta de esgotos;

c) utilização de produtos naturais nas receitas de detergentes biodegradáveis;

d) geração de renda a partir da comercialização de produtos caseiros.



FIG. 2 *Foto 7: artesanato confeccionado com sucata – Volta Fria – projeto experimental.*

Oficinas de Economia Doméstica

Culinária Ecológica e Brinquedos com sucata:

a) utilização de cascas, talos e folhas, promovendo o aproveitamento integral dos alimentos com redução dos resíduos orgânicos;

b) diminuição dos gastos familiares com alimentação e compra de brinquedos infantis;

c) melhoria nutricional do cardápio com redução do desperdício de alimentos;

d) redução da desnutrição infantil;

f) ensino lúdico sobre procedimentos de higienização e limpeza dos alimentos.

Oficinas Pedagógicas Infantis

Recreação Ambiental Infantil:

a) auxiliar as mães de crianças pequenas durante o processo de aprendizagem;

b) garantir às crianças a proteção social e criar as "oportunidades e facilidades, a fim de lhes facultar o desenvolvimento físico, mental, moral, espiritual e social em condições de liberdade e de dignidade" (art.3º. da Lei no. 8.069/1990 – ECA).

As atividades pedagógicas são divididas em dois grupos: crianças de 2 a 6 anos, chamada de 1ª infância, e crianças de 7 a 12 anos. Em todas as oficinas são programados intervalos para alimentação e descanso, nos quais os estudantes universitários fornecem lanches e sucos aos participantes.



FIG. 3 *Foto 8: receitas de culinária ecológica elaboradas durante o projeto experimental – Volta Fria, 2007.*



FIG. 4 *Foto 9: brinquedos com sucata – Vila Oroxó, 2006.*

Atividades ambientais na primeira infância:

Às crianças de zero a seis anos, são programados contos, cantigas de roda, teatro de fantoches e recreação ao ar livre.

A ação educativa com crianças de 0 a 3 anos tem como objetivo o desenvolvimento da capacidade de explorar o ambiente, o relacionamento com pessoas (amigos e professores) durante a atividade, estabelecer contato com pequenos animais, plantas e com objetos diversos. O educador deve estimular a curiosidade e o interesse de cada um.

O trabalho ambiental nessa fase deve estar inserido no cotidiano das crianças. Não são selecionados blocos de conteúdos, mas destacam-se idéias relacionadas aos objetivos definidos anteriormente e que podem estar presentes nos mais variados contextos que integram a rotina infantil (histórias, brincadeiras, jogos, canções, exploração de ambientes, contato com fauna e flora e conhecimento do corpo).

Nesta faixa etária são propícias atividades de exploração e de observação, de modo que as crianças possam construir as primeiras noções a respeito das pessoas, do grupo social e das relações humanas. A exploração do espaço e o contato com a natureza constituem experiências necessárias para o desenvolvimento e aprendizagem infantis.

O contato com pequenos animais, como formigas, peixes e passarinhos, pode ser proporcionado por meio de atividades que envolvam a observação, a troca de idéias entre as crianças, o cuidado e a criação, sempre com ajuda do adulto. O ideal é que os primeiros contatos sejam com animais em liberdade, para que as crianças não tenham uma visão distorcida da natureza.

Dentre as atividades desenvolvidas, podemos citar:

– Contos indígenas: "A Canoa Encantada", Orlando Vilas Boas (traduzido da Tribo Xingu); material pedagógico: objetos confeccionados pela Tribo Guarani.

– Cantiga de Roda adaptada para a proteção animal: "O gato", domínio público, adaptação da música: Atirei o pau no gato: Sílvia Cabral; material pedagógico: CD com a melodia da música.

– Teatro de fantoches adaptado para a proteção animal: "Os três porquinhos e o lobo bom", adaptação do conto Os Três Porquinhos: Sílvia Cabral; material pedagógico: fantoches e bonecos.

– Recreação ao ar livre: "Duplicação", autor: Joseph Cornell; material: sementes de pitanga, jerivá e palmito.

– Teatro com fantoches: "Bolinha de sabão", autora: Sílvia Cabral; produção: Companhia de teatro ambiental Muqui; músicas: crianças da tribo Guarani, Hélio Ziskind e cantigas de domínio público.



Fig. 5 *Foto 10: cenas da peça "Bolinha de Sabão" – Volta Fria, 2007.*

Atividades ambientais com crianças a partir de sete anos:

Para as crianças a partir de sete anos são programadas atividades de recreação ambiental ao ar livre, que são entendidas como atividades educativas de interpretação ambiental, realizadas em contato com a natureza e de acordo com o especificado nas áreas naturais.

Seu principal objetivo é propiciar a oportunidade de conhecer, de forma lúdica, os atributos e valores ambientais. Para esta fase, os objetivos estabelecidos para a faixa etária de 0 a 3 anos devem ser aprofundados e ampliados, garantindo-se que as crianças sejam capazes de: 1) demonstrar curiosidade pelo mundo social e natural, formulando perguntas, imaginando soluções, manifestando opiniões próprias sobre os acontecimentos, buscando informações e confrontando idéias; 2) estabelecer algumas relações entre o modo de vida característico de seu grupo social e de outros grupos; 3) propor algumas relações entre o meio ambiente e as formas de vida que ali se estabelecem, valorizando sua importância para a preservação das espécies e para a qualidade da vida humana.

Os conteúdos estão organizados em cinco blocos:

– organização dos grupos e seu modo de ser, viver e trabalhar;

– participação em atividades que envolvam histórias, brincadeiras, jogos e canções que digam respeito às tradições culturais de sua comunidade e de outras;

– conhecimento de modos de ser, viver e trabalhar de alguns grupos sociais do presente e do passado;

– identificação de alguns papéis sociais existentes em seus grupos de convívio, dentro e fora da instituição;

– valorização do patrimônio cultural do seu grupo social e interesse por conhecer diferentes formas de expressão cultural.

O trabalho com estes grupos pode fomentar reflexões sobre a diversidade de hábitos, modos de vida e costumes, e propiciar o conhecimento da diversidade de hábitos existentes no seu universo. Uma atividade interessante é trabalhar o tema vestimenta dos povos e a caça de animais silvestres. Outra idéia é trabalhar a relação de amor e respeito de alguns povos em relação aos animais, como a vaca na Índia, os cangurus na Austrália, os pandas no Japão, as tartarugas-marinhas no Brasil. Ainda em relação à diversidade, podem ser estimulados trabalhos ligados à tradição da medicina alternativa desenvolvida por diversos povos de todo o mundo.

O estudo dos componentes da paisagem, que sofreu ou não mudanças pela ação do homem, também é propício nessa faixa etária. Se, por um lado, os fenômenos da natureza condicionam a vida das pessoas, por outro, o ser humano vai modificando a paisagem à sua volta, transformando a natureza e construindo o lugar onde vive em função de necessidades diversas.

É importante que as crianças possam também aprender a indagar e a reconhecer relações de mudanças e permanências nos costumes. Assim, sugerem-se atividades como: observação da paisagem (rio, vegetação, construção, floresta, campo, dunas, mar, montanhas); álbum de fotografias ou revistas que contenham paisagens onde viviam os avós; melhoria da paisagem da escola ou da casa (a critério dos alunos). Dentro dessa perspectiva a paisagem é dinâmica, e observar as mudanças e as permanências que ocorrem no lugar onde as crianças vivem é uma estratégia interessante para que elas percebam esse dinamismo. A conversa com pessoas da comunidade é outro recurso que pode ser utilizado, principalmente com aquelas que testemunharam as transformações pelas quais a paisagem do lugar já passou.

O contato com representações nos mapas de ruas, globos terrestres e croquis pode ocorrer com a mediação do professor. Esse contato permite à criança reconhecer a função social atribuída a essas representações, reconhecendo locais como rios, matas e áreas construídas.

O contato direto com o ambiente (experiência) desperta nas crianças uma melhor percepção sobre o meio e, consequentemente, facilita a compreensão da degradação ambiental.

6 Plano de Avaliação

Num projeto há momentos de planejamento, outros de execução e, ainda, requerem-se monitoramentos ou avaliações periódicas para que se verifique a eficiência e a eficácia das ações propostas, ou seja, comparar os resultados obtidos com os esperados.

Assim, as ações do projeto devem ser acompanhadas trimestralmente, considerando-se os seguintes itens:
a) **objetivo específico**: aumento da renda familiar e economia doméstica no mês;
b) **indicadores de resultados:** número de profissionais capacitados, nível de desempenho dos participantes, tipos de produtos comercializados;
c) **meios de verificação**: comparação com a renda anterior à capacitação, entrevista pessoal com os capacitados e relatório final com "livro-caixa";
d) **observação-pontos de venda**: feiras livres, eventos ambientais, congressos e seminários socioambientais.

7 Sustentabilidade e continuidade das ações

A sustentabilidade do projeto depende muito do fator humano, como empenho dos docentes, estudantes universitários, comunidade e voluntários. Mas existem elementos que podem favorecer a continuidade das ações, como:
a) o baixo custo de aquisição de materiais de apoio;
b) a disponibilidade de matéria-prima;
c) pontos de venda;
d) escoamento dos produtos;
e) demanda;
f) programas de educação ambiental;
g) canais de divulgação do projeto.

Os elementos financeiros que podem contribuir para a continuidade do programa podem ser parcerias com o setor privado, por exemplo: durante o projeto experimental, as empresas AS – Projetos Ambientais S/C Ltda., Pedreira Itapeti S.A. e Companhia de Teatro Ambiental Muqui contribuíram voluntariamente para aquisição de lanche, reprodução de apostilas e encenação de uma peça de teatro de fantoches que fala sobre preservação da água.

Os elementos técnicos como metodologias, estratégias e planejamento, que podem contribuir para a continuidade do projeto, deverão ser trabalhados em cada disciplina de apoio, na medida em que forem sendo efetuados os relatórios finais de avaliação.

Já em relação à comunidade, os elementos que irão favorecer a continuidade do programa estão diretamente relacionados à geração de renda e aumento da economia doméstica, com reflexos efetivos na melhoria da qualidade de vida das pessoas.

8 Estratégias de venda dos produtos

No que tange a prática comercial dos produtos oriundos do projeto, têm-se as seguintes estratégias iniciais:
a) a partir de visitas a centros comerciais na cidade de São Paulo (onde os materiais de apoio são vendidos a preços baixos);
b) auxílio no contato com representantes da Prefeitura, responsáveis pelas feiras de artesanato na região (onde poderão ser escoados os materiais confeccionados);
c) envolvimento dos universitários do curso de Administração de Empresas para desenvolver mecanismos de aumento das vendas dos produtos.

O papel da universidade após a implementação do projeto é: a) manter a qualidade do trabalho de Extensão Universitária; b) fomentar e estreitar parcerias entre os cursos correlatos; c) publicar a experiência do projeto Amigos da Serra, incluindo as receitas e o "como fazer" de cada produto, além das atividades pedagógicas desenvolvidas; d) estimular e instrumentalizar metodologicamente a organização social e a incubação de cooperativas populares; e) fortalecer o Núcleo de Ciências Sociais Aplicadas da UMC, buscando parcerias com o setor privado e demais núcleos de pesquisa.

9 Referências

CALDERÓN, Adolfo Ignacio. **Educação superior: construindo a extensão universitária nas IES particulares**. São Paulo: Xamã, 2007.

DIMENSTEIN, Gilberto. **Aprendiz do futuro: cidadania hoje e amanhã**. 10a. ed. São Paulo: Ática, 2005.

SINGER, Paul. **Uma utopia militante: repensando o socialismo**. Petrópolis: Vozes, 1998.

Legislação

Lei n. 8.069 de 13/07/90. Estatuto da Criança e do Adolescente.

Sites

www.pmmc.com.br (Prefeitura Municipal de Mogi das Cruzes).

10 Título do projeto

Amigos da Serra: geração de renda com responsabilidade ambiental.

Identificação da área ou subárea (tabela FAPESP): 6.03.08.00-1 Economia do Bem-estar social.

Objetivos gerais a) contribuir para a formação de cidadãos ativos e críticos; **b)** estimular a economia solidária; **c)** formar uma cadeia colaborativa entre universidade e comunidade de baixa renda. **Objetivos específicos: a**) gerar renda nas famílias a partir da venda de artesanato e produtos de limpeza ecologicamente corretos; **b)** implantar um sistema de economia doméstica por meio de oficinas de culinária com talos, cascas e sementes, além de brinquedos com sucata; **c**) estimular programas de reciclagem e o reaproveitamento de resíduos; **d**) iniciar um programa de Educação Ambiental, atendendo aos princípios do Estatuto da Criança e do Adolescente; **e**) iniciar um programa de educação ambiental com comunidades no entorno da Unidade de Conservação Estação Ecológica do Itapeti; **f**) diminuir a poluição dos rios da região e o volume de lixo destinado aos aterros sanitários.

Proposta para desenvolvimento do projeto: o projeto inclui quatro subprojetos: 1) oficinas de artesanato voltadas para adolescentes e adultos, utilizando resíduos como matéria-prima; 2) oficinas de recreação ambiental para crianças, com teatro de fantoches, contos, histórias, pintura, recreação ao ar livre; 3) oficinas de economia doméstica com o reaproveitamento de sobras da culinária e brinquedos com sucata; 4) estratégias de venda e comercialização dos produtos.

Todo esse processo é concebido de forma holística e pautado em diretrizes pedagógicas de valorização do indivíduo e de seu potencial de escolha, aliando programas voltados para práticas geradoras de renda, comércio solidário, economia doméstica e responsabilidade ambiental.

Valor investido ou financiado e contrapartidas: R$ 8.400,00.

Fonte(s) de financiamento(s) externa(s) à Universidade: o projeto foi custeado entre alunos, a professora coordenadora Silvia Cabral e uma mineradora local, que custeou a reprodução de apostilas e lanche para a comunidade durante as oficinas.

Financiamento interno: não houve até a presente data.

Potencial de difusão da metodologia: existem várias comunidades com características sociais, econômicas e ambientais similares, inclusive no nível de gravidade, o que, a nosso ver, capacita a metodologia aplicada neste projeto para a intervenção em outras localidades na mesma região.

Principais dificuldades na realização do projeto: o grande desafio é levar Educação Ambiental às famílias de baixa renda vulneráveis do ponto de vista socioeconômico e, por meio desta, capacitá-las para formas criativas de geração de trabalho e renda de forma sustentável. Além disso, os mecanismos de sustentabilidade econômico-financeira do projeto também são importantes elementos dificultadores à sua realização.

Aplicação de ensaios biológicos na avaliação da qualidade da água do rio Tietê, no entorno da ETE Suzano

S. I. Borrely[1], *N. Hamada*[1], *K. Okazaki*[1], *M. F. Suzuki*[1], *T. Kawano*[2], *L. F. Tallarico*[2], *V. S. Grazeffe*[2], *C. A. de B. Pereira*[3], *F. P. Ohlweiler*[4], *Ivana Wuo Pereira*[5]; *R. D. Sposito*[5], *S. R. Santana*[5], *E. Nakano*[2]

[1] Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN – CNEN/SP - Av. Prof. Lineu Prestes, 2.242, Cidade Univ. – SP – CEP 05508-000
[2] Instituto Butantan, Laboratório de Parasitologia - Av. Vital Brasil, 1500 – Butantã – São Paulo – SP – CEP 05503-900
[3] Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo (IME-USP) Rua do Matão, 1010, Cidade Universitária – São Paulo – SP – CEP 05508-090
[4] Superintendência de Controle de Endemias, SUCEN, Laboratório de Malacologia - Rua Paula Sousa, 166, São Paulo – SP – CEP 01027-000
[5] Cia. de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, SABESP/SUZANO - Rua Major Pinheiro Froes, 1.560, Suzano – CEP 08680-000

O objetivo deste trabalho foi identificar os efeitos biológicos de águas e efluentes tratados na ETE Suzano e lançados no rio Tietê. O caramujo de água doce *Biomphalaria glabrata* e as células CHO-K1 foram apresentados como novos modelos para a avaliação da toxicidade. Os ensaios de toxicidade aguda normatizados e validados com o microcrustáceo *Daphnia similis* e a bactéria luminescente *Vibrio fischeri* serviram de referência para comparação e validação das novas metodologias. Após três campanhas realizadas em um período de dois anos, foram comparados os dados de toxicidade das amostras de água do Rio Tietê coletadas no entorno e na ETE Suzano. Houve uma correlação positiva entre as respostas apresentadas pelos quatro sistemas. Em todas as campanhas, foram detectados altos níveis de toxicidade no afluente da estação de tratamento em todos os sistemas: os maiores níveis de toxicidade foram observados na primeira campanha. As amostras coletadas após o tratamento biológico apresentaram redução significativa na toxicidade aguda nos quatro sistemas. Os resultados obtidos neste estudo sugerem que o ensaio com a bactéria *V. fischeri* e o teste de citotoxicidade com células CHO são os mais sensíveis, pois apresentaram respostas positivas para todos os pontos e amostragens.

The aim of this study was to identify biological effects for waters and for treated effluents in the Suzano wastewater treatment plant (ETE Suzano) and discharged into Tietê River. The freshwater snail Biomphalaria glabrata and CHO cells were proposed as new models for the evaluation of toxicity. The validated acute toxicity assays with Daphnia similis and Vibrio fischeri served as references for comparison and validation of new methodologies. Data from three samplings from River Tietê nearby and in the ETE Suzano were compared. There was a positive correlation among responses from all the systems. High toxicity was detected in the station affluent in all samplings and biological systems: the highest toxicity levels were observed in the first sampling. There was a significant decrease in the toxicity after biological treatment at wastewater plant in all systems. Our results suggest that the assay with bacteria V. fischeri and citotoxicity in CHO cells were the most sensitive, since they showed positive responses to all samplings.

Palavras-chaves: *águas, efluentes, bacia hidrográfica Alto Tietê, ETE Suzano, toxicidade, citotoxicidade, Biomphalaria glabrata, Daphnia similis, Vibrio fischeri, células CHO. (waters, effluent, Alto Tietê hydrographic basin, ETE Suzano, toxicity, cytotoxicity, Biomphalaria glabrata, Daphnia similis, Vibrio fischeri, CHO cells.)*

1 INTRODUÇÃO

O Rio Tietê apresenta-se entre os mais importantes do Brasil, não somente pelo seu "caudal volumoso", significado indígena de Tietê, mas pela função histórica, ligada às conquistas territoriais pelos bandeirantes. Atravessa a cidade de São Paulo e, dentro dos limites da cidade, recebe dois afluentes principais: o rio Tamanduateí e o rio Pinheiros (Branco, 1983).

Nascendo a 840 metros de altitude, em Pedra Rachada, próximo à Serra do Mar, com vazão média de 50 metros cúbicos por segundo, o rio Tietê vai desaguar no Paraná, com cerca de 600 metros cúbicos por segundo, vazão superior a alguns dos rios mais importantes do mundo. Ainda na cidade de Salesópolis, as águas do rio são represadas para compor o Reservatório da Ponte Nova.

Na região do Alto Tietê, ao atravessar as cidades de Biritiba Mirim, Mogi da Cruzes, até Suzano, o rio Tietê recebe efluentes industriais diversificados e complexos e esgotos *in natura*. Parte dos esgotos municipais e efluentes industriais é tratada na Estação de Tratamento de Esgotos de Suzano (ETE Suzano; CETESB, 2005), como mostra a Figura 1. Levantamentos de carga tóxica desses efluentes indicaram as indústrias químico-farmacêuticas, metalúrgica e têxteis como as mais críticas (Zagatto, 1992). Embora em menor proporção, os despejos industriais respondem por cerca de 60% da carga orgânica recebida na estação (Borrely, 2001).

Avaliações de toxicidade dos principais despejos industriais lançados em Suzano, entre julho e novembro de 1981, mostraram altas concentrações de metais nos efluentes de duas indústrias metalúrgicas e no esgoto bruto da estação de tratamento (Gherardi-Goldstein et al., 1983). Estudo posterior mostrou um agravamento na contaminação associada ao lançamento de efluentes industriais, atingindo níveis elevados o suficiente para interferir na eficiência do processo biológico de tratamento (Borrely, 2001).

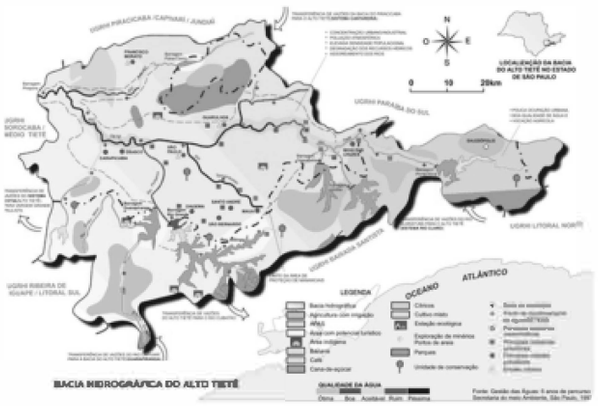


FIG. 1 *Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (Fonte: http://wwwcomiteat.sp.gov.br, em maio/2004)*

A avaliação dos efeitos biológicos de poluentes químicos baseia-se, principalmente, nos ensaios de toxicidade aguda e crônica. A letalidade e a imobilização em organismos jovens são os parâmetros mais usados, enquanto efeitos crônicos são evidenciados com exposições prolongadas a concentrações subletais dos contaminantes aquáticos (Doust et al., 1994; Cooney, 1995; Rand, 1995).

Grande parte dos estudos de toxicidade aquática tem gerado respostas com base em efeitos agudos, entretanto, os programas oficiais de monitoramento do ambiente aquático têm exigido a realização de ensaios de toxicidade crônica com a análise de efeitos na fecundação, desenvolvimento embriolarval, reprodução e produção de biomassa. Os testes de mutagenicidade vêm sendo progressivamente incluídos no monitoramento ambiental pela constatação da presença de compostos mutagênicos na maioria das fontes de poluição (Claxton et al., 1998; Ohe et al., 2004) e pelo potencial efeito sobre os ecossistemas: mutações nas células germinativas podem afetar diretamente o potencial reprodutivo das populações através da redução na fecundidade e na viabilidade da prole (Depledge, 1998).

O objetivo geral deste trabalho é identificar os efeitos biológicos de águas e efluentes tratados na ETE Suzano e lançados no rio Tietê. O projeto compreende dois níveis de avaliação. Quatro ensaios de toxicidade compõem o primeiro nível do estudo, que avaliará os efeitos tóxicos agudos em *Daphnia similis*, *Biomphalaria glabrata* e *Vibrio fischeri*, além da citotoxicidade em células de ovário de *hamster* chinês (CHO). No segundo nível, serão avaliadas a toxicidade crônica em *Ceriodaphnia dubia* e a mutagenicidade *in vitro* em CHO e *in vivo* em *B. glabrata*.

Neste trabalho, são apresentados dados dos ensaios de toxicidade aguda e de citotoxicidade.

Os ensaios de toxicidade aguda com *Daphnia similis* e com a bactéria marinha *Vibrio fischeri* são padronizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), sendo utilizados pela CETESB para o controle de efluentes líquidos industriais e da qualidade das águas superficiais e subterrâneas, além de controle da toxicidade de substâncias químicas (Borrely, 2001). Além de servir de referencial dos efeitos tóxicos, esses ensaios podem auxiliar no gerenciamento da carga tóxica lançada na estação de tratamento, que pode reduzir a eficiência do tratamento biológico, quando demasiadamente elevada, além de avaliar a eficiência do tratamento quanto à redução da toxicidade.

O caramujo de água doce *Biomphalaria glabrata* é um modelo proposto neste estudo para a avaliação da toxicidade e mutagenicidade. Apresenta como vantagens a facilidade de manipulação, criação e manutenção em laboratório e ciclo de vida curto. Permite, além disso, a avaliação de efeitos sobre embriões, uma vez que o desenvolvimento embrionário já foi descrito e apresenta estádios bem definidos e facilmente reconhecíveis (Camey & Verdonk, 1970; Kawano et al., 1992). Esse sistema tem sido empregado em estudos de efeitos tóxicos de agentes químicos e físicos (Kawano et al. 1979; Kawano & Simões, 1986; Ré & Kawano, 1987; Okazaki & Kawano, 1991; Yamamoto et al., 1996). Mais recentemente, foi estabelecido o uso da *Biomphalaria* no monitoramento de compostos mutagênicos (Nakano et al., 2003; Tallarico et al., 2004; Estevam et al., 2006). O investimento nesse novo modelo biológico justifica-se, além das vantagens apontadas, pela sua importância ecológica. Os moluscos constituem o segundo maior filo animal e, dentro deste filo, os gastrópodes representam 80% das espécies.

A verificação da ocorrência de efeitos tóxicos em ambiente aquático e a não-indução de efeitos tóxicos nos rios para o controle de lançamentos de efluentes passam a ser uma obrigatoriedade no território nacional pela Resolução CONAMA 357, visando, sobretudo, à proteção das comunidades aquáticas (CETESB, 2005).

Sendo o rio Tietê o mais importante para o estado de São Paulo, cabem todos os esforços no sentido de buscar melhorar a qualidade de suas águas, e parte do conhecimento adquirido com este estudo deverá ser aplicada a outras localidades com a participação da comunidade, além de tantas outras ações necessárias. Devemos salientar que em 2005 a CETESB realizou ensaios ecotoxicológicos com o organismo *Ceriodaphnia dubia* em 143 pontos de monitoramento no Estado, sendo que 25,30% dos resultados foram considerados não conformes para rios de classe 2. Na região do Alto Tietê, esses ensaios evidenciaram efeito crônico em 26% das amostras e outros 7% das amostras de águas apresentaram efeito agudo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta de amostras:

a ETE Suzano, SABESP/SP, localizada no município de Suzano, opera através de sistemas de lodos ativados, nível secundário, vazão média nominal de 1.500 L/seg. Essa estação foi projetada para receber esgotos domésticos e não domésticos dos municípios de Ferraz de Vasconcelos, Mogi das Cruzes, Suzano, Poá e Itaquaquecetuba, atendendo a uma população estimada em 390.000 habitantes (670.000 pelo projeto), pois parte dos esgotos de Itaquaquecetuba vai para a planta de São Miguel Paulista. A ETE é a referência do projeto, a partir da qual foram escolhidos quatro pontos de amostragem, a saber: (P1) afluente à estação, a 200 metros a montante da ETE; (P2) afluente à estação – saída do esgoto das grades medianas; (P3) efluente final tratado, imediatamente antes do lançamento;

(P4) rio Tietê, a jusante da ETE e 200 metros do lançamento do efluente. O ponto (P0) é o controle, localizado no reservatório da Ponte Nova, em Salesópolis (Figuras 2 a 6). A amostragem e transporte das amostras foram realizados pela SABESP.



Fig. 2 *Barragem Ponte Nova – Ponto 0*



Fig. 3 *Rio Tietê 200m a montante da ETE Suzano – Ponto 1*



Fig. 4 *Afluente ETE Suzano – Ponto 2*



Fig. 5 *Efluente final ETE Suzano – Ponto 3*



Fig. 6 *Rio Tietê 200m a jusante da ETE Suzano – Ponto 4*

2.2 Ensaios ecotoxicológicos

Os microcrustáceos *Daphnia similis* foram cultivados no Laboratório de Ensaios Biológicos Ambientais do CTR-IPEN, em água natural procedente do Reservatório Paiva Castro, Mairiporã, São Paulo, coletada com uma frequência trimestral. Essa água é utilizada para cultivo e diluição das amostras do ensaio, precedida de ajuste da dureza da água entre 44 e 48 mg/L de $CaCO_3$ (ABNT 12713, 2004). Os parâmetros físico-químicos pH, oxigênio dissolvido e condutividade foram controlados.

Ensaio de toxicidade aguda com *Daphnia similis* – organismos jovens, com idade entre 6 e 24 horas de vida; o resultado obtido pelo percentual de imobilidade dos organismos em função da concentração na qual se observa efeito (imobilidade dos organismos-teste). Os ensaios foram realizados com controles negativos. A partir do número de organismos imóveis por concentração da amostra, foram calculadas as concentrações nominais das amostras no início dos ensaios que causaram imobilidade a 50% dos organismos, a CE(I)50.

Para os cálculos dos valores de CE(I)50 e intervalos de confiança, foi aplicado o teste estatístico com o programa

"Trimmed Spearman Karber", com correção de Abbott, que é um fator utilizado para se ajustar o número de organismos afetados em cada concentração do ensaio em relação ao número de organismos afetados no controle.

A bactéria *Vibrio fischeri* – ensaio com a bactéria marinha luminescente *Vibrio fischeri* foi realizado com o Sistema Microtox?, modelo M-500 da Microbics, de acordo o Método de Ensaio CETESB L5.227, de 1987. As bactérias liofilizadas utilizadas nos ensaios, da marca UMWELT Ltda., foram armazenadas em freezer a -80°C. Para a realização do ensaio, as bactérias foram reidratadas com 0,35 mL da solução de reconstituição (água ultrapura) e mantidas a 3°C durante todo o ensaio, na câmara de pré-resfriamento ou cubeta estoque. A temperatura do ambiente é mantida abaixo de 17°C. A salinização das amostras de água e efluentes foi realizada ao se iniciar o ensaio pela adição de 0,2 mL de solução salina de NaCl 22%, para a amostra de maior concentração e já na cubeta da série de preparo das amostras.

Após a leitura inicial (I_0), foram feitas as transferências de 900μL de cada amostra para as câmaras de incubação contendo a suspensão bacteriana. Nas cubetas do controle acrescentou-se somente a solução de diluição. Transcorridos 15 minutos a partir da transferência foi feita a segunda leitura (I_{15}) da luminescência. A análise estatística foi empregada para calcular os valores da CE(I)50 (%) com base no valor do efeito gama (quociente entre a luz perdida e a luz remanescente) e a concentração da amostra, realizada com a Versão 7.82 do programa desenvolvido pela Microbcs Corp.

Ensaios com *Biomphalaria glabrata*

Foram utilizados espécimes adultos e embriões (Figuras 7 e 8) do caramujo *Biomphalaria glabrata*, coletados em Barreiro (Belo Horizonte, Minas Gerais), mantidos em laboratório durante várias gerações. Os caramujos são mantidos em aquários plásticos (medindo 50 x 23 x 17 cm), com água filtrada e aeradores. A alimentação é diária com alface fresca *ad libitum* e a troca de água é realizada a cada 15 dias.



Fig. 7 *espécime adulto de B. glabrata*

Determinação da concentração letal (CL_{50}) em adultos

Foram utilizados 30 espécimes com diâmetro de 10 a 13 mm, sendo 10 caramujos por grupo. As concentrações foram escolhidas com base em um experimento preliminar, utilizando a amostra bruta.

Os organismos foram colocados em copos de vidro com capacidade de 180 ml, com um plástico transparente para vedar o copo e uma tampa plástica, para que o organismo-teste permanecesse em contato com a substância. O tempo de exposição foi de 24 horas e os organismos foram observados durante um período de 10 dias. Um grupo controle foi mantido nas mesmas condições experimentais. A variável observada no teste foi a mortalidade. A morte foi comprovada pela ausência de batimentos cardíacos durante 2 minutos de observação. Outro critério auxiliar para a verificação da morte dos caramujos foi o aspecto pálido da concha como consequência da perda da hemolinfa.

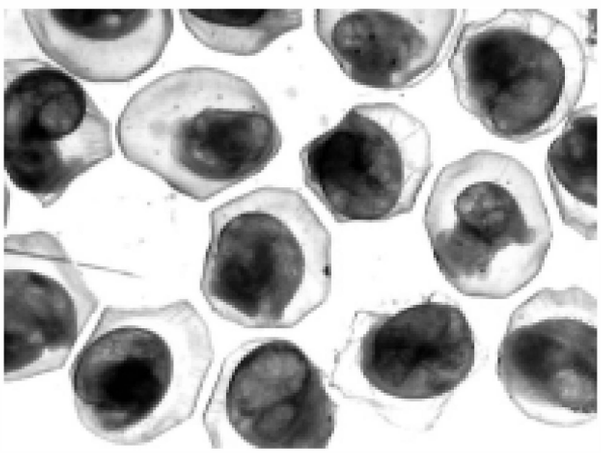


Fig. 8 *embriões de B. glabrata*

Para a análise estatística da CL_{50} e os intervalos de confiança, foi utilizado o método dos probitos (programa PROBITCF) desenvolvido no Departamento de Biologia-Genética, Instituto de Biociências – USP.

Determinação da concentração letal (CL_{50}) em embriões

A exposição foi realizada em embriões nos estádios de blástula (0-15 horas, após a primeira clivagem do ovo), gástrula (24-39 horas), trocófora (48-87 horas) e véliger (96-111 horas).

Plásticos transparentes colocados nos aquários serviram como substrato para a oviposição. Todas as desovas íntegras depositadas nos plásticos foram coletadas e colocadas em placas de Petri contendo água filtrada e declorada. As desovas foram observadas ao microscópio estereoscópico e classificadas de acordo com o desenvolvimento embrionário.

Foram expostas às soluções 5 desovas de cada estádio, por 24 horas, e colocadas separadamente em placas de Petri. Após esse período, as desovas foram lavadas com água filtrada e recolocadas na placa com água filtrada e observadas durante 8 dias. Um grupo controle foi mantido em água filtrada nas mesmas condições. A análise levou em consideração a mortalidade embrionária.

Para a análise estatística da CL_{50} e os intervalos de confiança, foi utilizado o método dos probitos (programa PROBITCF) desenvolvido no Departamento de Biologia-Genética, Instituto de Biociências – USP.

2.3 Teste de citotoxicidade in vitro

Cultivo de células CHO: células CHO-K1, subclones de células de ovário de *hamster* Chinês (*Cricetulus griseus*), em fase exponencial de crescimento, foram mantidas em garrafas de cultura de 25 cm^2 contendo meio RPMI 1640 (Cultilab, Campinas-SP), suplementado com 10% de soro fetal bovino (Cultilab, Campinas-SP), 1% de penicilina e estreptomicina (Gibco), sob atmosfera de 5% de CO_2, a 37° C. O subcultivo foi realizado a cada três dias quando foi atingida a confluência.

Ensaio de citotoxicidade: teste de formação de colônias

Para a avaliação da citotoxicidade das amostras ambientais, foi utilizado o ensaio de formação de colônias. Para tanto, foram semeadas 200 ou 250 células em placas de cultura de 60 mm de diâmetro incubadas com meio RPMI 1640 (Cultilab, Campinas – SP) adicionado de soro fetal bovino 10% (Cultilab, Campinas – SP) e antibióticos (estreptomicina e penicilina) por 24h, a 37°C e 5% de CO_2.

Foram utilizadas três diluições das amostras coletadas dos pontos P0 a P4, 10%, 20% e 50%. Estas foram adicionadas às células após filtragem em seringa de 10 ml com filtro de porosidade 0,22 μm (Millex, USA). O tempo de exposição foi de 24 horas. Após este período, as amostras foram substituídas por novo meio de cultura e as placas, incubadas por oito a onze dias. As colônias de células foram fixadas com formol a 10% por 30 minutos e coradas com Giemsa 20%, pH 6,8, por 30 minutos. Paralelamente, foram feitos ensaios de formação de colônias utilizando-se dois agentes químicos: mitomicina C, sabidamente clastogênico, e colchicina, aneugênico, para servir de controle positivo para os ensaios, com tempo de exposição de 24 horas.

O número de colônias formadas para cada placa foi analisado no contador de colônias CP600 (Phoenix). Todos os ensaios foram realizados em triplicata.

Os resultados foram expressos em fração de sobrevida (FS), calculada pela fórmula: FS = (número de colônias contadas da amostra/número de células semeadas) x (eficiência de plaqueamento x 100). A eficiência de plaqueamento foi calculada para a amostra da cultura não tratada segundo a fórmula: EP = (número de colônias contadas/número de células semeadas) x 100. Os dados obtidos foram ajustados pela equação $Y = e^{-\alpha D.-\beta D2}$., onde Y é a fração de sobrevida, α e β são constantes do modelo e D é a concentração da amostra ambiental.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da avaliação da toxicidade aguda e da citotoxicidade das amostras de água do Rio Tietê, no entorno da ETE Suzano, estão apresentados nas Tabelas 1 a 4.

Na Tabela 1, estão mostrados os valores de CE(I)50 para *Daphnia*, *Vibrio fischeri* e a CL_{50} para *Biomphalaria glabrata*.

Não foi observada toxicidade aguda para *Daphnia* nas amostras de água do rio Tietê antes do lançamento de efluentes (P1) nas duas últimas campanhas; na primeira campanha, o valor de CE(I)50 ficou próximo a 10%. Foi detectada toxicidade aguda no afluente da estação de tratamento (P2) em todas as campanhas realizadas. Na primeira campanha, o afluente foi cerca de 25 vezes mais tóxico do que nas campanhas seguintes. Houve acentuada redução na toxicidade das amostras coletadas após o tratamento biológico em todas as campanhas (P3 e P4).

Não foi observada toxicidade aguda para *Biomphalaria* nas amostras de água do rio Tietê antes do lançamento de efluentes (P1) em nenhuma campanha. Foi detectada toxicidade aguda no afluente da estação de tratamento (P2) em todas as campanhas realizadas. Na primeira campanha, o afluente foi muito tóxico, com valores baixos de CL_{50} tanto para adultos como para embriões de *B. glabrata*. Na segunda campanha, a toxicidade do afluente foi bem mais baixa, com valores de CL_{50} mais de duas vezes maiores que os observados na campanha anterior. Nestas duas campanhas, os embriões apresentaram maior sensibilidade às amostras, com valores de CL_{50} mais baixos que os dos adultos; a sensibilidade foi inversamente proporcional ao estágio de desenvolvimento embrionário. Já na terceira campanha, o afluente só foi tóxico para caramujos adultos, que apresentaram um valor de CL_{50} próximo ao da primeira campanha. Houve redução quase total da toxicidade aguda após o tratamento biológico. As amostras dos pontos 3 e 4 não foram tóxicas para embriões e caramujos adultos. A única exceção foi o ponto 3 na primeira campanha, que foi levemente tóxico para embriões.

Todas as amostras apresentaram toxicidade aguda em algum nível para *V. fischeri*, sendo que os maiores níveis de toxicidade foram detectados no afluente da estação de tratamento (P2) em todas as campanhas. Houve acentuada redução na toxicidade das amostras coletadas após o tratamento biológico.

Nas Tabelas 2 a 4 estão os resultados da avaliação da citotoxicidade das amostras de água do rio Tietê para células CHO. Todas as amostras apresentaram citotoxicidade em algum nível para as células CHO. Nas duas primeiras campanhas, os maiores níveis de citoxicidade foram detectados no afluente da estação de tratamento (P2): com a concentração de 50% não houve formação de colônias. Na primeira campanha, a comparação dos valores de citotoxicidade de P2 e P3 com a concentração de 20% mostra uma redução de três vezes na citotoxicidade do afluente da estação. Na segunda campanha, a redução da citotoxicidade foi de cerca de duas vezes. As amostras de água do rio Tietê antes e após o lançamento de efluentes (P1 e P4) apresentaram resultados similares em relação à formação de colônias. Na terceira campanha, a citotoxicidade das amostras do afluente da estação de tratamento (P2) foi reduzida em cerca de 40% após o tratamento biológico. As amostras de água do rio após o lançamento de efluentes (P4) foram um pouco mais citotóxicas que as coletadas antes do lançamento de efluentes (P1).

Neste trabalho, o caramujo de água doce *Biomphalaria glabrata* e as células CHO-K1 foram apresentados como novos modelos para a avaliação da toxicidade de amostras de água do Rio Tietê. Os ensaios de toxicidade aguda com o microcrustáceo *Daphnia similis* e a bactéria luminescente *Vibrio fischeri*, já normatizados e validados, serviram de referência para comparação e validação das novas metodologias propostas.

Após três campanhas realizadas em um período de dois anos, foram comparados os dados de toxicidade das amostras de água do Rio Tietê coletadas no entorno e na ETE Suzano. No aspecto qualitativo, houve uma correlação positiva entre as respostas apresentadas pelos quatro sistemas testados.

Em todas as campanhas, foram detectados altos níveis de toxicidade no afluente da ETE em todos os organismos-teste: os maiores níveis de toxicidade foram observados na primeira campanha. As amostras pós-tratamento apresentaram redução significativa na toxicidade aguda nos quatro sistemas. Com relação à sensibilidade dos organismos-teste, a bactéria *V. fischeri* e as células CHO foram os mais sensíveis, seguidos do microcrustáceo *D. similis* e do caramujo *B. glabrata*.

Além das diferenças de sensibilidade interespecíficas, foram observadas diferenças intraespecíficas. Na espécie *B. glabrata*, embriões e caramujos adultos apresentaram sensibilidades diferentes aos contaminantes químicos presentes nas amostras. Isso já havia sido observado em estudos anteriores (Kawano e Simões, 1986; Yamamoto et al., 1996). No nosso estudo, uma sensibilidade maior dos embriões à exposição das águas do rio e efluentes foi observada nas campanhas 1 e 2, sendo a blástula a fase mais sensível. Porém, a toxicidade para os embriões parece depender, ainda, da solubilidade, polaridade e tamanho das moléculas contidos nas águas. Para atingir os embriões, as substâncias precisam atravessar a cápsula gelatinosa que envolve as desovas dos caramujos e a membrana dos ovos. A ausência de toxicidade para embriões observada na campanha 3 poderia estar correlacionada com essas características químicas.

Os resultados obtidos neste estudo sugerem que o ensaio com a bactéria *V. fischeri* e o teste de citotoxicidade com células CHO são os mais sensíveis para o local amostrado, pois apresentaram respostas positivas para todos os pontos e amostragens. Entretanto, a seleção desses ensaios como modelos para a avaliação dos efeitos tóxicos agudos de amostras ambientais deve levar em conta outros fatores.

A sensibilidade a um determinado poluente químico é, em geral, espécie-específica (Slooff et al., 1983; Bernard et al., 1996), portanto, não é possível selecionar uma espécie como modelo com base somente na sua alta suscetibilidade, nem prever respostas para uma espécie a partir de resultados obtidos de outra. Assim, para misturas químicas complexas como as amostras ambientais, é mais indicado o uso de uma bateria de ensaios biológicos. No nosso estudo, espécies filogeneticamente diferentes foram escolhidas para a avaliação dos efeitos biológicos de poluentes químicos presentes no rio Tietê, no entorno da ETE-Suzano.

Os resultados obtidos sugerem que a contaminação do rio Tietê, na região de Suzano, está associada ao lançamento de efluentes industriais. As amostras coletadas 200 m a montante da estação foram menos ou não tóxicas para todos os sistemas testados. Já o afluente da estação de tratamento de esgotos de Suzano, que recebeu os efluentes industriais e domésticos, foi bastante tóxico para todos os organismos em todas as amostragens, demonstrando o potencial impacto do lançamento de efluentes industriais no rio Tietê. A importância do tratamento biológico pode ser constatada pela redução drástica da toxicidade aguda do afluente da estação observada em todas as campanhas; possíveis efeitos nocivos dos efluentes tratados na ETE são minimizados pelo fator de diluição ao atingir o rio.

Uma compilação dos estudos realizados na região desde 1987 evidencia um aumento na toxicidade da água que chega à ETE Suzano (Tabela 5). Em 1987/88, quase 70% das amostras de afluente da ETE foram muito tóxicas para *D. similis*, (CE(I)50 < 20%; em 1998/99, essa proporção aumenta para 90% e atinge o valor máximo de 100% neste estudo. Em contrapartida, com base na observação de que 75% das amostras do efluente da ETE mostraram-se pouco ou não tóxicas no nosso estudo em comparação a 14% e 9% nos anteriores, podemos concluir que a eficiência do tratamento parece ter melhorado. Isso, entretanto, deve ser olhado com cautela, principalmente se observarmos que 25% das amostras continuam tóxicas após o tratamento (Borrely et al., 2000).

Nesta etapa, foram avaliados os efeitos tóxicos agudos da contaminação presente no ambiente aquático. Ensaios de toxicidade crônica serão realizados em pontos do rio supostamente não impactados, devido à toxicidade dos pontos controle amostrados neste estudo. Outras evidências sobre possíveis efeitos na reprodução de microcrustáceos complementarão o estudo. Serão avaliados, ainda, os efeitos mutagênicos das amostras ambientais *in vitro* com o teste do micronúcleo em células de ovário de *hamster* chinês e *in vivo* em células germinativas com o teste do letal dominante em *B. glabrata*.

Os resultados desta etapa do estudo apontam para a aplicação das novas metodologias propostas na avaliação da toxicidade de amostras de águas naturais, brutas e efluentes. Ainda, os ensaios de mutagenicidade a serem realizados nos mesmos sistemas evidenciarão os efeitos dos efluentes no material genético independente do nível de toxicidade. Além do estabelecimento do potencial mutagênico pelo teste do micronúcleo em células CHO, a análise da indução de mutações letais dominantes no caramujo *B. glabrata* permitirá correlacionar a genotoxicidade com os efeitos no desenvolvimento e na reprodução.

Agradecimentos: FAPESP e CNPq

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 12713. Ecotoxicológica Aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com *Daphnia spp*, 21pp., 2004.

Bernard, C.; Guido, P.; Cohn, J.; Dfi-Delepierre, A. Estimation of the hazard of landijs through toxicity testing of leachates Chemosphere; 33, (11); pp. 2303-2320, 1996.

Borrely, S.I. Redução da toxicidade aguda de efluentes industriais e domésticos tratados por irradiação por feixes de elétrons avaliada com as espécies *V. fischeri*, *D. similis* e *P. reticulata*. Tese (Doutorado). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2001.

Borrely, S.I.; Tornieri, P.H.; Sampa, M.H.O. Avaliação da toxicidade aguda em efluentes industriais, afluentes e efluentes de estação de tratamento de esgotos. Ecotoxicologia. Perspectivas para o Século XXI. Ed. Rima. pp. 395-406, 2000.

Branco, S.M. Poluição: A Morte de Nossos Rios. Ed. ASCETESB, 166 pp., 1983.

Camey, T.; Verdonk, N. H. The early development of the snail *Biomphalaria glabrata* (Say) and the origin of the head organs. Netherland Journal of Zoology, 20, pp. 93-121, 1970.

CETESB, Bioensaio de toxicidade aguda com *Photobacterium phosphoreum*, Sistema Microtox (Método de ensaio). 1987.

CETESB. Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo, 2005. 488pp., 2006.

Claxton, L. D.; Houk, V. S.; Hughes, T. J. Genotoxicity of industrial wastes and effluents. Mutation Research, 410, pp. 237-242, 1998.

Cooney, J. D.; Freshwater tests. In: RAND, G. M. Fundamentals of aquatic toxicology: effects, environmental fate and risk assessment. Washington, D. C., Taylor & Francis, 2º ed., pp. 71-102, 1995.

Depledge, M. H. The ecotoxicological significance of genotoxicity in marine invertebrates. Mutation Research, 399(1), pp. 109-122, 1998.

Doust, J. L.; Schmidt, M.; Doust, L. L. Biological assessment of aquatic pollution: a review, with emphasis on plants as biomonitors. Biological Review; 69, pp.147-186, 1994.

Estevam, E. C.; Nakano, E.; Kawano, T.; de Bragança Pereira, C. A.; Amancio, F. F.; Melo, A.M.M.A. Dominant lethal effects of 2,4-D in *Biomphalaria glabrata*. Mutation Research, 611, pp.83-88, 2006.

Gherardi-Goldstein, E.; Zagatto, P.A.; Araujo, R.P.A.; Bertoletti, E. Avaliação da toxicidade dos principais despejos industriais da região da ERQ-Suzano, através de ensaios biológicos. Revista DAE, n. 132. Março 1983.

Kawano, T.; Chaves, W.R.; Simões, L.C.G. Effects of caffeine on embryonic development of *Biomphalaria glabrata*. Ciência e Cultura, 31(11), pp.1266-1273, 1979.

Kawano, T.; Simões, L.C.S.; Marques, J. *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818): efeitos morfogenéticos do sulfato de nicotina. Revista Brasileira de Biologia, 53(4), pp. 539-547, 1992.

Kawano, T; Simões, L.C.G. Efeito da *Stevia rebaudiana* em *Biomphalaria glabrata*. Revista Brasileira de Biologia, 46(3), pp. 555-562, 1986.

Nakano, E.; Watanabe, L. C.; Ohlweiler, F. P.; Pereira, C. A. De B.; Kawano, T. Establishment of the dominant lethal test in the freshwater mollusk *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818). Mutation Research, 536, pp. 145-154, 2003.

Ohe, T.; Watanabe, T.; Wakabayashi, K. Mutagens in surface waters: a review. Mutation Research, 567, pp. 109-149, 2004.

Okazaki, K.; Kawano, T. Cytogenetic effects of 60Co gamma radiation on *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818) embryos. Caryologia, 44(2), pp.121-136, 1991.

Rand, G. M.; Wells, P. G.; McCarty, L. S. Introduction to Aquatic Toxicology. In: RAND, G. M. Fundamentals of Aquatic Toxicology: Effects, Environmental Fate and Risk Assessment. Washington, D. C., Taylor & Francis, 2ºed, pp.3-67, 1995.

Ré, L.; Kawano, T. Effects of *Laurus nobilis* (Lauraceae) on *Biomphalaria glabrata* (Say, 1818). Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, 82, Supl. IV, pp. 315-320, 1987.

Slooff, W.; Canton, J.H; Hermens, J.L.M. Comparison Of The Susceptibility Of 22 Freshwater Species To 15 Chemical Compounds. (Sub)Acute Toxicity Tests Aquatic Toxicology, 4, pp. 113-128, 1983.

Tallarico, L. F.; Okazaki, K.; Kawano, T.; Pereira, C. A. de B.; Nakano, E. Dominant lethal effect of $_{60}$Co gamma radiation in *Biomphalaria glabrata* (SAY, 1818), Mutation Res., 561, pp.139-145, 2004.

Yamamoto, M.M.; Kawano, T.; Young. M.C.M.; Chu, E.P.; Haraguchi, M.; Hiroki, K. (1996) Molluscicidal activity of three Brazilian plant species. Fitoterapia, LXVII(1), pp.59-62.

www.comiteat.sp.gov.br, consulta em maio/2004.

Zagatto, P. A.; Bertoletti, E.; Gherald-Goldstein, E.; Bernhard de Souza, H. Avaliação de toxicidade em sistema de tratamento biológico de afluentes líquidos. Revista da SABESP, n. 166, julho/agosto 1992.

Tab. 1 *Ensaios de toxicidade aguda com organismos expostos às amostras ambientais do Rio Tietê no entorno da ETE/SABESP de Suzano, SP*

Campanhas (Datas)	Pontos de amostragem	*Daphnia similis* CE_{50} 48 horas	*Vibrio fischeri* CE_{50} 15 min	Adultos	*Biomphalaria glabrata* Embriões Blástula	Gástrula	CL_{50} Trocófora	Véliger
1 (09/2005)	**P1**	>10	52 (22,12-97,23)	**NT**	**NT**	**NT**	**NT**	**NT**
	P2	0,60 (0,49-0,74)	1,02 (0,96-1,09)	37,76 (28,83-49,46)	13,99 (13,39-14,62)	20,09 (19,17-21,05)	23,15 (22,63-23,69)	23,80 (23,37-24,23)
	P3	**NT**	36,01 (23,40-96,75)	**NT**	84,09 (-)	75,73 (73,18-78,37)	83,70 (78,87-88,82)	81,84 (76,88-87,13)
	P4	**NT**	25,39 (4,94-38,59)	**NT**	**NT**	**NT**	**NT**	**NT**
2 (08/2006)	**P1**	**NT**	23,43 (11,16-49,17)	**NT**	**NT**	**NT**	**NT**	**NT**
	P2	14,82 (12,57-17,46)	18,23 (13,47-24,65)	100 (-)	43,04 (41,92-44,19)	41,56 (41,20-41,91)	57,16 (55,78-58,58)	60,06 (59,36-60,76)
	P3	100 (-)	28,01 (12,78-61,37)	**NT**	**NT**	**NT**	**NT**	**NT**
	P4	72,17 (66,12-78,77)	23,11 (8,68-61,54)	**NT**	**NT**	**NT**	**NT**	**NT**
3 (02/2007)	**P1**	**NT**	45,95<CE50<81,90 *	**NT**	**NT**	**NT**	**NT**	**NT**
	P2	16,89 (11,44-24,93)	14,05 (3,23-61,08)	32,53 (23,47-45,08)	**NT**	**NT**	**NT**	**NT**
	P3	**NT**	45,95<CE50<81,90 **	**NT**	**NT**	**NT**	**NT**	**NT**
	P4	**NT**	45,95<CE50<81,90 ***	**NT**	**NT**	**NT**	**NT**	**NT**

Abreviação: NT = Não Tóxica, P1 = 200 metros à montante da estação – no Rio Tietê, P2 = Afluente da estação, P3 = Efluente tratado na saída da estação, P4 = 200 metros à jusante da estação – no Rio Tietê. Valores de EC_{50} e LC_{50} representam as concentrações em %. * =valor calculado para o primeiro ensaio – CE(I) 50 = 22,27% e para um segundo ensaio – CE(I) 50 = 43,01%; ** valor calculado CE(I) 50 = 23,40%; *** valor calculado – CE(I) 50 = 32,73%

Tab. 2 *Citotoxicidade de amostras ambientais do Rio Tietê no entorno da ETE/SABESP de Suzano, SP para CHO-K1 – campanha 1*

Ponto de coleta	Concentração da amostra (%)	Total de colônias placa 1	Total de colônias placa 2	Total de colônias placa 3	Total de colônias (média ± d.p.)	Colônias placa 1 (%)	Colônias placa 2 (%)	Colônias placa 3 (%)	Colônias (%) (média ± d.p.)	FS	FS	FS	Fração de sobrevida (média ± d.p.)
Meio de cultura	0	220	230	230	226,7 ± 5,8	88	92	92	90,7 ± 2,3	1,00	1,00	1,00	1,00 ± 0,00
P1	10	171	162	167	166,7 ± 4,5	68	65	67	66,7 ± 1,8	0,60	0,60	0,61	0,60 ± 0,01
	20	169	144	147	153,3 ± 13,6	68	58	59	61,3 ± 5,5	0,59	0,53	0,54	0,56 ± 0,03
	50	165	148	127	146,7 ± 19,1	66	59	51	58,7 ± 7,6	0,58	0,54	0,47	0,53 ± 0,06
P2	10	152	119	128	133,0 ± 17,1	61	48	51	53,2 ± 6,8	0,54	0,44	0,47	0,48 ± 0,05
	20	59	52	40	50,3 ± 9,6	24	21	16	20,1 ± 3,8	0,21	0,19	0,15	0,18 ± 0,03
	50	0	0	0	0,0 ± 0,0	0	0	0	0,0 ± 0,0	0,00	0,00	0,00	0,00 ± 0,00
P3	10	148	176	157	160,3 ± 14,3	59	70	63	64,1 ± 5,7	0,52	0,65	0,58	0,58 ± 0,06
	20	156	161	176	164,3 ± 10,4	62	64	70	65,7 ± 4,2	0,55	0,59	0,65	0,60 ± 0,05
	50	69	93	99	87,0 ± 15,9	28	37	40	34,8 ± 6,3	0,24	0,34	0,36	0,32 ± 0,06
P4	10	124	120	143	129,0 ± 12,3	50	48	57	51,6 ± 4,9	0,44	0,44	0,53	0,47 ± 0,05
	20	164	150	164	159,3 ± 8,1	66	60	66	63,7 ± 3,2	0,58	0,55	0,60	0,58 ± 0,03
	50	120	131	117	122,7 ± 7,4	48	52	47	49,1 ± 2,9	0,42	0,48	0,43	0,45 ± 0,03

Eficiência de plaqueamento: 90,7 ± 2,3 (média ± d.p.)

Tab. 3 *Citotoxicidade de amostras ambientais do Rio Tietê no entorno da ETE/SABESP de Suzano, SP para CHO-K1 – campanha 2*

Ponto de coleta	Concentração da amostra (%)	Total de colônias placa 1	Total de colônias placa 2	Total de colônias placa 3	Total de colônias (média ± d.p.)	Colônias placa 1 (%)	Colônias placa 2 (%)	Colônias placa 3 (%)	Colônias (%) (média ± d.p.)	FS	FS	FS	Fração de sobrevida (média ± d.p.)
Meio de cultura	0	178	173	210	187,0 ± 20,1	71	69	84	74,8 ± 8,0	1,00	1,00	1,00	1,00 ± 0,00
P0	10	200	184	190	191,3 ± 8,1	80	74	76	76,5 ± 3,2	0,57	0,51	0,64	0,57 ± 0,06
	20	176	177	170	174,3 ± 3,8	70	71	58	69,7 ± 1,5	0,50	0,49	0,57	0,52 ± 0,04
	50	113	121	127	120,3 ± 7,1	45	48	51	48,1 ± 2,8	0,32	0,33	0,43	0,36 ± 0,06
P1	10	244	210	220	224,7 ± 17,5	98	84	88	89,9 ± 7,0	0,69	0,58	0,74	0,67 ± 0,08
	20	217	205	195	205,7 ± 11,1	87	82	78	82,3 ± 4,4	0,62	0,57	0,66	0,61 ± 0,04
	50	57	62	59	59,3 ± 2,5	23	25	24	23,7 ± 1,0	0,16	0,17	0,20	0,18 ± 0,02
P2	10	139	144	156	146,3 ± 8,7	56	58	62	58,5 ± 3,5	0,40	0,40	0,52	0,44 ± 0,07
	20	71	82	87	80,0 ± 8,2	28	33	35	32,0 ± 3,3	0,20	0,23	0,29	0,24 ± 0,05
	50	0	0	0	0,0 ± 0,0	0	0	0	0,0 ± 0,0	0,00	0,00	0,00	0,00 ± 0,00
P3	10	164	143	140	149,0 ± 13,1	66	57	56	59,6 ± 5,2	0,47	0,40	0,47	0,44 ± 0,04
	20	123	125	181	143,0 ± 32,9	49	50	72	57,2 ± 13,2	0,35	0,35	0,61	0,43 ± 0,15
	50	32	74	83	63,0 ± 27,2	13	30	33	25,2 ± 10,9	0,09	0,20	0,28	0,19 ± 0,09
P4	10	144	148	148	146,7 ± 2,3	58	59	59	58,7 ± 0,9	0,41	0,41	0,50	0,44 ± 0,05
	20	140	137	140	139,0 ± 1,7	56	55	56	55,6 ± 0,7	0,40	0,38	0,47	0,42 ± 0,05
	50	58	31	59	49,3 ± 15,9	23	12	24	19,7 ± 6,4	0,17	0,09	0,20	0,15 ± 0,06

Eficiência de plaqueamento: 74,8 ± 8,0 (média ± d.p.)

Tab. 4 *Citotoxicidade de amostras ambientais do Rio Tietê no entorno da ETE/SABESP de Suzano, SP para CHO-K1 – campanha 3*

Ponto de coleta	Concentração da amostra (%)	Total de colônias placa 1	Total de colônias placa 2	Total de colônias placa 3	Total de colônias (média ± d.p.)	Colônias placa 1 (%)	Colônias placa 2 (%)	Colônias placa 3 (%)	Colônias (%) (média ± d.p.)	FS	FS	FS	Fração de sobrevida (média ± d.p.)
Meio de cultura	0	177	177	179	177,7 ± 1,2	89	89	90	88,8 ± 0,6	1,00	1,00	1,00	1,00 ± 0,0
P0	10	201	188	159	182,7 ± 21,5	101	94	80	91,3 ± 10,8	0,89	0,83	0,71	0,81 ± 0,09
	20	181	178	163	174,0 ± 9,6	91	89	82	87,0 ± 4,8	0,80	0,79	0,73	0,77 ± 0,04
	50	131	109	128	122,7 ± 11,9	66	55	64	61,3 ± 6,0	0,58	0,48	0,57	0,54 ± 0,05
P1	10	135	162	151	149,3 ± 13,6	68	81	76	74,7 ± 6,8	0,60	0,72	0,68	0,66 ± 0,06
	20	168	157	150	158,3 ± 9,1	84	79	75	79,2 ± 4,5	0,74	0,69	0,67	0,70 ± 0,04
	50	90	106	91	95,7 ± 9,0	45	53	46	47,8 ± 4,5	0,40	0,47	0,41	0,42 ± 0,04
P2	10	147	137	139	141,0 ± 5,3	74	69	70	70,5 ± 2,6	0,65	0,61	0,62	0,63 ± 0,02
	20	116	120	121	119,0 ± 2,6	58	60	61	59,5 ± 1,3	0,51	0,53	0,54	0,53 ± 0,01
	50	1	0	0	0,3 ± 0,6	1	0	0	0,2 ± 0,3	0,00	0,00	0,00	0,00 ± 0,00
P3	10	138	159	151	149,3 ± 4,5	69	80	76	74,7 ± 5,3	0,61	0,70	0,68	0,66 ± 0,05
	20	141	139	143	141,0 ± 2,0	71	70	72	70,5 ± 1,0	0,62	0,62	0,64	0,63 ± 0,01
	50	57	43	52	50,7 ± 7,1	29	22	26	25,3 ± 3,5	0,25	0,19	0,23	0,23 ± 0,03
P4	10	119	138	118	125,0 ± 11,3	60	69	59	62,5 ± 5,6	0,53	0,61	0,53	0,56 ± 0,05
	20	104	107	110	107,0 ± 3,0	52	54	55	53,5 ± 1,5	0,46	0,47	0,49	0,48 ± 0,02
	50	109	99	85	97,7 ± 12,1	55	50	43	48,8 ± 6,0	0,48	0,44	0,38	0,43 ± 0,05

Eficiência de plaqueamento: 88,8 ± 0,6 (média ± d.p.)

Tab. 5 *Evolução da toxicidade aguda determinada com D. similis na ETE Suzano*

Período	Amostra	$CE(I)_{50} < 20\%$	$CE(I)_{50} > 50\%$
1987/88	Afluente	68,97%	0%
	Effluente	31,81%	9%
1998/99	Afluente	90,00%	10%
	Effluente	28,57%	14%
2005/07	Afluente	100,00%	0%
	Effluente	25,00%	75%

Breve currículo de autores

Carlos Alberto de Bragança Pereira: diretor do BioInfo, Núcleo de Bioinformática da USP. É professor titular do Departamento de Estatística do IME-USP

Eliana Nakano: Pesquisadora do Laboratório de Parasitologia/Malacologia do Instituto Butantan; desenvolve estudos na área de Ecotoxicologia utilizando o caramujo *Biomphalaria glabrata* como bioindicador.

Fernanda Pires Ohlweiler: linha de pesquisa na área de malacologia médica; mais especificamente com gastrópodes límnicos e terrestres relacionados às helmintose.

Kayo Okazaki: responsável pelo grupo de Mutagênese e Dosimetria Biológica do Centro de Biotecnologia do IPEN. A linha de pesquisas consiste no estudo dos efeitos da radiação ionizante e outros agentes genotóxicos ambientais em células de mamíferos, com enfoque nos aspectos citogenético, dosimétrico e terapêutico.

Lenita de Freitas Tallarico: Mestre e Doutoranda em Ciências, área Tecnologia Nuclear pelo IPEN/CNEN.

Miriam Fussae Suzuki: bióloga, mestre em Tecnologia Nuclear e tecnologista no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN – CNEN/SP. Atua na avaliação de dano e reparo do DNA em células de mamíferos expostos à radiação ionizante e a agentes ambientais genotóxicos.

Natália Hamada: bióloga, mestranda no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, IPEN – CNEN/SP, São Paulo – SP; Atuando na Área de Ecotoxicologia Aplicada à Eng_a. Sanitária e Ambiental. Projeto de avaliação de toxicidade em afluentes e efluentes à ETE Suzano.

Roseli Dutra Spolito: Química, com mestrado em Saneamento Ambiental e responsável pelo Laboratório de Química da SABESP/Suzano.

Sara Regina A. F. Santana: bióloga, especializada em lodos ativados, atuando na área de engenharia sanitária na SABESP/Suzano.

Sueli Ivone Borrely: bióloga. Dra. em Aplicações da Tecnologia Nuclear e Responsável pelo Laboratório de Ensaios Biológicos Ambientais do Centro de Tecnologia das Radiações (LEBA/CTR-IPEN). Atua em aplicações de ensaios ecotoxicológicos para a avaliação de efluentes e sua tratabilidade, desde 1998.

Toshie Kawano: Pesquisador Científico VI, Diretor Técnico de Serviço do Instituto Butantan. Doutorado em embriologia do vetor da esquistossomose. Experiência na área de parasitologia com ênfase em Entomologia e Malacologia de vetores.

Vanessa Siqueira Grazeffe: bióloga, mestranda.

Aspectos do enchimento das represas Paraitinga e Biritiba – sistema produtor Alto Tietê, São Paulo.

Suzana Sendacz[1]*; Vanessa Cristina Nascimento*[2]*; Pedro Henrique Verdan Neves*[3]

[1] Instituto de Pesca – APTA, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Av. Francisco Matarazzo, 455, 05001-900 São Paulo, SP.
Doutora em Ciências pelo Instituto de Biociências da USP, Pesquisador Científico VI, atua na caracterização da qualidade da água em ecossistemas aquáticos continentais através do estudo do zooplâncton, com ênfase em espécies indicadoras da qualidade da água. É docente do curso de Pós-Graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca.
E-mail: sendacz@pesca.sp.gov.br susendacz@uol.com.br

[2] Aluna de Mestrado da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, Departamento de Saúde Ambiental. Endereço: Avenida Doutor Arnaldo, 715. São Paulo/SP. CEP 01246-904.

[3] Biólogo, formado na Universidade Guarulhos. Endereço: Praça Tereza Cristina, 1. Guarulhos / SP. CEP 07023-070.

Identificação da área ou subárea (2.05.02.00 1, Ecologia de Ecossistemas)

Devido ao rápido crescimento demográfico, a construção de represas tornou-se indispensável para suprir a demanda de água necessária para abastecer toda a população e o sistema econômico e social que a mantém. A transformação de um rio em um lago artificial não promove apenas efeitos positivos; esta prática altera permanentemente o ambiente no qual ela é inserida, com consequências prejudiciais e irreversíveis. O objetivo deste estudo foi acompanhar o processo de enchimento das represas Paraitinga e Biritiba, localizadas na bacia hidrográfica do Alto Tietê Cabeceiras e associadas ao abastecimento de água da Região Metropolitana de São Paulo, através de alterações nas características físicas e químicas da água, além de alterações na estrutura e composição da comunidade zooplanctônica. Foi verificado que estas represas, apesar de recém-formadas, já apresentam alguns sinais de comprometimento da qualidade da água, tais como valores elevados de condutividade elétrica. Não ocorreu depleção de oxigênio nas camadas próximas ao fundo, apesar de muitos autores relatarem que, durante o período de enchimento, vários reservatórios apresentam anoxia nas camadas mais profundas da coluna d'água. Embora fosse esperada dominância de rotíferos entre os organismos que compõem a comunidade zooplanctônica, a abundância relativa deste grupo foi inferior a 50% em todos os períodos analisados, em ambas as represas.

Due to the rapid population growth, the construction of dams has become necessary to meet the demand of water to supply the population and the social and economic system involved. The change of a river in an artificial lake not only promotes positive effects; this practice permanently alter the environment in which it is inserted, with harmful and irreversible consequences. The objective of this study was to follow the filling process Paraitinga and Biritiba reservoirs, located in the Alto Tietê River Basin and related to the water supply of the Metropolitan Region of São Paulo, through changes in the physical and chemical characteristics of water, as well in the structure and composition of the zooplankton community. It was detected that these reservoirs, even though newly formed, already show symptoms of deterioration of the quality of the water, as high values of electrical conductivity. There was no depletion of oxygen in the layers near the bottom, reported by many authors during the filling phase of several reservoirs. Although it was expected the dominance of rotifers among the zooplankton community, the relative abundance of this group was less than 50% in all periods analyzed, in both reservoirs.

1 Objetivos

O objetivo deste estudo foi acompanhar o processo de enchimento das represas Paraitinga e Biritiba, localizadas na bacia hidrográfica do Alto Tietê Cabeceiras e associadas ao abastecimento de água da Região Metropolitana de São Paulo, através de alterações nas características físicas e químicas da água, além de alterações na estrutura e composição da comunidade zooplanctônica. Assim como os demais reservatórios desta bacia, Paraitinga e Biritiba foram implantadas em solos agrícolas, sendo por este motivo esperada uma acelerada eutrofização por ocasião do enchimento, devido a estoque de nutrientes nos solos, liberados para a coluna d'água logo após o enchimento, ocorrido em janeiro (Paraitinga) e maio (Biritiba) de 2005.

2 Proposta de desenvolvimento do projeto

Foram coletadas amostras de água e zooplâncton nas represas Paraitinga e Biritiba, nos meses de agosto de 2005 (período de estiagem-frio) e março de 2006 (período chuvoso-quente), período em que as represas encontravam-se em fase de enchimento inicial. As amostras foram coletadas em pontos localizados próximo à barragem, tanto em Paraitinga como em Biritiba.

As variáveis físicas e químicas da água (pH, condutividade elétrica e oxigênio dissolvido) foram determinadas no Laboratório de Pesquisas de Recursos Hídricos do Instituto de Pesca, utilizando-se os métodos do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 1998).

O zooplâncton foi coletado por meio de arrasto vertical de

toda coluna d'água, a partir de 0,5 m do fundo até a superfície, utilizando-se uma rede com 60 μm de malha. As amostras serão preservadas com formaldeído 4%.

A análise quantitativa das amostras de zooplâncton será realizada por meio de subamostragens, após homogeneização. Os rotíferos foram quantificados em câmaras de Sedwick-Rafter, de 1 ml de capacidade, sob microscópio óptico Olympus. Para os microcrustáceos, foram retiradas subamostras com uma pipeta de Stempel de 1 ml, tendo sido os organismos contados sob microscópio estereoscópico Zeiss, até atingir o mínimo de 300 indivíduos adultos para cada grupo taxonômico. As densidades dos organismos zooplanctônicos foram calculadas a partir da fórmula D= N/V, onde D é a estimativa de densidade, N o número de indivíduos capturados e V é o volume filtrado pela rede. O volume filtrado foi calculado pela fórmula V= a.h, onde a é a área da boca da rede e h é a distância percorrida.

3 Fonte(s) de financiamento(s)

Foram utilizados recursos orçamentários do Instituto de Pesca.

4 Alcance dos resultados em termos de contribuição para a sustentabilidade da Bacia do Alto Tietê, segundo os seis parâmetros conceituais adotados nos itens 1. a-f.

4.1 Dimensão ecológica ou biofísica

A construção de uma represa proporciona diversos benefícios à sociedade; contudo, esta prática promove diversos impactos no ecossistema, alterando permanentemente o ambiente aquático no qual é inserida.

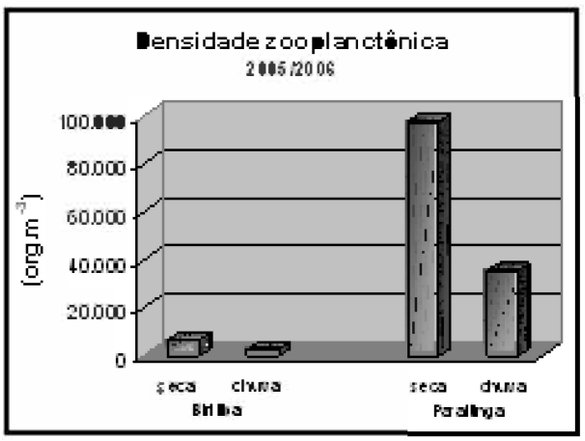
Intensos desequilíbrios na estrutura física e química da água, além de alterações na funcionalidade biológica do rio represado, podem ocorrer em decorrência da transformação abrupta de um ecossistema fluvial em lacustre, impondo grandes ajustes na sucessão das comunidades bióticas.

A construção de um reservatório provoca redução na diversidade biológica, já que a barragem atua como barreira física que impede a dispersão e reprodução de diversas espécies; contudo, a formação de um lago pode estimular o desenvolvimento de espécies planctônicas, que podem ser utilizadas como indicadoras do estado trófico de um reservatório (MATSUMURA-TUNDISI, 1999).

Embora seja esperado que ocorram alterações na riqueza de espécies durante o período de enchimento, este padrão não foi observado nas represas Paraitinga e Biritiba. Foram registrados exatamente 27 táxons na represa Paraitinga, tanto no período de estiagem-frio como no chuvoso-quente. O mesmo padrão foi observado em Biritiba, onde ocorreram 29 táxons no período chuvoso-quente e 25 no período de estiagem-frio.

Em um estudo realizado por PEREIRA (2005), no recém-construído reservatório do Lajeado, altos picos de densidade zooplanctônica foram observados no período chuvoso; segundo a autora, a entrada de material alóctone durante este período ocasiona um aumento na concentração de nutrientes e, consequentemente, na produção primária, fornecendo assim maior quantidade de alimentos aos organismos zooplanctônicos.

No presente estudo foi observado um padrão inverso ao encontrado em Lajeado; foram registradas maiores densidades de organismos no período de estiagem-frio em ambas as represas: 6.444 org.m^{-3} na represa Biritiba e 97.679 org.m^{-3} na represa Paraitinga; enquanto que no período chuvoso-quente, foram registrados apenas 2.569 org.m^{-3} na represa Biritiba e 35.417 org.m^{-3} em Paraitinga (Figura 1). Possivelmente, o processo de enchimento das represas estudadas ocasionou um efeito de diluição, o que fez com que houvesse uma diminuição da densidade numérica no período chuvoso.



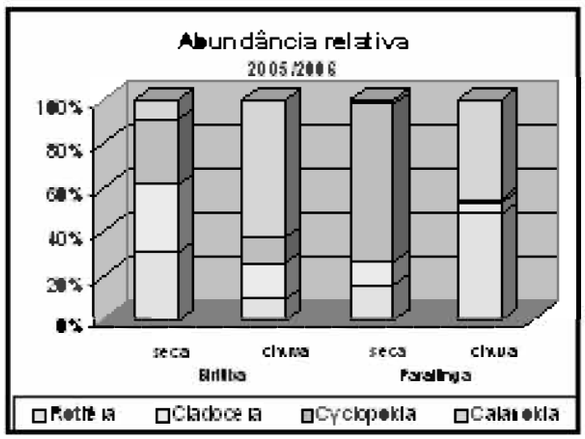
Com relação à estrutura da comunidade zooplanctônica, é comum a dominância do grupo dos rotíferos em corpos d'água continentais devido à sua natureza oportunista, que deriva de altas taxas de reprodução, consumo e assimilação de uma ampla variedade de recursos alimentares. Tais características também favorecem o desenvolvimento destes organismos em ambientes instáveis, como é o caso de uma represa em processo de enchimento, onde o ecossistema encontra-se em período de transição, após passar por uma abrupta transformação ocasionada pela construção de uma barragem.

Durante os períodos analisados, a abundância relativa dos rotíferos não ultrapassou 50% em nenhum dos períodos estudados, tanto em Paraitinga como em Biritiba; sendo registradas abundâncias relativas elevadas de grupos de ciclo de vida mais longo e com maior seletividade alimentar, como os copépodes calanóides, que apresentaram abundância relativa de 62,4% na represa Biritiba no período chuvoso-quente, e copépodes ciclopóides, que representaram 71,6% do total de organismos registrados no período de estiagem-frio na represa Paraitinga (Figura 2). A abundância relativa elevada destes grupos foi ocasionada pela maior densidade de indivíduos jovens, nas fases larvais de desenvolvimento (náuplios e copepóditos).

Em ambas as represas, cladóceros e copépodes ciclopóides foram mais abundantes no período de estiagem-frio, enquanto que copépodes calanóides foram mais abundantes no período chuvoso-quente.

No reservatório Jurumirim, PANARELLI et. al. (2001) observou que o fato de os copépodes ciclopóides apresentarem maior abundancia no período de estiagem-frio e copépodes calanóides apresentarem aumento de densidade no período

chuvoso-quente esteve relacionado à variação na temperatura e na estrutura da comunidade zooplanctônica.



A Figura 3 mostra os valores de condutividade elétrica tanto das represas Paraitinga e Biritiba como também das represas Guarapiranga e Taiaçupeba, envolvidas com o abastecimento de água da RMSP e submetidas a intensos impactos antropogênicos. Apesar de recém-formadas, as represas Paraitinga e Biritiba já apresentam valores elevados de condutividade elétrica, ultrapassando os valores encontrados em outras represas pertencentes ao Sistema Produtor Alto Tietê, como a represa Taiaçupeba. Tal fato pode estar relacionado à implantação destes reservatórios em uma área onde os solos são ricos em nutrientes em função de técnicas agrícolas, podendo ocorrer estocagem destes nutrientes no sedimento, que poderão suprir a coluna d'água por longos períodos.

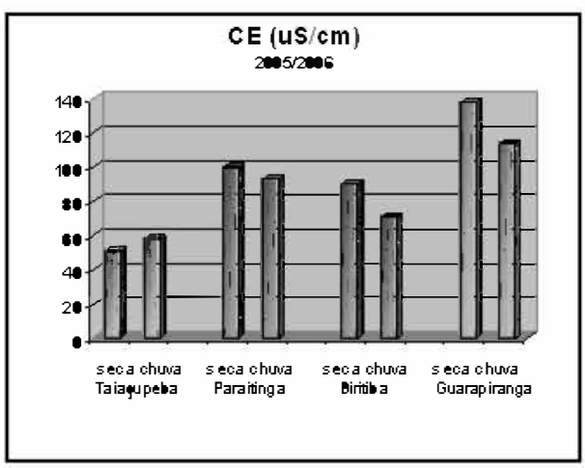


FIG. 1 *Valores médios de condutividade elétrica das represas Taiaçupeba, Paraitinga, Biritiba e Guarapiranga nos meses de agosto de 2005 (seca) e março de 2006 (chuva).*

A condutividade elétrica pode ser um fator determinante na composição de espécies zooplanctônicas de um corpo d'água, já que algumas espécies apresentam baixa tolerância a valores elevados de condutividade. De acordo com MATSUMURA-TUNDISI (2003), a maioria dos copépodes calanóides é muito sensível a pequenas variações das condições ambientais, especialmente condutividade e composição iônica, e assim apresentam uma forte endemicidade, resultando num estreito limite de tolerância em relação a fatores ambientais.

O levantamento das espécies de copépodes calanóides presentes nos reservatórios da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, em um período de duas décadas, revelou que o intenso processo de degradação da qualidade da água provocou o desaparecimento da espécie *Odontodiptomus paulistanus* em quase todos os reservatórios da bacia; a única represa onde esta espécie de copépode calanóide ainda pode ser encontrada é Ponte Nova, ambiente oligotrófico que apresenta baixos valores de condutividade elétrica (aproximadamente 35 μS/cm) (SENDACZ, submetido). Esta espécie também não foi encontrada nas represas Paraitinga e Biritiba, o que provavelmente está relacionado ao fato de estas represas, apesar de recém-formadas, já apresentarem valores elevados de condutividade elétrica.

Diversos autores observaram condições de anoxia em reservatórios recém-construídos ou em processo de enchimento, como MATSUMURA-TUNDISI et al. (1991), no reservatório de Samuel, onde a autora observou ausência completa de oxigênio nas camadas mais profundas da coluna d'água.

De acordo com ESTEVES (1988), os primeiros anos após a inundação correspondem ao período de maior déficit de oxigênio, sendo que, após os primeiros anos de vida do reservatório, a fase crítica de desoxigenação passa a se restringir ao período de estiagem.

As tabelas 1 e 2 apresentam os valores de temperatura da água, oxigênio dissolvido e pH nas represas Biritiba e Paraitinga, no período de estiagem (Tabela 1) e chuvoso-quente (Tabela 2).

Nas represas Paraitinga e Biritiba, embora tenham sido encontrados valores mais baixos de oxigênio dissolvido nas camadas próximas ao fundo, não foi observada condição de anoxia em nenhum dos períodos estudados, o que pode estar relacionado ao fato de estas represas serem sistemas rasos (com profundidades aproximadas de 10 m em Biritiba e 13 m em Paraitinga) e não apresentarem estratificação durante o período em que foram analisadas.

Em um estudo realizado no recém-construído reservatório do Lajeado, PEREIRA (2005) não observou períodos críticos de desoxigenação. De acordo com a autora, o fato de o reservatório localizar-se em uma região de cerrado, onde o consumo de oxigênio causado pela decomposição da biomassa inundada é geralmente menos pronunciado devido ao tipo de vegetação, e a remoção da maior parte da vegetação da área antes da inundação, foram os fatores que mais contribuíram para evitar condições severas de desoxigenação da água.

Os valores médios de pH em ambas as represas mantiveram-se baixos nos períodos estudados: 4,32 em agosto de 2005 e 5,86 em março de 2006, na represa Biritiba, e 5,10 em agosto de 2005 e 6,00 em março de 2006, na represa Paraitinga; estes valores provavelmente estão relacionados à decomposição de matéria orgânica vegetal no sedimento destas represas.

Com relação às macrófitas aquáticas, houve intensa colonização desta comunidade em ambas as represas, provavelmente devido ao grande estoque de nutrientes no sedimento.

De acordo com THOMAZ (1999), o alagamento do ecossistema terrestre pode provocar um aumento das áreas colonizadas e da riqueza de espécies devido ao aumento das concentrações de nutrientes e da heterogeneidade espacial. Ainda de acordo com este autor, o ritmo de colonização será influenciado pelas características morfométricas do reservatório, por fatores físicos e químicos associados à coluna d'água e ao sedimento, e também por processos biológicos, tais como o *pool* regional de espécies, mecanismos de dispersão e interações interespecíficas.

4.2 Sustentabilidade social

Muitos agravos à saúde podem estar relacionados a águas represadas, já que a construção ou enchimento de um reservatório pode propiciar o surgimento de patógenos ou de vetores de doenças (MUCCI, 1993).

Segundo STEVENS (1991), os impactos poderão ser positivos para uma parcela da população e negativos para outra, sendo que, em um país em desenvolvimento, pode ser mais importante melhorar as condições básicas de uma população do que proteger um determinado ecossistema remanescente, embora o autor saliente que o planejamento ambiental deva objetivar o máximo de ganhos sociais, ao mesmo tempo em que procura minimizar os impactos ambientais negativos.

De acordo com TUNDISI (1999), podem ser citados como efeitos positivos a produção de hidroeletricidade, reserva de água para abastecimento e regulação de enchentes; e como efeitos negativos, a degradação da qualidade da água, perda da biodiversidade dos rios e problemas de saúde pública.

Os reservatórios Paraitinga e Biritiba trouxeram benefícios sobre os seguintes aspectos: aumento da captação de água para abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo; regularização dos cursos d'água; recuperação e saneamento das várzeas para agricultura; aumento das várzeas para a diluição de esgotos urbanos e industriais; irrigação do cinturão verde da RMSP; fornecimento de água para atividades industriais, notadamente na produção de celulose para papel e papelão.

4.3 Sustentabilidade político-institucional

Uma das diferenças entre lagos e represas é a fase de enchimento. Poderão ocorrer nesta fase transformações decisivas para o processo de envelhecimento do corpo d'água, que vão depender das condições do ambiente no qual ele está inserido e também de fatores operacionais, como tempo de retenção. Apesar da existência de inúmeros reservatórios, principalmente no Estado de São Paulo, estudos que acompanham a fase de enchimento são raros, com exceção de alguns estudos pontuais, como MATSUMURA-TUNDISI et al. (1991), no reservatório Samuel, em Rondônia; DE FILLIPO et al. (1999), no reservatório Serra da Mesa, em Goiás; BRANDIMARTE et al. (1999), no reservatório de aproveitamento múltiplo do rio Mogi-Guaçu, em São Paulo; TÔHA et al. (1999), no reservatório de Corumbá, em Goiás; e AOYAGUI et al. (2003), também no reservatório de Corumbá, em Goiás.

4.4 Sustentabilidade econômica

Os reservatórios da bacia hidrográfica do Alto Tietê Cabeceiras envolvidos com o abastecimento da RMSP foram implantados em solos com alta capacidade de uso agrícola, constituídos por terrenos de boa fertilidade em razão do alto teor de matéria orgânica. Este fato faz com que os reservatórios apresentem condições eutróficas desde o início de sua formação.

O intenso cultivo de produtos hortifrutigranjeiros na região produz impactos negativos na qualidade da água das represas, devido ao carreamento de nutrientes aos corpos d'água (cargas pontuais difusas).

A intensificação das atividades agrícolas, a urbanização e a industrialização, além do crescimento populacional e da diversificação dos usos múltiplos, provocaram um aumento nos custos de tratamento da água, tornando-a um bem extremamente caro. A qualidade das águas das represas do Sistema Produtor Alto Tietê é afetada por vários fatores, entre os quais o manejo, a carga interna de nutrientes e os usos do solo. Nas represas estudadas, além do provável aumento na quantidade de compostos nitrogenados e fosfatados oriundos da inundação de uma área agrícola, espera-se uma situação mais crítica, já que o nível de eutrofização de suas águas poderá ser também influenciado pelo grande aporte de nutrientes provenientes do esgoto doméstico oriundo do núcleo urbano de municípios próximos. Estes fatores, acrescidos por um manejo que contempla a transposição de água entre represas, implicarão custos elevados de tratamento para o abastecimento.

4.5 Sustentabilidade geográfica

A crise de água atingiu muitas regiões do planeta, sendo estimado que atualmente um terço da população mundial habite áreas com escassez de água. O Brasil é um país que se destaca mundialmente pela grande quantidade de água doce disponível em seu território, sendo responsável por 53% da produção de água doce do continente sul-americano e 12% do total mundial; contudo, este recurso está distribuído de forma desigual em relação à densidade populacional (REBOUÇAS, 1999).

Na região Sudeste, embora haja grande quantidade de água disponível, a urbanização, a ampliação do parque industrial e a intensificação das atividades agrícolas, além do crescimento populacional e da diversificação dos usos múltiplos, provocaram um aumento nos custos do tratamento, tornando a água um bem extremamente caro. O Estado de São Paulo sofre hoje com problemas de proteção de mananciais, de tratamento e de distribuição de água, já que o rápido crescimento demográfico exige uma demanda de água cada vez maior para abastecimento de toda a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) (TUNDISI, 2003).

O Sistema Produtor Alto Tietê (SPAT), que abrange os reservatórios Ponte Nova, no Município de Salesópolis; Jundiaí, em Mogi das Cruzes; e Taiaçupeba, na divisa de Mogi das Cruzes e Suzano (Figura 1), contribui hoje com cerca de 10 m3/s de água bruta para a Estação de Tratamento de Água (ETA) da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) em Suzano. Com a finalidade de ampliar a contribuição deste sistema para o abastecimento da RMSP – que poderá atingir até 15 m3/s – foram implantados outros dois reservatórios integrados ao SPAT, Biritiba em Biritiba-Mirim e Paraitinga em Salesópolis, que deverão garantir água

para o abastecimento de cerca de 4 milhões de pessoas (DAEE, 2006).

A fase de enchimento inicial de um reservatório constitui um evento único em toda a sua vida útil; no entanto, no Brasil, em especial na região Sudeste do país, não existem muitos estudos que focalizem as alterações ocorridas no ambiente aquático durante este período de transformação.

A retirada de energia na transformação de um sistema lótico (rio) em lêntico (represa), através da construção da barragem, produz o efeito de entulhamento (acúmulo de compostos transportados na fase rio) no reservatório. O aporte de nutrientes ao reservatório segue três caminhos: uma parte é assimilada, outra abandona o sistema pelos emissários e, normalmente, em função das características do sistema, a maior parte precipita no sedimento.

4.6 Sustentabilidade cultural

A nascente do rio Tietê, tombada em 1990 pelo CONDEPHAAT (Conselho de Defesa de Patrimônio Histórico, Artístico, Arqueológico e Turístico do Estado) como bem cultural de interesse histórico e paisagístico, encontra-se nesta bacia. Em 1996 foi inaugurado o Parque Estadual "Nascente do Rio Tietê".

Os reservatórios desta bacia encontram-se em diferentes situações quanto à qualidade de água, desde preservados (Ponte Nova) a extremamente impactados (Jundiaí e Taiaçupeba); Paraitinga e Biritiba, embora recém-concluídos, encontram-se em processo de rápida eutrofização. Para que a sustentabilidade cultural da área seja mantida, são necessárias ações de preservação e recuperação.

5 Potencial de difusão da metodologia e da experiência para comitês de bacia hidrográfica em São Paulo e no Brasil, prefeituras municipais e órgãos estaduais com atuação regional na área metropolitana de São Paulo

Devido ao rápido crescimento demográfico, a construção de represas tornou-se indispensável para suprir a demanda de água necessária para abastecer toda a população e o sistema econômico e social que a mantém. A transformação de um rio em um lago artificial não promove apenas efeitos positivos; essa prática altera permanentemente o ambiente no qual ela é inserida, trazendo para este ecossistema consequências prejudiciais e irreversíveis. Para que os efeitos positivos sejam maximizados e os efeitos negativos sejam minimizados, é necessário o trabalho conjunto de profissionais de diversos setores, na tentativa de unir progresso e preservação do meio ambiente.

6 Principais dificuldades na realização do projeto

Um dos processos que distinguem um lago de um reservatório é a fase de enchimento; desta maneira, o *timing* para iniciar estudos para avaliar esta fase é um evento único na vida útil de um reservatório. Torna-se, portanto, impossível uma avaliação caso não sejam coletadas amostras neste exato período.

7 Referências

[APHA]. Standard methods for examination of water and wastewater. 17thed. Baltimore, Maryland: Port. City Press., 1998.

AYOAGUI, A. S.; BONECKER, C. C.; LANSAC-TOHA, F. A.; VELHO, L. F. M. Estrutura e dinâmica dos rotíferos no reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil. Acta Scientiarum: Biological Sciences. Maringá. V. 25, n. 1, 2003, pp. 31-39.

BRANDIMARTE, A. L.; ANAYA, M.; SHIMIZU, G. Y. Comunidades de invertebrados bentônicos nas fases de pré e pós-enchimento em reservatórios: Um estudo de caso no reservatório de aproveitamento múltiplo do rio Mogi-Guaçu (SP). In: HENRY, R. (Ed.). Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: FUNDIBIO / FAPESP, 1999, pp. 375-408.

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica. Desenvolvido pela Secretaria de Energia, Recursos hídricos e Saneamento do Estado de São Paulo. Disponível em: <http://www.daee.sp.gov.br/altotiete/index.htm>. Acesso em: 23 março 2006.

DE FILLIPO, R.; GOMES, E. L.; LENZ-CÉSAR, J.; SOARES, C. B. P.; MENEZES, C. F. S. Alterações na qualidade da água durante o enchimento do reservatório de UHE Serra da Mesa – GO. In: HENRY, R. (Ed.). Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: FUNDIBIO / FAPESP, 1999, pp. 321-346.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro: Interciência/FINEP, 1988. 575 pp.

MATSUMURA-TUNDISI, T. Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil. In: HENRY, R. (Ed.). Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: FUNDIBIO / FAPESP, 1999, pp. 39-54.

MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. G.; SAGGIO, A.; OLIVEIRA NETO, A. L.; ESPÍNDOLA, E. G. Limnology of Samuel Reservoir (Brazil, Rondônia) in the filling phase. Verh. Internat. Verein. Limnol., v. 24, 1991, pp. 1482-1488.

MUCCI, J. L. N. A influência da decomposição da vegetação na qualidade da água de reservatórios. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo – Faculdade de Saúde Pública, 1993. 163 pp.

PANARELLI, E.A.; NOGUEIRA, M.G.; HENRY, R. Short-term variability of copepod abundance in Jurumirim reservoir, São Paulo, Brazil. Braz. J. Biol. v. 61 (4). 2001, pp. 577 – 598.

PEREIRA, D. F. Estudo da comunidade zooplanctônica em um reservatório recém-construído (reservatório do Lajeado), UHE Luis Eduardo Magalhães – TO. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos, 2005. 134 pp.

REBOUÇAS, A. C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDIDI, J. G. Águas doces no Brasil – Capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras Editora, 1999, pp. 1-37.

STEVENS, D. P. Saúde pública: Inclusão como variável ambiental na implantação de reservatórios. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo – Faculdade de Saúde Pública, 1991. 125 pp.

TÔHA, F. A. L.; VELHO, L. F. M.; BONECKER, C. C. Estrutura da comunidade zooplanctônica antes e após a formação do reservatório de Corumbá – GO. In: HENRY, R. (Ed.). Ecologia

de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: FUNDIBIO / FAPESP, 1999, pp. 347-374.

THOMAZ, S. M.; BINI, L. M. A expansão das macrófitas aquáticas e implicações para o manejo de reservatórios: um estudo na represa de Itaipu. In: Henry, R.. (Org.). Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: FUNDIBIO/FAPESP, 1999, pp. 599-625.

TUNDISI, J. G. Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY, R. (Ed.). Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Botucatu: FUNDIBIO / FAPESP, 1999, pp. 19-38.

TUNDISI, J. G. Água no século XXI: Enfrentando a Escassez. São Carlos: RiMa, IIE, 2003.

Tab. 1 *Valores de temperatura da água (°C), oxigênio dissolvido (mg/L) e pH ao longo da coluna d'água nas represas Biritiba e Paraitinga, em agosto de 2005 (período de estiagem-frio).*

	Biritiba			Paraitinga		
Profundidade (m)	Temperatura (°C)	O.D.	pH	Temperatura (°C)	O.D. (mg/L)	pH
0,0	19,90	8,00	4,40	20,00	9,10	5,40
1,0	19,90	7,10	4,30	20,00	8,70	5,10
2,0	19,90	6,80	4,30	20,00	8,40	5,00
3,0	19,90	6,80	4,30	20,10	8,30	4,90
4,0	19,90	6,50	4,30	20,10	8,10	4,90
5,0				20,00	8,00	4,90
6,0				19,90	7,90	5,30
7,0				19,50	7,00	5,20
8,0				19,00	6,90	5,20
9,0						
10,0						
11,0						
12,0						
13,0						
Média	19,90	7,04	4,32	13,36	5,62	3,36
Desvio padrão	0,00	0,58	0,04	0,05	0,37	0,18
Máximo	19,90	8,00	4,40	20,10	9,10	5,40
Mínimo	19,90	6,50	4,30	19,00	6,90	4,90

Tab. 2 *Valores de temperatura da água (°C), oxigênio dissolvido (mg/L) e pH ao longo da coluna d'água nas represas Biritiba e Paraitinga, em março de 2006 (período chuvoso-quente).*

	Biritiba			Paraitinga		
Profundidade (m)	Temperatura (°C)	O.D.	pH	Temperatura (°C)	O.D. (mg/L)	pH
0,0	25,80	7,60	5,80	25,00	7,90	5,90
1,0	25,60	7,30	5,80	24,90	7,80	5,90
2,0	25,60	7,20	5,80	24,90	7,70	5,90
3,0	25,50	7,20	5,80	24,70	7,60	5,90
4,0	25,50	7,00	5,90	24,70	7,60	5,90
5,0	25,40	7,00	5,90	24,50	7,40	5,90
6,0	25,20	6,70	5,90	24,40	7,20	5,90
7,0	25,10	6,50	5,90	24,30	7,00	6,00
8,0	25,00	6,30	5,90	24,20	6,60	6,00
9,0	24,90	6,00	5,90	24,20	6,40	6,00
10,0	24,70	5,70	5,90	24,00	6,00	6,00
11,0				24,00	6,00	6,00
12,0				23,70	5,70	6,00
13,0				23,10	5,30	6,00
Média	25,30	6,77	5,86	24,33	6,87	5,95
Desvio padrão	0,34	0,59	0,05	0,50	0,83	0,05
Máximo	25,80	7,60	5,90	25,00	7,90	6,00
Mínimo	24,70	5,70	5,80	23,10	5,30	5,90

Concentrações e cargas de nutrientes no sistema produtor Alto Tietê, São Paulo

Suzana Sendacz[1]; Cacilda Thais Janson Mercante[2]; Adalberto José Monteiro Junior[3]; Luciana Carvalho Bezerra de Menezes[4]

[1,2,3,4] Instituto de Pesca – APTA, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Av. Francisco Matarazzo, 455 – 05001-900 – São Paulo, SP.

[1] Doutora em Ciências pelo Instituto de Biociências da USP, Pesquisador Científico VI, atua na caracterização da qualidade da água em ecossistemas aquáticos continentais através do estudo do zooplâncton, com ênfase em espécies indicadoras da qualidade da água. É docente do curso de Pós-Graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca.

[2] Doutora pela UFSCar, Pesquisador Científico V, atua em caracterização da qualidade da água através do estudo do fitoplâncton, clorofila a e nutrientes, tanto em reservatórios como em sistemas aquaculturais. É docente do curso de Pós-Graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca, Diretora do Centro de Recursos Hídricos do Instituto de Pesca, Membro do Conselho de Pesquisa Ambiental da SMA e Vice-Coordenadora do Programa de PG do Instituto de Pesca.

[3] Mestre em Ciência Ambiental pelo PROCAM/USP, Doutor em Ecologia pelo Instituto de Biociências/USP, Pesquisador Científico II, atua em caracterização da qualidade da água através de variáveis físicas e químicas da água. Consultor de empresas em estudos ambientais. Professor colaborador dos cursos de graduação em Biologia e Gestão Ambiental da Universidade Guarulhos.

[4] Doutora pela Faculdade de Saúde Pública da USP, Assistente Técnico de Direção II, atua em caracterização da qualidade da água através do estudo da macrofauna bentônica como bioindicadora em rios e reservatórios. Membro do Conselho Gestor do Programa Estratégico de Bioenergia da APTA, SAA. Coorientadora no Programa de Pós-Graduação do Instituto de Pesca.

Identificação da área ou subárea (2.05.02.00-1, Ecologia de Ecossistemas)

O Sistema Produtor Alto Tietê (SPAT), responsável por 15% do abastecimento de água para a Região Metropolitana de São Paulo, envolve os reservatórios Ponte Nova (Salesópolis), Jundiaí (Mogi das Cruzes) e Taiaçupeba (entre Mogi das Cruzes e Suzano). O sistema funciona em cascata, através da qual a água do reservatório Ponte Nova, localizado próximo às cabeceiras do rio Tietê, é parcialmente derivada para uma Estação Elevatória. As águas são recalcadas até o túnel de interligação Tietê/Biritiba, a partir do qual todo o escoamento é feito por gravidade; através de sistemas canal-túnel-canal, á água é transferida para o reservatório Jundiaí, e, posteriormente, para o reservatório de Taiaçupeba, onde é feita a captação pela SABESP. O estudo do aporte de nutrientes (nitrogênio e fósforo) foi realizado no período estiagem-frio (agosto/2003) e chuvoso-quente (janeiro/2004) através da avaliação de cargas pontuais afluentes e efluentes ao longo do sistema. As vazões, regularizadas pela SABESP, foram mais elevadas durante o período seco, acarretando cargas elevadas principalmente no canal Jundiaí-Taiaçupeba. Foi também efetuado o balanço de massa para nitrogênio e fósforo nos reservatórios Jundiaí e Taiaçupeba, verificando-se exportação de nutrientes de Jundiaí, e exportação de nitrogênio e retenção de fósforo em Taiaçupeba.

The Sistema Produtor Alto Tietê (SPAT), responsible for 15% of the water supply for the Metropoliton Region of São Paulo, is composed by the following reservoirs: Ponte Nova (Salesópolis), Jundiaí (Mogi das Cruzes) and Taiaçupeba (between Mogi das Cruzes e Suzano). The system functions as a cascade, where part of the water delivered by Ponte Nova Reservoir, located at the headwaters of Tietê River, is pumped by an Elevatory Station and conducted, through a system of canal-tunnel-canal, to Jundiaí Reservoir, and lately, to Taiaçupeba Reservoir, where SABESP collects for water supply. The study of the input of nutrients (nitrogen and phosphorus) was undertaken during the dry and cold (August/2003) and warm and rainy periods, trough the evaluation of affluent and effluent loads along the system. The water discharges, regulated by SABESP, were higher at the Jundiaí-Taiaçupeba canal. The mass balance for Jundiaí and Taiaçupeba Reservoirs revealed exportation of nutrients from Jundiaí, and exportation of nitrogen and retention of phosphorus by Taiaçupeba.

1 Objetivos

A crescente demanda por água para o abastecimento público levou os órgãos gestores a construírem represas em áreas de várzea, onde a principal atividade era a agricultura. A partir da hipótese de que as atividades agrícolas seriam as causadoras da deterioração da qualidade da água dos reservatórios da bacia hidrográfica do Alto Tietê–Cabeceiras, o objetivo deste estudo foi avaliar a carga de nitrogênio e fósforo ao longo do Sistema Produtor Alto Tietê (SPAT), com a finalidade de detectar as circunstâncias que levam a um aumento do estado trófico ao longo da cascata de reservatórios, assim como verificar o papel das represas no transporte e retenção de nutrientes. Verificou-se, desta maneira, em que grau o aporte de nutrientes está atuando na degradação dos reservatórios envolvidos, identificando os principais impactos antropogênicos na bacia, avaliados através da determinação das cargas pontuais de nitrogênio e fósforo afluentes e efluentes ao longo dos principais componentes do sistema.

2 Proposta de desenvolvimento do projeto

A bacia hidrográfica Tietê Cabeceiras, com 1.889 km^2 de área de drenagem, é constituída pelos rios Tietê (desde sua nascente até a divisa com Itaquaquecetuba), Claro, Paraitinga, Biritiba-Mirim, Jundiaí e Taiaçupeba-Mirim e pelos reservatórios Ribeirão do Campo, Ponte Nova, Jundiaí e Taiaçupeba.

A bacia compreende o Sistema Produtor Alto Tietê (SPAT), em funcionamento desde junho de 1999. Diferentemente de um sistema em cascata, com várias represas no mesmo rio (presentes nas bacias dos rios Grande, Tietê e Paranapanema, no Estado de São Paulo), o SPAT constitui um sistema em

cascata formado pela interligação de represas situadas em diferentes rios (Ponte Nova, Paraitinga, Biritiba, Jundiaí e Taiaçupeba) através de sistemas de túneis e canais, com a finalidade de aumentar a captação de água para abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo (Figura 1).

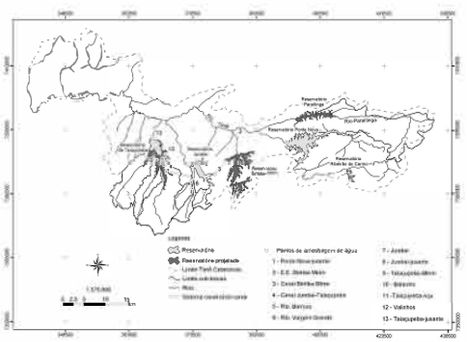


FIG. 1 *Sistema Produtor Alto Tietê: represas Ponte Nova, Jundiaí, Taiaçupeba e estações de amostragens.*

No último reservatório do sistema, Taiaçupeba, é feita a captação pela SABESP, que dispõe 10 m^3/s de água para a Região Metropolitana de São Paulo.

O estudo do aporte de nutrientes (nitrogênio e fósforo) no SPAT foi realizado no período estiagem-frio (agosto/2003) e chuvoso-quente (janeiro/2004) através da avaliação de cargas pontuais afluentes e efluentes ao longo do sistema.

Amostras de água foram coletadas nas seguintes estações: saída da represa Ponte Nova (23° 34' 34" e 45° 58' 24"), Estação Elevatória de Biritiba (23° 33' 54" e 46° 05' 28"), Canal Biritiba-Jundiaí (23° 36' 59" e 46° 06' 44"), Canal Jundiaí-Taiaçupeba (23° 36' 59" e 46° 06' 44") e saída de Taiaçupeba (23°34'08" e 46°17'20").

Com a finalidade de avaliar o balanço de nitrogênio e fósforo das represas Jundiaí e Taiaçupeba, foram amostrados, quanto à represa Jundiaí, as entradas dos tributários ribeirão Barroso (23°39'35.6" e 46°11'41.7"), Vargem Grande (23°40'23.8" e 46°11'31.9"), rio Jundiaí (23°40'55.6" e 46°9'52.0") e canal Biritiba-Jundiaí, e as saídas canal Jundiaí-Taiaçupeba e jusante da represa, nos períodos chuvoso (janeiro de 2004) e seco (agosto de 2004).

Em relação à represa Taiaçupeba, foram amostrados, no mesmo período, quanto às entradas, os tributários Taiaçupeba-mirim (23°36'36.3" e 46°17'49.1"), Balainho (23°36'47.3" e 46°16'23.6"), Taiaçupeba-Açu (23°39'26.3" e 46°15'25.2"), Valinhos (23°36'06.3" e 46°15'17.7") e canal Jundiaí-Taiaçupeba, e a saída da represa.

As concentrações de nutrientes (amônia, nitrito, nitrato, nitrogênio e fósforo totais) foram determinadas no laboratório, segundo Mackereth et al. (1978) e Golterman et al. (1978).

A velocidade dos canais de interligação foi fornecida pela SABESP; quanto aos tributários, utilizou-se a equação v=E/t, onde v= velocidade da corrente ($m.s^{-1}$), E= espaço (m) e t= tempo (s) de percurso do flutuador no trecho. A velocidade foi corrigida multiplicando-se os valores obtidos por fatores de correção que levam em consideração a natureza do leito (Marques & Argento, 1988, apud Carmo et al., 2002). A vazão foi calculada pela fórmula Q=A X v, onde Q= vazão ($m^3.s^{-1}$), A= área média da seção de escoamento (m^2) e v= velocidade média do fluxo ($m.s^{-1}$).

As cargas de nutrientes foram obtidas através do produto entre os valores de vazão ($m^3.s^{-1}$) e concentrações de nitrogênio ($mg.l^{-1}$) e fósforo ($\mu g.l^{-1}$); os balanços de massa de nitrogênio e fósforo nas represas Jundiaí e Taiaçupeba foram calculados considerando a diferença dos valores de carga estimados de entrada e saída para cada nutriente.

As vazões dos canais de interligação e saídas das represas que constituem o SPAT encontram-se na Figura 2. De modo geral, ocorrem no período chuvoso vazões mais elevadas; no entanto, o SPAT tem suas vazões reguladas pelo DAEE/SABESP. No período seco de 2003, as vazões foram mantidas elevadas, principalmente no canal Jundiaí-Taiaçupeba, para garantir o abastecimento nesta última represa. No período chuvoso de 2004, a vazão foi grandemente reduzida na represa Ponte Nova. Como em agosto de 2004 a represa Jundiaí estava com 95% de capacidade de armazenamento, as vazões foram mantidas baixas na Estação Elevatória de Biritiba e no canal Biritiba-Jundiaí (Figura 2).

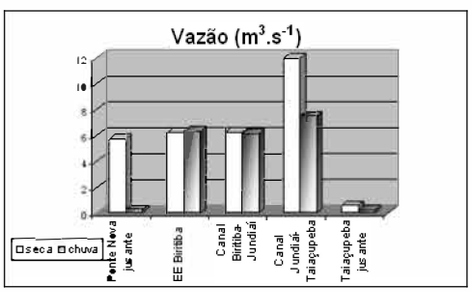


FIG. 2 *Vazões ao longo do SPAT, no período seco (agosto de 2003) e chuvoso (fevereiro de 2004).*

Não foram observadas diferenças marcantes entre períodos seco e chuvoso nas concentrações de nitrogênio e fósforo; as concentrações de nitrogênio no canal Jundiaí-Taiaçupeba e a jusante da represa Taiaçupeba foram 2 e 3 vezes mais elevadas, respectivamente, do que a concentração estimada a montante, no canal Biritiba-Jundiaí. Quanto ao fósforo, verificou-se em ambos os períodos que as concentrações dos canais Biritiba-Jundiaí e Jundiaí-Taiaçupeba estiveram acima dos valores estabelecidos pelo CONAMA 357/05 (Figura 3).

Ao longo do sistema, as cargas de nitrogênio variaram, nos períodos seco e chuvoso, entre 48,3 e 16,0 $kg.dia^{-1}$ (jusante da represa Taiaçupeba) a 691,5 e 336,3 $kg.dia^{-1}$ (canal Jundiaí-Taiaçupeba). Quanto às cargas de fósforo, estas variaram, no período seco, entre 1,0 (jusante da represa Taiaçupeba) e 34,7 $kg.dia^{-1}$ (canal Jundiaí-Taiaçupeba), e 0,4 (jusantes das represas Ponte Nova e Taiaçupeba) e 21,3 $kg.dia^{-1}$ (canal Jundiaí-Taiaçupeba), no período chuvoso (Figuras 3 e 4).

As concentrações e cargas de nitrogênio e fósforo estimadas nos tributários das represas Jundiaí e Taiaçupeba encontram-se na Tabela 1 e na Figura 5. As concentrações de fósforo determinadas nos tributários de ambas as represas estiveram dentro do limite estabelecido pelo CONAMA 357/05 ($\leqslant 25\ \mu g/l$), com exceção do rio Taiaçupeba-Mirim, muito impactado, on-

de foi registrada a concentração de 157,9 μg/l, no período chuvoso, e 184,2 μg/L, no período seco (Tabela 1).

O aporte de nitrogênio e fósforo ao reservatório Taiaçupeba, mais elevado no período seco, foi superior ao verificado no reservatório Jundiaí, onde ocorreu grande redução no aporte destes nutrientes devido à regulação das vazões do SPAT pela SABESP/DAEE.

TAB. 1 *Reservatórios Jundiaí e Taiaçupeba: aportes (tributários e canais de interligação) e saídas (canais de interligação, captação e jusantes) de nitrogênio e fósforo (kg/dia), nos períodos chuvoso e seco, em 2004.*

	Período chuvoso				Período seco			
	Nitrogênio		Fósforo		Nitrogênio		Fósforo	
	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída
Reservatório Jundiaí								
Canal Biritiba-Jundiaí	135,69		6,94		0		0	
Canal Jundiaí-Taiaçupeba		279,36		17,67		478,62		25,29
Ribeirão Barrozo	5,27		0,31		4,6		0,32	
Ribeirão Vargem Grande	17,93		1,13		13,69		1,06	
Jundiaí	7,72		0,44		0		0	
Jusante Jundiaí		1,46		0,07		0,91		0,06
Total	166,61	280,82	8,82	17,74	18,29	479,53	1,38	25,34
Reservatório Taiaçupeba								
Taiaçupeba-Mirim	171,31		8,46		152,88		7,8	
Balainho	6,44		0,32		18,57		1,23	
Taiaçupeba-Açu	29,91		1,51		33,66		1,97	
Taiaçupeba MD	1,73		0,08		2,99		0,19	
Canal Jundiaí-Taiaçupeba	279,36		17,67		478,62		25,29	
Taiaçupeba jusante		16,03		0,43		21,59		0,58
Captação de água para abastecimento		641,09		17,02	830,3		22,27	
Total	488,75	657,12	28,04	17,45	686,72	851,89	36,48	22,85

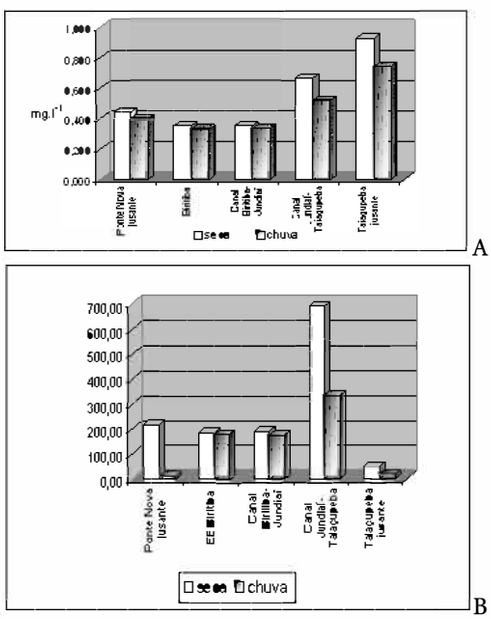


FIG. 3 *Concentrações (mg.l^{-1}) (A) e cargas (kg.dia^{-1}) (B) de Nitrogênio no SPAT, nos períodos seco (agosto de 2004) e chuvoso (fevereiro de 2004).*

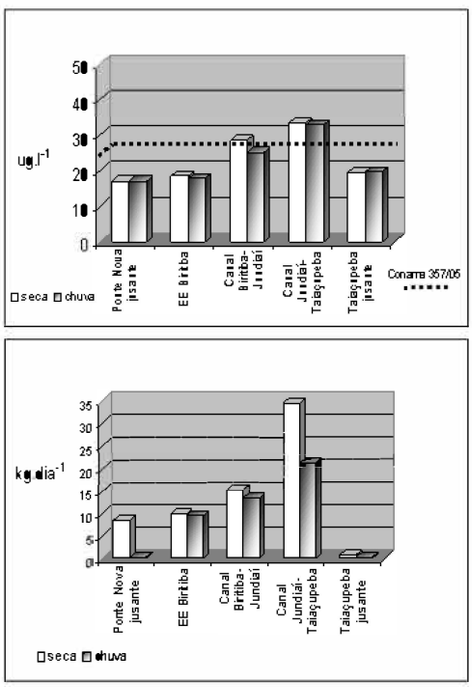


FIG. 4 *Concentrações (mg.l^{-1}) e cargas (kg.dia^{-1}) de Nitrogênio no SPAT, nos períodos seco (agosto de 2004) e chuvoso (fevereiro de 2004).*

Valor investido ou financiado e contrapartidas (se houver)

700000 Euros distribuídos em diversas instituições e atividades.

Contrapartida: pesquisadores, equipamentos e infraestrutura de pesquisa.

Fonte de financiamento externa

Recursos da Comunidade Européia e FAPESP para o Projeto Negowat, que envolveu diversas instituições (Institutos de Pesca, Economia Agrícola e Agronômico de Campinas, Instituto Polis, USP, UNICAMP, Instituto Internacional de Ecologia).

Financiamento interno

Recursos orçamentários do Instituto de Pesca, para combustível.

Alcance dos resultados em termos de contribuição para a sustentabilidade da Bacia do Alto Tietê, segundo os seis parâmetros conceituais adotados nos itens 1.a-f.

a) dimensão ecológica ou biofísica

Nos reservatórios em cascata, ocorre uma diminuição dos poluentes ao longo da sequência, pois o reservatório a montante funciona como um quimiostato, retendo parte dos poluentes e nutrientes, levando a uma melhora na qualidade das águas e sedimentos cascata abaixo (Tundisi et al., 1988; 1991; 1999a; Straskraba, 1994; Barbosa et al., 1999). O Sistema Produtor Alto Tietê funciona como cascata, porém de maneira inversa ao acima descrito; as concentrações de nitrogênio e fósforo aumentam ao longo da série, verificando-se, ao invés de uma diminuição progressiva dos efeitos da eutrofização, um agravamento do processo.

Ao longo do SPAT, as vazões são reguladas com a finalidade de atender à captação no reservatório Taiaçupeba, último do sistema. No período de estiagem, as vazões são, de um modo geral, mais elevadas em Ponte Nova e no canal Jundiaí-Taiaçupeba; no período chuvoso, verifica-se uma grande redução nas vazões, principalmente em Ponte Nova, com a finalidade de armazenar água neste reservatório.

Neste estudo, em ambos os períodos, devido às elevadas vazões, as cargas mais altas de nitrogênio e fósforo ocorreram no canal de interligação entre as represas Jundiaí e Taiaçupeba; as cargas mais baixas foram registradas a jusante da represa Taiaçupeba.

A determinação da carga de nutrientes, com a finalidade de avaliar o processo de eutrofização ao longo de um sistema, assim como a determinação do balanço de massa, através das estimativas de entradas, saídas e retenção de nutrientes no corpo d'água, são importantes para a definição de estratégias de recuperação, conservação e manejo da bacia hidrográfica (Barbosa et al., 1998).

A represa Taiaçupeba caracterizou-se como um sistema exportador de nitrogênio (34%) e de retenção de fósforo (62%). Na Tabela 2 é apresentada uma comparação entre taxas de retenção e exportação de nitrogênio e fósforo obtidas neste estudo e por outros autores, em ambientes caracterizados por diferentes usos e ocupação do solo.

Barbosa et al. (op. cit.) constataram, na Lagoa Pampulha, elevadas taxas de retenção, 69% de nitrogênio e 99,8% de fósforo; Carmo et al. (2002) verificaram, em reservatórios situados em área de preservação ambiental na cidade de São Paulo, no ambiente caracterizado como oligotrófico e pouco impactado, baixas taxas de retenção de nitrogênio (14%) e fósforo (20%). O lago eutrófico foi o sistema mais eficiente na retenção de nitrogênio e fósforo, com taxas superiores a 70% para os dois elementos.

Através do balanço de massa efetuado nas represas Jundiaí e Taiaçupeba, verificou-se que, no período seco de 2003, foram exportados pelo reservatório Jundiaí, via canal Jundiaí-Taiaçupeba, 56% além da carga recebida em termos de nitrogênio, e 31% de fósforo. As exportações estão provavelmente relacionadas, segundo Carmo et al. (2002), à eutrofização do sistema, em função de estoques potenciais de nutrientes no sedimento (não houve desmatamento previamente ao enchimento do reservatório), carga interna de nutrientes e grande biomassa de fitoplâncton.

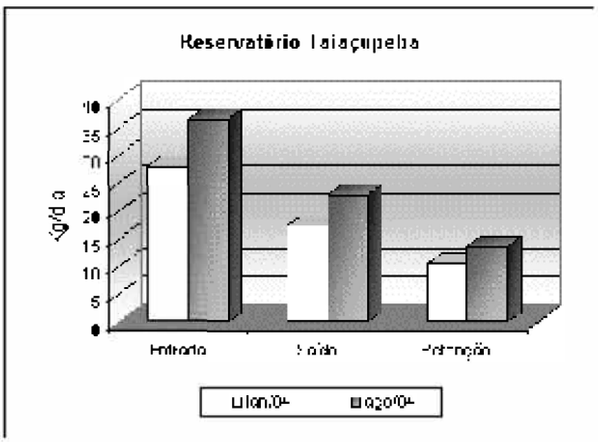
Os valores estimados de aporte de nitrogênio, na represa Taiaçupeba, no período chuvoso, 489 kg.dia^{-1}, foram superiores aos valores estimados por Barbosa et al. (1998), na Lagoa Pampulha, Belo Horizonte, MG, impactada por efluentes domésticos e industriais, 454 kg/dia. Já o aporte de fósforo na represa Jundiaí foi inferior, 167 kg.dia^{-1} no mesmo período.

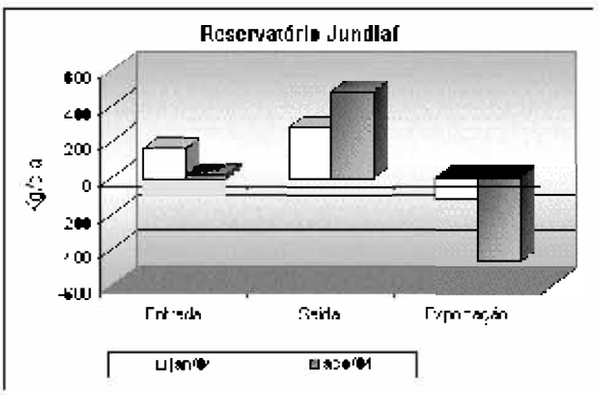
Tab. 2 *Taxas de retenção e exportação de nitrogênio e fósforo obtidos neste e em outros estudos*

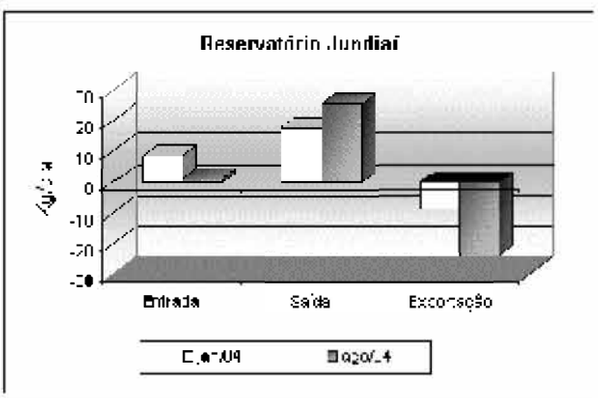
Reservatório	Nitrogênio	Fósforo	Uso e ocupação da bacia	Autor
Taiaçupeba, SP	Exportação	62% (retenção)	Agricultura e urbanização	Este estudo
Jundiaí, SP	Exportação	Exportação	Agricultura	Este estudo
Pampulha, MG	69% (retenção)	99,8% (retenção)	Urbana: efluentes domésticos e industriais	Barbosa et. al., 1998
Jurumirim, SP	Exportação	Retenção	Florestas e áreas florestadas	Henry & Gouveia, 1993
Jurumirim, SP	Exportação	Retenção	Florestas e áreas florestadas	Henry et al., 1999
Barra Bonita, SP	53% (retenção)	56% (retenção)	Agricultura	Braga et al., 1998
IAG (PEFI), SP	14% (retenção)	20% (retenção)	Pouco impactado	Carmo et al., 2002
Ninfeias (PEFI), SP	70% (retenção)	Exportação	Urbano	Carmo et al., 2002
Garças (PEFI), SP	72% (retenção)	78% (retenção)	Urbano; esgotos não tratados	Carmo et al., 2002
Salto Grande, SP	-	76% (retenção)	Agricultura e urbanização	Rios, 1999

As cargas afluentes de fósforo às represas Taiaçupeba e Jundiaí no período chuvoso, 28 e 9 kg.dia^{-1}, respectivamente, foram inferiores aos valores estimados por Barbosa et al. (op. cit.) na lagoa Pampulha (44 kg.dia^{-1}).

Os dados físicos e químicos (Sendacz et al., 2005) e os relativos ao uso e ocupação do solo (Ducrot et al., 2004) mostram que a sub-bacia do rio Taiaçupeba-mirim apresenta impactos antropogênicos mais significativos em relação às demais, principalmente quanto à área ocupada por urbanização; esta sub-bacia contribuiu com 35 e 30% da carga de nitrogênio e fósforo. Já a contribuição destes elementos via canal Jundiaí-Taiaçupeba representou 57 e 63% do aporte pontual total, sendo, desta maneira, grandemente responsável pela elevada carga afluente à represa Taiaçupeba, com uma contribuição mais importante do que a do tributário Taiaçupeba-Mirim.







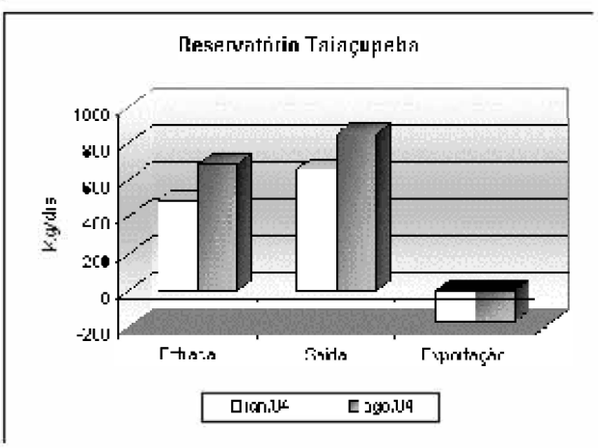


FIG. 5 *Balanço de massa das represas Jundiaí e Taiaçupeba, nos períodos chuvoso (janeiro de 2004) e seco (agosto de 2004). A e C, cargas de nitrogênio. B e D, cargas de fósforo.*

b) sustentabilidade social

Nas últimas décadas, os aumentos das cargas de nitrogênio e fósforo, de substâncias tóxicas e da produção de toxinas por cianobactérias são alguns dos muitos fatores que atingem os ecossistemas aquáticos continentais (Tundisi, 1999b). Segundo este autor, dentre os principais desafios do século XXI, referentes à crise da água e a todos os problemas por ela gerados, podem-se destacar a escassez e a disponibilidade de água; a deterioração de sua qualidade; a falta de percepção de gerentes e do público em geral sobre a gravidade da crise; a fragmentação e dispersão do gerenciamento dos recursos hídricos.

O processo de eutrofização pode ser causado por diversos fatores, sendo que o uso de fertilizantes químicos na agricultura, bem como produtos compostos por polifosfatos, pode ser desencadeador deste processo de enriquecimento artificial, o qual produz mudanças na qualidade da água, incluindo a redução de oxigênio dissolvido, redução das qualidades cênicas, morte extensiva de peixes e aumento de incidências de florações de microalgas e cianobactérias (Azevedo, 1998).

A atividade agrícola, muito presente nesta região, vem sendo responsabilizada pela acelerada degradação da qualidade da água dos reservatórios que compõem este sistema. Verificou-se neste estudo que outros fatores, tais como a carga interna e o manejo do sistema de produção de água, contribuem grandemente para a acelerada eutrofização.

Os reservatórios desta bacia foram implantados em áreas onde os solos são ricos em nutrientes em função de técnicas agrícolas; o tratamento do solo gera a formação de um compartimento no sedimento de sistemas aquáticos com nutrientes estocados que podem suprir a coluna d'água por longos períodos.

Tal carga interna de nutrientes é um dos principais fatores responsáveis pela aceleração do processo de eutrofização. A remoção de atividades agrícolas e a diminuição da drenagem de nutrientes da área de entorno não causarão a redução imediata do processo de eutrofização.

O uso da água pela agricultura e sua contaminação pelo uso de agrotóxicos fez com que a agricultura fosse, até recentemente, vista como uma atividade poluidora que deveria ser desestimulada nas áreas de mananciais. O tratamento do solo exige adubações constantes, que, associadas ao incremento de matéria orgânica para manutenção da produção, geram no sedimento de sistemas aquáticos a formação de um compartimento com nutrientes estocados que podem suprir a coluna d'água por longos períodos.

A implantação de reservatórios nesta bacia tem como principal finalidade o abastecimento de água para a Região Metropolitana de São Paulo. Construídos a partir dos anos 70, apresentaram, logo após o enchimento, elevadas concentrações de nutrientes, liberados do sedimento para a coluna d'água. Como consequência, houve uma aceleração do processo de eutrofização e a consequente deterioração da qualidade da água, verificando-se um intenso desenvolvimento de cianobactérias e crescimento excessivo de plantas aquáticas tais como aguapé (*Eichornia crassipes*) e alface d'água (*Pistia stratiotes*).

O efeito do escoamento superficial em solos agrícolas sem dúvida acelera o processo de enriquecimento natural dos corpos d'água. Vários reservatórios de importância capital para a geração de energia e abastecimento experimentam um processo gradual de eutrofização ou já se encontram altamente eutrofizados em decorrência dos elevados aportes de fósforo (Tundisi et al., 1988; Henry et al., 1999; Rios, 1999). No entanto, na região da bacia do Alto Tietê, outros fatores vêm contribuindo para a degradação da qualidade da água dos reservatórios, tais como o manejo do sistema, conforme abaixo discutido, do que diretamente das formas de uso do solo e particularmente da agricultura.

Visando a atender uma demanda crescente de aproximadamente 21 milhões de pessoas diariamente, fornecendo cerca de 13 m^3/s, 12% do total abastecido para a Região Metropolitana de São Paulo, os reservatórios que compõem o Sistema Produtor Alto Tietê (SPAT) estão submetidos a um manejo hidráulico que contempla transposições de água entre represas. Túneis e canais interligam os reservatórios do sistema, causando um impacto negativo acumulativo nos corpos receptores. As elevadas vazões nos canais de interligação entre as represas acarretam grandes cargas de nitrogênio e fósforo. Constatou-se, em 2003, que, no período seco, 68% da carga de nitrogênio e 24% da carga de fósforo que entraram num dos reservatórios do sistema foram exportados via canal (Sendacz et al., 2005). Segundo Carmo et al. (2002), as exportações de nutrientes em reservatórios estão normalmente associadas à produção autóctone em sistemas eutrofizados, em função de estoques potenciais de nutrientes no sedimento e grande biomassa de algas.

Desta maneira, os reservatórios desta bacia, implantados em áreas onde os solos, ricos em nutrientes em função de técnicas agrícolas e de um desmatamento prévio ao enchimento parcial, têm como um dos principais responsáveis pela aceleração do processo de eutrofização a carga interna de nutrientes oriunda do sedimento.

O SPAT funciona como cascata, onde, diferente de outros sistemas similares, as concentrações de nitrogênio e fósforo aumentam ao longo da série, verificando-se, ao invés de uma diminuição progressiva dos efeitos da eutrofização, um agravamento do processo. O uso e a ocupação do solo não são a principal função de força do processo de eutrofização, mas sim o manejo a que são submetidos os reservatórios envolvidos, através da regulação de vazões.

A definição de estratégias de recuperação, conservação e manejo da bacia hidrográfica passa por um controle das fontes pontuais e não pontuais de aporte de nitrogênio e fósforo. No entanto, a remoção de atividades agrícolas e a diminuição da drenagem de nutrientes da área de entorno não causarão a redução imediata do processo de eutrofização. Os efeitos produzidos pela carga interna permanecem muito tempo após ter cessado a contribuição externa.

c) sustentabilidade político-institucional

A interação com o Subcomitê de Bacias Hidrográficas Alto Tietê Cabeceiras, visando à mobilização de atores, tanto de órgãos gestores quanto sociedade civil, foi contemplada através de um Workshop realizado na UNIMESP, em Guarulhos, no dia 13 de setembro de 2007, com a finalidade de abordar propostas de mudanças no manejo visando a reverter a deterioração da qualidade da água do sistema estudado (Figura 6). O encontro contou com a participação de especialistas que focalizaram temas pertinentes à problemática do sistema estudado, tais como transposição de água entre reservatórios, carga interna de nutrientes, papel do sedimento, cianobactérias e algicidas, recuperação de sistemas eutrofizados e conceito de vazão ecológica. Esta experiência constituiu uma etapa preliminar que deverá ser aprofundada através de novos encontros, podendo ser extrapolada para outros comitês de bacia.



Fig. 6 *Workshop Subcomitê da Bacia Hidrográfica Alto Tietê Cabeceiras, realizado na UNIMESP, Guarulhos, 13 de setembro de 2007.*

d) sustentabilidade econômica

No sistema Tietê Cabeceiras, a principal função de força não é constituída pela precipitação ou pelo uso e ocupação do solo, e sim pelo manejo a que são submetidos os reservatórios envolvidos, através da regulação de vazões.

O abastecimento da RMSP envolve transporte de água a longas distâncias, utilização de bombeamento de alto custo e tratamento da água devido à perda da sua qualidade, fatores

relacionados por Tundisi (2003) como responsáveis pelo aumento nos custos de abastecimento de água.

Quanto mais contaminado o manancial, mais complexo e mais custoso será o processo de tratamento da água. Tundisi (op. cit.) estimou que os custos de tratamento em águas com contaminação química, aumento de toxicidade por florações de cianobactérias e liberação de toxinas podem atingir de R$ 35,00 a R$ 40,00/1000 m^3, em contraposição a custos bem mais baixos necessários para águas bem conservadas, de R$ 0,50 a R$ 0,80/1000 m^3.

Através de ações de manejo que visem a uma redução do aporte de nutrientes e a consequente deterioração progressiva da qualidade da água dos reservatórios, será possível reduzir custos no tratamento da água para os usos múltiplos, incluindo abastecimento público. Ações preventivas devem prevalecer para que possam ser evitadas ações de remediação (tratamento da água para abastecimento a custos muito elevados).

e) sustentabilidade geográfica

A análise do projeto enfocou a bacia como unidade geográfica e os efeitos que os usos existentes provocam em termos de cargas de nutrientes. A sustentabilidade reflete-se pelas ações dentro de um espaço físico onde os processos antrópicos que interferem na qualidade da água ocorrem, tendo a produção de cargas de nutrientes como um de seus indicadores.

Os rios e os demais cursos d'água são os principais caminhos para transferência de nitrogênio e fósforo para muitos lagos e reservatórios, já que integram diversas fontes pontuais e difusas desses elementos dentro dos mananciais. Atividades como o desmatamento, o cultivo extensivo e a disposição de detritos urbanos, além dos usos agrícolas, industriais e domésticos, causaram aumento, nas últimas décadas, no transporte de nitrogênio e fósforo do meio ambiente terrestre para o aquático (UNEP-IETC, 2001). Desta maneira, tributários constituem fontes potenciais de eutrofização de reservatórios; a geologia, os usos do solo e a precipitação na bacia de drenagem têm um importante papel no impacto que estes corpos d'água acarretarão para a qualidade da água da represa (Henry et al., 1999).

f) sustentabilidade cultural

A nascente do Rio Tietê, tombada em 1990 pelo CONDEPHAAT (Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Artístico, Arqueológico e Turístico do Estado) como bem cultural de interesse histórico e paisagístico encontra-se nesta sub-bacia. Em 1996 foi inaugurado o Parque Estadual da "Nascente do Rio Tietê". São, desta maneira, essenciais ações de preservação nos reservatórios ainda com boa qualidade de água, como Ponte Nova, assim como ações de recuperação de ambientes degradados, como em Jundiaí e Taiaçupeba, e ações de prevenção nos novos reservatórios recém-concluídos, Paraitinga e Biritiba.

Potencial de difusão da metodologia e da experiência para comitês de bacia hidrográfica em São Paulo e no Brasil, prefeituras municipais e órgãos estaduais com atuação regional na área metropolitana de São Paulo.

A difusão para Comitês de Bacia Hidrográfica está em andamento, tendo sido aberto um canal de comunicação com o Subcomitê Alto Tietê Cabeceiras, conforme previamente descrito.

A problemática dos reservatórios da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê Cabeceiras, cujo manejo vem acarretando uma rápida deterioração da qualidade da água, não é exclusiva desta bacia. A experiência obtida neste estudo foi, num primeiro momento, difundida para Prefeituras de municípios englobados pelo Subcomitê Alto Tietê Cabeceiras e órgãos estaduais como SABESP, DAEE, CETESB, e tem condições de ser difundida para outros comitês de bacias.

Principais dificuldades na realização do projeto:

Um longo período preparatório precedeu a implantação do projeto global multidisciplinar e interinstitucional, visando à integração de diferentes instituições e áreas de conhecimento, assim como a implantação de projetos pessoais inseridas no projeto coletivo.

3 Referências Bibliográficas

Azevedo, S.M.F.O. 1998. Toxinas de cianobactérias: causas e consequências para a Saúde Pública. Revista virtual de Medicina – Medicine on line, 3:1-17.

Barbosa, F.A.; Garcia, F.C.; Marques, M.G.S.M. & Nascimento, F.A. 1998. Nitrogen and phosphorus balance in a eutrophic reservoir in Minas Gerais a first approach. Rev. Bras. Biol, 58:233-239.

Barbosa, F.A.R.; Padisák, J.; Espíndola, E.L.G.; Borics, G.; Rocha, O.1999. The Cascading Reservoir Continuum Concept (CRCC) and its application to the river Tietê basin, São Paulo State, Brazil. In: Tundisi, J.G.; Straskraba, M. (Eds). Theoretical Reservoir Ecology and its Applications. International Institute of Ecology, Brazilian Academy of Sciences and Backhuys Publishers: 425-437.

Braga, B; Rocha, O. & Tundisi, J.G. 1998. Dams and the environment: the Brazilian experience. Water Resour. Dev., 14:127-140.

Carmo, C.F.; Henry, R; Bicudo, D.C. & Bicudo, C.E.M. 2002. A degradação nos reservatórios do PEFI. In Bicudo, D.C.; Forti, M.C. & Bicudo, C.E.M. (Eds.). Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI): unidade de conservação que resiste à urbanização de São Paulo. Pp. 273-296.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução n. 357, de 18 de junho de 2005. Classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. http://www.lei.adv.br/.

Ducrot, R.; Moraes, J.F.L.; Carvalho, Y.M.C. 2004. Caracterização e evolução do uso das terras na sub-bacia Tietê Cabeceiras. (Relatório de pesquisa).

Golterman, H. L., Clymo, R. & Ohnstad, M. 1978. Methods for physical and chemical analysis of fresh waters. Oxford, Blackwell, 213 pp. (IBP handbook, 8).

Henry, R.; Simão, C.A.1988. Aspectos sazonais da limitação potencial por N, P e Fe no fitoplâncton da Represa de Barra Bonita (Rio Tietê, SP). Revista Brasileira de Biologia 48(1): 1-14.

Henry, R.; Gouveia, L. 1994. The transport of nutrients and suspended solids by some rivers of the Alto Paranapanema

drainage basin (São Paulo, Brazil). Acta Limnol. Brasil., 5:113-122.

Henry, R.; Santos, A.A.N.; Camargo, Y.R. 1999. Transporte de sólidos suspensos, N e P total pelos rios Paranapanema e Taquari e uma avaliação de sua exportação na represa Jurumirim (São Paulo, Brasil). In Henry, R. (ed.). Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais. Pp. 689-710.

Mackereth, F. J. H., Hero, J. & Talling, J. Water analysis: some revised methods for limnologists. Kendall, Titus Wilson & Son. 117 pp. (Freshwater Biological Association Scientific Publ., 36).

Rios, L. 1999. Distribuição espaço-temporal e balanço de massa de fósforo na represa de Salto Grande, Americana (SP). Tese. São Carlos, USP 159 pp.

Sendacz, S.; Monteiro Junior, A.J.; Mercante, C.T.J.; Menezes, L.C.B.; Moraes, J.F. 2005. Sistemas em cascata: concentrações e cargas de nutrientes no Sistema Produtor Alto Tietê, São Paulo. In: Nogueira, M,G.; Henry; R. & Jorcin, A. (Orgs.). Ecologia de reservatórios. Impactos potenciais, ações de manejo e sistemas em cascata. São Carlos: RiMa, pp. 417-434.

Straskraba, M. 1994. Cascade as teaching grounds for reservoir limnology. Wat. Sci. Tech., 30(10):289-297.

Tundisi. J.G. 2003. Água no século XXI: Enfrentando a escassez. São Carlos: RiMa, IIE, 284 pp.

Tundisi, J.G.; Matsumura-Tundisi, T.; Henry, T.; Rocha, O.; Hino, K. 1988. Comparações do estado trófico de 23 reservatórios do Estado de São Paulo: eutrofização e manejo. In: Limnologia e manejo de represas, J.G. Tundisi (Ed). São Paulo, ACIESP, 1(1): 165-200.

Tundisi, J.G.; Matsumura-Tundisi, T.; Calijuri, M.C.; Novo, E.M.L. 1991. Comparative limnology of five reservoirs in the Middle Tietê River, São Paulo State. Verh. Internat. Verein. Limnol. 24 : 1489-1496.

Tundisi, J.G., Matsumura-Tundisi, T., Rocha, O. 1999a Theoretical basis for reservoir management. In: Theoretical Reservoir Ecology and its Applications. J. G. & M. Strakraba (Eds). International Institute of Ecology, São Carlos, pp. 505-528.

Tundisi, J.G.; Matsumura-Tundisi, T. & Rocha, O. 1999b. Limnologia de águas interiores. Impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos. In: Rebouças, A.C.; Braga, B. & Tundisi, J.G. (Eds.). Águas Doces no Brasil. Capital Ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras Editora, pp. 195-223.

Tundisi, J.G., Rocha, O., Matsumura-Tundisi, T., Braga B. 1998. Reservoir management in South America. Wat. Res. Developm. 14: 141-155.

UNEP-IECT. 2001. Planejamento e gerenciamento de lagos e represas: uma abordagem integrada ao problema de eutrofização. RiMa ed., 385 pp.

Aplicação de isótopos radiogênicos (Pb e Sr) e estáveis (H e O) como traçadores da recarga e da contaminação de aquíferos metropolitanos: um exemplo da Bacia do Alto Tietê

Veridiana T. S. Martins[1]*; Marly Babinski*[2]*; Ricardo Hirata*[3]*; Izabel Ruiz*[4]*; Juliana B. Viviani-Lima*[5]

Endereço: Rua do Lago, 562, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Cidade Universitária, São Paulo, CEP 05508-080.

[1] Aluna de pós-graduação (doutorado) do IGc-USP, bacharel em geologia pela USP (1996), mestre em ciências (2000) pelo IGc-USP, licenciada em geologia pela USP (2002), ex-auxiliar de ensino no IGc-USP, atua nas áreas de geologia isotópica e ensino de geociências.

[2] Profa. Dra. do IGc-USP, e orientadora do projeto em questão. Geóloga formada pela UNISINOS em 1984, mestre (1988) e doutora (1993) pelo IPEN-USP. É especialista em geologia isotópica.

[3] Prof. Dr. do IGc-USP, coorientador do projeto, coordenador do projeto FAPESP, geólogo formado pela UNESP, especialista em hidrogeologia.

[4] Química, mestre pela UFSCAR, Doutora pelo IPEN-USP e técnica do laboratório de isótopos de Pb do Centro de Pesquisas Geocronológicas, IGc-USP.

[5] Bacharel em geologia pela Universidade de São Paulo, doutora em hidrogeologia pelo Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo (2006). Tem atuado em hidrogeologia há seis anos, principalmente em hidrogeologia urbana, recarga de água subterrânea, estudos hidrogeológicos básicos e contaminação de águas subterrâneas.

Área: 1.07.99.00-1 Geociências/ Subárea: 1.07.01.00-1 Geologia

A utilização de isótopos como traçadores da recarga e da contaminação de aquíferos mostrou-se ferramenta eficaz, identificando os vazamentos da rede de abastecimento e esgoto como as principais fontes de recarga do aquífero raso da Cidade de São Paulo. Os isótopos radiogênicos mostraram-se ferramentas melhores, para tal fim, do que os isótopos estáveis, que não permitiram a diferenciação entre as fontes.

1 Objetivo

O objetivo desta pesquisa é avaliar a aplicação de indicadores ambientais isotópicos, como o estrôncio e o chumbo, no estudo da origem da água de recarga e da qualidade da água de aquíferos metropolitanos da Cidade de São Paulo, pertencentes à Bacia do Alto Tietê. A avaliação da aplicação desses isótopos radiogênicos será feita através da comparação dos resultados obtidos com a aplicação de isótopos estáveis de H e O e a hidroquímica.

2 Proposta de desenvolvimento do projeto

A questão do uso sustentável da água é algo que vem se colocando em pauta constantemente. A necessidade de diminuir a poluição e o desperdício desse reservatório terrestre é primordial. Muito embora o manancial superficial de água seja a principal fonte (2.830 milhões de m^3/ano; SABESP, 2005) de abastecimento público na região metropolitana de São Paulo (RMSP), o recurso subterrâneo desempenha papel importante no suprimento complementar privado (Hirata *et al.*, 2002). Cerca de 9.000 poços tubulares encontram-se em operação (de um total de mais de 13.000 poços perfurados), extraindo um volume estimado de 315 milhões de m^3/ano dos sistemas aquíferos (Hirata & Ferreira, 2001) na RMSP. Tal volume representa 12% do total de água distribuída pelas companhias de abastecimento público, o que poderia suprir cerca de 4,3 milhões de pessoas (consumo de 200L/hab/dia). Os principais usuários de água subterrânea na RMSP são indústrias de variados portes e condomínios residenciais (Hirata & Ferreira, 2001).

Há previsões de baixa disponibilidade de água por pessoa, na RMSP, a partir de 2010, com índices comparáveis às áreas mais secas do Nordeste Brasileiro (Rede das Águas, 2002). A situação da qualidade da água na RMSP agrava-se com o fato de que 95% das águas captadas provêm de áreas não protegidas por lei (Meyer *et al.*, 2004). Os processos de poluição são visíveis e agudos quando afetam rios e outros corpos superficiais, mas são invisíveis e se tornam crônicos no caso das águas subterrâneas (Rebouças, 1992).

Entender o processo de recarga de um aquífero é importante, tanto para avaliação e gestão dos recursos hídricos como para estimar o transporte de contaminantes ou a vulnerabilidade do aquífero aos mesmos (Scanlon *et al.*, 2002). Segundo Taylor & Howard (1996), entender a recarga da água subterrânea é crítico para qualquer avaliação do desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos. Neste projeto é proposta uma nova metodologia para o cálculo de recarga e avaliação da qualidade da água subterrânea, com o uso de isótopos radiogênicos de estrôncio e chumbo, inédita no Brasil. Os isótopos estáveis de hidrogênio e oxigênio (Viviani-Lima, 2007) servirão para validar os cálculos feitos, já que são comumente usados nessas estimativas (Barbieri *et al.*, 2005; Abbott *et al.*, 2000; Aquilina *et al.*, 2005; Darling & Bath, 1988; Huddart *et al.*, 1999; Williams, 1997, Yang *et al.*, 1999; Blasch & Bryson, 2007; Philips & Gregg, 2003).

Os isótopos são usados como traçadores, que permitem identificar a fonte de recarga e possíveis fontes de contaminação (Stille & Shields, 1997; Rabinovitz & Wetherill, 1972; Erel, 1998; Banner, 2004; Erel *et al.*, 1990, Charalampides & Monoliadis, 2002). Diferentes fontes terão diferentes assinaturas isotópicas. Os isótopos de Sr e Pb também são traçadores da interação entre diferentes arcabouços geológicos. A precisão das análises isotópicas permite identificar pequenas diferenças nas razões e concentrações, que caracterizarão as diferentes fontes da água subterrânea. A vantagem dos isótopos radiogênicos é que eles não sofrem fracionamento no meio ambiente e permitem distinguir com maior precisão as diferentes fontes de recarga.

A definição de recarga utilizada no trabalho é a água que atinge o lençol freático a partir de qualquer direção (Lerner, 1997).

Isótopos são elementos químicos de mesmo número de prótons, ocupam a mesma posição na tabela periódica dos elementos e, portanto, possuem propriedades químicas idênticas. Apesar disso, esses elementos possuem diferentes números de massa, o que permite a sua identificação através da espectrometria de massa. Há dois tipos de isótopos, os radiogênicos, gerados por desintegração espontânea, ou decaimento radioativo, e os estáveis, que não são oriundos de decaimento radioativo.

Os radiogênicos são comumente usados para determinar a idade das rochas, uma vez que, a partir da cristalização das mesmas, o único processo que ocorre é o decaimento radioativo, que para cada conjunto pai-filho tem um tempo associado a uma massa de isótopos pais consumida. Conhecendo-se a massa inicial e a de hoje, é possível determinar quanto tempo levou para atingir essa quantidade de massa medida hoje. Através do intemperismo, os isótopos radiogênicos são retirados da rocha e transferidos para o ciclo hidrológico, mas a razão isotópica permanecerá a mesma da rocha de onde saíram os elementos.

No caso dos isótopos estáveis, o raciocínio é um pouco diferente; o que vai determinar as características isotópicas das substâncias, como rochas, águas e plantas, são as reações termodinâmicas que elas sofreram. Isso porque o fracionamento isotópico, intrínseco aos estáveis, concentrará desproporcionalmente isótopos de um mesmo elemento em duas fases diferentes, como os estados sólido e líquido. Assim, os isótopos mais leves que possuem menor energia de ativação tendem a se concentrar em fases que necessitam de maior energia do que os pesados, que preferem os estados de menor energia. Desta forma, dependendo das reações termodinâmicas que os elementos de determinada substância sofreram, haverá maior ou menor enriquecimento de isótopos pesados em relação aos isótopos leves de um mesmo elemento. Por exemplo, o vapor residual, presente numa nuvem formada na região equatorial com altas temperaturas, vai se tornando empobrecida em isótopos pesados de H e O, conforme a massa de ar caminha para regiões polares e as precipitações ocorrem. Nesse percurso, o vapor residual que gera a chuva é mais empobrecido, fazendo com que a chuva de regiões polares seja mais empobrecida em isótopos pesados do que a chuva de regiões equatoriais. Assim, esses fracionamentos que os isótopos das moléculas de água (H e O) sofrem, podem indicar a origem dessa água e suas fontes.

Para este estudo foram realizadas coletas mensais durante um ano hidrológico, de água de chuva, da rede de abastecimento da SABESP e de 35 poços de monitoramento, em duas áreas (Figura 1) da Grande São Paulo: na Cidade Universitária, com menor índice de impermeabilização da superfície (número 1, na Figura 1), e na Zona Leste, no Bairro da Vila Eutália, com maior índice de impermeabilização da superfície (número 2, na Figura 1). Na área 1, os poços de monitoramento foram distribuídos aproximadamente em duas linhas perpendiculares ao corpo d'água da Raia Olímpica (Figura 2), paralela ao rio Pinheiros. Os poços possuem três níveis de monitoramento nessa região, 4,5 m, 7,5 m e 13,5 m. A área 2 corresponde a um pequeno vale, completamente ocupado por moradias de baixa a média renda, com declividade em direção ao Córrego Aricanduva (Figura 2). Os poços de monitoramento estão distribuídos ao longo desse vale, em diferentes cotas topográficas, sendo o P1V o poço de cota mais baixa e o P7V, de mais alta. A profundidade dos poços é variável, o nível mais raso de amostragem está a 3 m de profundidade e o mais profundo, a 18 m.

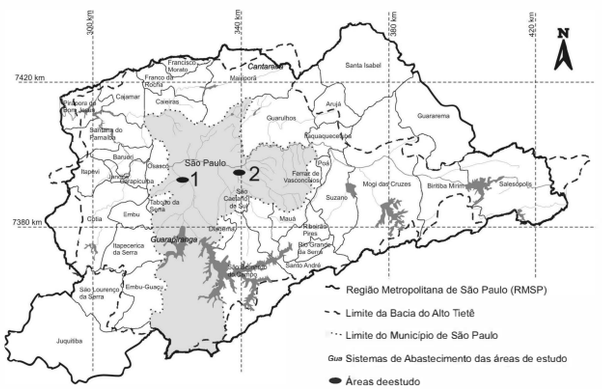


Fig. 1 *Localização das áreas de estudo: 1 Universidade de São Paulo, 2 Vila Eutália (modificado de Hirata & Ferreira, 2001, e Meyer et al., 2004).*

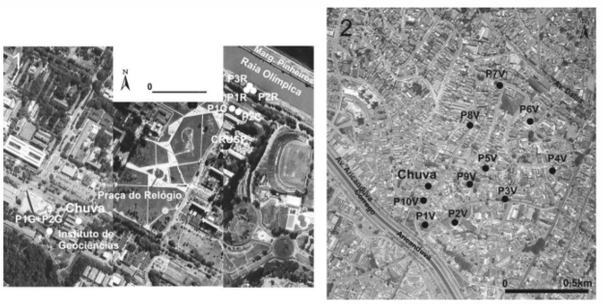


Fig. 2 *Fotografias aéreas das áreas de estudo (1 = Universidade de São Paulo e 2 = Vila Eutália), com a localização dos poços (P) e da coleta das amostras de chuva (Chuva). Fotografias cedidas pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), Divisão de Geologia.*

3 Financiamento

O projeto está sendo financiado pela FAPESP, através dos processos 02/07202-3 e 04/05360-6. O primeiro é um projeto de auxílio à pesquisa, no valor aproximado de R$ 500.000, e o segundo é uma bolsa de doutorado, com reserva técnica.

A Universidade de São Paulo fornece a infraestrutura para os alunos-bolsistas vinculados ao projeto de auxílio desenvolverem os seus projetos, através de instalações e equipamentos. Há também amplo apoio do Centro de Pesquisas Geocronológicas do IGc-USP (CPGeo), onde as técnicas analíticas estão sendo desenvolvidas. Este será o primeiro laboratório da América Latina a determinar concentrações e razões isotópicas de Pb e Sr em amostras de água, por meio da técnica de diluição isotópica-espectrometria de massa por termoionização.

4 Alcance dos resultados

Novas técnicas e mais precisas para estimar a recarga e reconhecer contaminantes de aquíferos urbanos são primordiais

para o gerenciamento de águas subterrâneas. Com essa maior precisão, é possível delimitar áreas de preservação, áreas de disposição de lixos, melhorar a qualidade de vida da população que depende da água subterrânea, diminuir gastos com perdas da rede de abastecimento, disponibilizar água com menor custo, prevenir a população que utiliza esse recurso desconhecendo seu grau de contaminação e planejar o seu uso de forma sustentável, para que não se esgote. Caso seja identificada uma origem antrópica dos potenciais contaminantes na água de recarga, os resultados poderão orientar os órgãos competentes em suas ações de prevenção e controle da poluição. Além disso, conhecer os mecanismos de recarga pode contribuir para elaboração de políticas públicas. Portanto, os resultados podem atingir tanto uma dimensão ecológica quanto social, político-institucional e econômica.

5 Potencial de difusão

Apesar da específica e detalhada rotina de coleta e análise do material, o Centro de Pesquisas Geocronológicas (CPGeo) já possui o domínio das técnicas analíticas e tem plenas condições de prestar tal serviço, para qualquer usuário interessado. A metodologia já está em rotina e outros laboratórios do país e exterior (Argentina) já estão interessados em implantar esta técnica analítica para o estudo de água subterrânea.

A divulgação dos resultados está sendo feita através de publicações em revistas especializadas de circulação nacional e internacional.

Os métodos analíticos aqui desenvolvidos já estão sendo aplicados em outros casos de contaminação de água subterrânea na Cidade de São Paulo, em parceria com a CETESB e o CNPq. Nesse caso, os isótopos de Sr serão utilizados para investigar a origem de contaminação de flúor nas águas subterrâneas, utilizadas para consumo humano na região da Barra Funda.

6 Dificuldades

A maior dificuldade é em relação à amostragem, já que há padrões que devem ser seguidos, inclusive de descontaminação dos frascos de coletas e preservação das amostras, para garantir dados confiáveis. Além disso, o pouco conhecimento da população do entorno sobre a própria dinâmica de funcionamento do ambiente em que vive, especificamente da água subterrânea, dificulta o entendimento da mesma sobre a importância do trabalho realizado. A equipe de coleta chegou a ser impedida de realizar a amostragem, ou por vandalismo que destruiu poços de monitoramento, ou por ser molestada por moradores.

Uma vez realizada a amostragem, as análises não apresentaram dificuldades para serem realizadas, embora procedimentos específicos tiveram que ser desenvolvidos para possibilitar a análise de amostras de água com baixíssimos teores de Pb e Sr (Martins *et al.*, no prelo).

7 Resultados prévios

Os dados isotópicos obtidos até o momento (Martins, 2008) indicam que as águas dos poços mais rasos possuem grande influência de vazamentos de esgoto e águas do abastecimento público. Nas tabelas 1 e 2 estão apresentados as médias das assinaturas isotópicas, obtidas nas duas áreas de estudo. Na USP (Tabela 1), os dados isotópicos de Pb das águas dos poços mais rasos mostraram maior semelhança com a assinatura isotópica média da água da chuva dos meses de maior precipitação (outubro-abril), do que das águas de abastecimento público. Porém a assinatura isotópica das águas da Sabesp não é muito diferente das assinaturas da água da chuva e, se comparada com os valores em absoluto (e não a média) das chuvas, parece representar um valor médio das assinaturas das chuvas, estando de acordo com o padrão observado nos dados de isótopos estáveis (Vivian-Lima, 2007). Já os dados isotópicos de Sr mostram que a assinatura isotópica é mais parecida com a Sabesp do que com a chuva. Também foi possível observar que no poço com maior contaminação (valores anômalos de Cl^-, F^-, SO_4^{2-} e NH_4^+) as razões isotópicas indicam a presença de uma terceira fonte, que não foi caracterizada, provavelmente vazamento da rede de esgoto. Na Vila Eutália (Tabela 2), ao contrário dos isótopos estáveis, a assinatura isotópica de Pb das águas dos poços segue preferencialmente o padrão das águas da chuva, ao invés das águas da Sabesp. Nessa área também ocorre essa terceira fonte, não caracterizada. Em ambas as áreas, a hidroquímica também sugere essa terceira fonte como vazamento da rede de esgoto, já que foi possível obter dados químicos de amostras de esgoto nas estações de tratamento da Sabesp. Ainda faltam alguns resultados, para permitir que sejam feitos cálculos da contribuição de cada fonte para a água subterrânea, mas pode-se notar que as razões isotópicas são excelentes ferramentas para auxiliar na identificação de tais fontes.

Tab. 1 *Resultados Isotópicos das águas estudadas na área da USP (Martins, 2008).*

Amostras	δ^2H	$\delta^{18}O$	[Sr] ppm	$^{87}Sr/^{86}Sr$	[Pb] ppb	$^{207}Pb/^{206}Pb$
Nível raso	-37,4	-5,1	0,048	0,7220	0,276	0,8416
Nível intermediário	-38,9	-5,3	0,210	0,7172	0,184	0,8407
Nível profundo	-41,8	-5,8	0,150	0,7188	0,135	0,8411
Chuva período úmido	-45,1	-5,9	0,001	0,7141	1,527	0,8487
SABESP	-38,4	-5,0	0,057	0,7146	0,039	0,8520

Tab. 2 *Resultados Isotópicos das águas estudadas na área da Vila Eutália (Martins, 2008).*

Amostras	δ^2H	$\delta^{18}O$	[Sr] ppm	$^{87}Sr/^{86}Sr$	[Pb] ppb	$^{207}Pb/^{206}Pb$
Nível raso	-36,8	-4,9	0,166	0,7190	0,353	0,8520
Nível intermediário	-40,6	-5,5	0,205	0,7230	0,815	0,8440
Nível profundo	-44,5	-6,1	0,356	0,7246	1,028	0,8390
Chuva período úmido	-52,3	-7,1	0,002	0,7147	4,800	0,8620
SABESP	-36,8	-4,9	0,050	0,7146	0,039	0,8771

8 Referências

Abbott, M. D.; Lini, A.; Bierman, P.R. 2000. $\delta^{18}O$, δD and 3H measurements constrain groundwater recharge patterns in an upland fractured bedrock aquifer, Vermont, USA. *Journal of Hydrology*, 228(1-2):101-112.

Aquilina, L.; Ladouche, B. & Dörfliger, N. 2005. Recharge processes in karstic systems investigated through the correlation of chemical and isotopic composition of rain and spring-waters. *Applied Geochemistry*, 20(12): Pages 2189-2206.

Banner, J.L. 2004. Radiogenic isotopes: systematics and applications to earth surface processes and chemical stratigraphy. *Earth-Science Reviews*, 65: 141-194.

Barbieri, M.; Boschetti, T.; Petitta, M. & Tallini, M. 2005. Stable isotope (^2H, ^{18}O and $^{87}Sr/^{86}Sr$) and hydrochemistry monitoring for groundwater hydrodynamics analysis in a karst aquifer (Gran Sasso, Central Italy). *Applied Geochemistry*, 20(11): 2063-2081.

Blasch, K.W. & Bryson, J.R. 2007. Distinguishing sources of ground water recharge by using δ^2H and $\delta^{18}O$. *Ground Water*, 45(3):294-308.

Charalampides, G. & Manoliadis, O. 2002. Sr and Pb isotopes as environmental indicators in environmental studies. *Environmental International*, 28:147-151.

Darling W.G. & Bath A.H. 1988. A stable isotope study of recharge processes in the English chalk. *Journal of Hydrology*, 101: 31-46.

Erel, Y. 1998. Mechanisms and velocities of anthropogenic Pb migration in mediterranean soils. *Environmental Research*, Section A, 78:112-117.

Erel, Y., Patterson, C. C., Scott, M. J., Morgan, J. J. 1990. Transport of industrial lead in snow through soil to stream water and groundwater. *Chemical Geology* 85, 383–392.

Hirata, R. & Ferreira, L. M. R. 2001. Os aquíferos da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê: disponibilidade hídrica e vulnerabilidade à poluição. *Revista Brasileira de Geociências*. 31(1): 43-50.

Hirata, R.; Ferrari, L.; Ferreira, L.; Pede, M. 2002. La explotación de las aguas subterráneas en la Cuenca Hidrográfica del Alto Tietê (São Paulo, Brasil): crónica de una crisis anunciada. *Boletín Geológico Minero*. Vol. 113 (3): 273-282.

Huddart, P.A.; Longstaffe, F.J.; Crowe, A.S. 1999. δD and $\delta^{18}O$ evidence for inputs to groundwater at a wetland coastal boundary in the southern Great Lakes region of Canada. *Journal of Hydrology*, 214(1-4):18-31.

Martins, V.T.S. 2008. Aplicação de isótopos radiogênicos (Pb e Sr) e estáveis (H e O) como traçadores da recarga e da contaminação de aquíferos metropolitanos: um exemplo da Bacia do Alto Tietê. Tese de Doutoramento. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, Brasil. [em preparação].

Meyer, R.M.P.; Grostein, M.D.; Biderman, C. 2004. São Paulo Metrópole. Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP e Impressa Oficial, São Paulo. 296 pp.

Phillips, D.L & Gregg, J.W. 2003. Source portioning using stable isotopes: coping with too many sources. *Oecologia*, 136:261-269.

Rabinowitz, M.B. & Wetherill, G.W. 1972. Identifying sources of lead contamination by stable isotope technique. *Environmental Science Technology*, 6:705-709.

Rebouças, A.C. 1992. Condições de uso e proteção das águas subterrâneas. *In*: Problemas geológicos e geotécnicos na Região Metropolitana de São Paulo, ABAS/ABGE/SBG-SP, São Paulo, pp.77-87.

Rede das Águas. 2002. http://www.rededasaguas.org.br/nucleo/na_hidrografia.htm. Fundação SOS Mata Atlântica.

SABESP. 2005. http://www.sabesp.com.br/a_sabesp/numeros/default.htm.

Scanlon, B.R.; Healy, R.W.; Cook, P.G., 2002. Choosing appropriate techniques for quantifying groundwater recharge. *Hydrogeology Journal* 10: 18-39.

Stille, P. & Shields, G. 1997. *Radiogenic isotope geochemistry of sedimentary and aquatic systems*. Springer-Verlag, Berlin, 217 pp.

Taylor, R.G. & Howard, K.W.F. 1996. Groundwater recharge in the Victoria Nile basin of east Africa: support for the soil moisture balance approach using stable isotope tracers and flow modeling. *Journal of Hydrology*, 180(1-4): 31-53.

Viviani-Lima, J.B. 2007. Estimativa de recarga em áreas urbanizadas: estudo de caso na Bacia do Alto Tietê (SP). Tese de Doutoramento. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 220 pp. [Inédito].

Williams A.E. 1997. Stable isotope tracers: natural and anthropogenic recharge, Orange County, California. *Journal of Hydrology*, 201(1-4): 230-248.

Yang, Y.; Lerner, D.N.; Barrett, M.H.; Tellam, J.M., 1999. Quantification of groundwater recharge in the city of Nottingham, UK. *Environmental Geology*, 38(3): 183-198.

Estudos dos impactos sobre a ictiofauna da bacia do Alto Tietê e cabeceiras e as alternativas de mitigação para sua conservação sustentada

Alexandre Wagner Silva Hilsdorf[1] *e Renata Guimarães Moreira*[2]

[1] **Universidade de Mogi das Cruzes – Núcleo Integrado de Biotecnologia – Laboratório de Genética de Peixes e Aquicultura. Av. Cândido Xavier de Almeida e Souza, 200 – Mogi das Cruzes – SP – 08780-911 –** ***wagner@umc.br***
Graduado em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras (1985), mestrado em Aquicultura – University of Stirling (1990) e doutorado em Ciências Biológicas pela UNICAMP (1999). Tem experiência na área de Genética, atuando nas áreas: conservação genética de recursos biológicos aquáticos, aquicultura e ictiologia.

[2] **Universidade de São Paulo – Instituto de Biociências – Departamento de Fisiologia – Laboratório de Metabolismo e Reprodução de Organismos Aquáticos. Rua do Matão, trav. 14, n. 321 – Cidade Universitária – São Paulo-SP-05508-900.** ***renatagm@ib.usp.br***
Possui mestrado (1995) e doutorado (1999) pelo Departamento de Fisiologia do Instituto de Biociências da USP. Fez seu pós-doutoramento na mesma instituição entre 2000 e 2003, com uma colaboração na Memorial University of Newfoundland, Canadá. É docente no Departamento de Fisiologia do IB, atuando na área de Fisiologia Comparativa, com ênfase em metabolismo e endocrinologia de peixes de água doce.
Identificação da Subárea – Recursos Pesqueiros de águas interiores (5.06.02.00-4)

A região do Alto Tietê resguarda grande diversidade biológica em remanescentes florestais de Mata Atlântica, protegidos em unidades de conservação como a APA Várzea do Tietê. A formação de reservatórios modifica o regime hídrico de um ambiente, de lótico para lêntico, acarretando alterações nos rios e na ictiofauna. Entre as metodologias para mitigação dos efeitos da construção de barragens sobre a ictiofauna, a construção de estações para reprodução de espécies autóctones de piracema para posterior repovoamento nos reservatórios e nos tributários da bacia tem sido utilizada intensamente. Um ponto importante na implantação de um programa de repovoamento é o conhecimento das características reprodutivas da espécie para o desenvolvimento de estratégias de reprodução em cativeiro. Tal tecnologia não é padronizada, havendo a necessidade de desenvolvimento de tecnologia para espécies ainda não estudadas. A combinação de estudos prévios sobre a ictiodiversidade nos rios e reservatórios da bacia do Alto Tietê Cabeceiras e do ecossistema aquático como um todo, com a implantação de estação de produção de alevinos de espécies da bacia, pode auxiliar de maneira efetiva na preservação de espécies de peixes, no aumento da produção pesqueira nos reservatórios e no aumento do conhecimento biológico do ecossistema adjacente e suas espécies. O conjunto de informações geradas servirá como base para o estabelecimento de programa de sustentabilidade ambiental e social na região.

Palavras-chaves: *peixes, conservação, repovoamento, barragens, migração reprodutiva*

1 Objetivos

O projeto consiste em ampliar as ações ambientais de proteção da ictiofauna e do ecossistema adjacente por meio do repovoamento de espécies de peixes nativas, endêmicas do Alto Tietê e Cabeceiras, e estabelecer ações de uso sustentável dos recursos hídricos da região (reservatórios), para implantação como fonte de renda alternativa às populações carentes em programas de criação de peixes e pesca esportiva. Essas ações serão conduzidas realizando-se estudos da ictiodiversidade em rios e reservatórios da região do Alto Tietê e Cabeceiras, formando bancos de reprodutores das principais espécies ameaçadas na Estação de Piscicultura de Ponte Nova para aplicar métodos de reprodução artificial de peixes em cativeiro para posterior introdução dos alevinos nos reservatórios e rios da região.

O conjunto destas ações permitirá desenvolver ações de conscientização que permitam uma percepção pública da importância da conservação como elemento central da qualidade da vida humana.

2 Proposta de desenvolvimento do projeto ou descrição de sua implantação

A região do Alto Tietê Cabeceiras é formada por dez municípios que abrangem uma área total de cerca de 1.889 km^2, com uma população de aproximadamente 1 milhão de habitantes. A região localiza-se a uma distância de 50 km ao leste da cidade de São Paulo e está inserida em uma área de Mata Atlântica, com florestas densas da Serra do Mar e nas encostas da Serra do Itapeti. Os remanescentes florestais de Mata Atlântica da região detêm grande diversidade biológica, protegida em unidades de conservação como a APA Várzea do Tietê.

A Bacia do Rio Tietê é considerada o eixo mais importante de drenagem do Estado de São Paulo, representando 70% da drenagem da Grande São Paulo. O rio Tietê, na Bacia do Alto Tietê Cabeceiras, compreende o trecho que nasce no município de Salesópolis e vai até a divisa com Itaquaquecetuba. Em seu curso, junto com seus tributários, forma uma rede hidrográfica que cobre 727 km^2. Os principais tributários do Rio Tietê nesta bacia são: Paraitinga, Claro, Biritiba-Mirim, Jundiaí e Taiaçupeba-Mirim. No sistema hidrográfico do Alto Tietê localiza-se uma das principais fontes de abastecimento da região metropolitana de São Paulo e do Estado de São Paulo, formado por seis reservatórios que compõem o Sistema Produtor do Alto Tietê (SPAT): Paraitinga (rio Paraitinga), Ribeirão dos Campos (rio Claro), Biritiba (rio Biritiba-Mirim), Jundiaí (rio Jundiaí), Taiaçupeba (rio Taiaçupeba-Mirim), Ponte Nova (rio Tietê) (Sendacz *et al.*, 2005).

O crescimento urbano e o aumento crescente pela necessidade hídrica demandaram o aumento do SPAT, com a cons-

trução dos reservatórios de Biritiba-Mirim e Paraitinga, formando um sistema em cascata que aumentou a capacidade de abastecimento para a Região Metropolitana de São Paulo em 10 m^3/s (Sendacz *et al.*, 2005).

Se, por um lado, o aumento da reserva de abastecimento de água proporciona melhores condições de vida para a população, a construção de barragens traz consigo uma série de impactos negativos para o meio ambiente. A formação de reservatórios provoca inevitavelmente modificações no fluxo de água, sedimentos, nutrientes e energia do meio aquático, alterando significativamente a dinâmica dos processos hidrográficos de uma bacia. Com respeito à ictiofauna, a modificação do regime hídrico de um ambiente lótico para lêntico acarreta uma série de modificações nos rios, como o desaparecimento de obstáculos naturais, importantes para a reprodução de espécies migratórias (piracema); regularização da vazão do rio, importante para o ciclo reprodutivo de espécies que desovam em ninhos; diminuição da vegetação ciliar, essencial para a alimentação de diversas espécies de peixes; e o desaparecimento das lagoas marginais que funcionam como criadouros naturais para eclosão de ovos e manutenção da fase juvenil de muitos peixes de piracema são algumas delas (Torloni *et al.* 1993).

A construção de barragens e os impactos ambientais decorrentes trazem consigo a necessidade de ações mitigadoras que permitam reduzir os efeitos negativos sobre a ictiodiversidade. Algumas alternativas são propostas, como as escadas para peixes, ou outros tipos de veículos que transportam os peixes presos abaixo da barragem, além de estações de reprodução de espécies nativas para repovoamento (Hildebrand *et al.* 1980).

Em 1972 foi finalizada a construção da Barragem de Ponte Nova, formando o primeiro reservatório do SPAT, que inundou uma área de 28 km^2 entre os municípios de Salesópolis e Biritiba-Mirim. Baseado na legislação vigente, o órgão responsável pela construção da barragem de Ponte Nova (DAEE-SP) também construiu, no mesmo período, a Estação de Piscicultura da Barragem de Ponte Nova, para desenvolver programas de repovoamento de peixes.

No ano de 2002, uma parceria técnico-científica foi firmada entre a FAEP/UMC e o DAEE para o desenvolvimento de pesquisas aplicadas à conservação da ictiofauna presente nos rios da Bacia do Alto Tietê Cabeceiras, em razão dos impactos causados pela construção das barragens. Dentre as metas da parceria, constam a reativação das atividades da Piscicultura da Barragem de Ponte Nova para desenvolvimento de projetos na área ambiental, como pesquisas biológicas sobre as espécies de peixes nativas da bacia para projetos de repovoamento, programas de educação ambiental e capacitação de piscicultores.

3 Valor investido ou financiado e contrapartidas

4 Fonte(s) de financiamento(s) externa(s) à Universidade

O projeto em questão vem sendo desenvolvido com apoio do DAEE, com o aporte inicial de R$ 300.000,00 para reforma e manutenção da Estação de Piscicultura de Ponte Nova; da FAPESP, por meio de bolsas de iniciação científica (R$ 42.600,00) e auxílio à pesquisa (R$ 150.000,00); uma dissertação de mestrado, com apoio financeiro da Companhia Suzano de Papel e Celulose.

5 Financiamento interno (UMC)

Custos relacionados à manutenção dos laboratórios, pesquisa e salários dos pesquisadores envolvidos no projeto (estimativa de R$ 150.000,00 anuais).

6 Alcance dos resultados em termos de contribuição para a sustentabilidade da Bacia do Alto Tietê

A descrição da composição ictiofaunística da Bacia do alto Tietê remonta ao estudo realizado por Eigenmann em 1910, que descreveu o material coletado nas proximidades da cidade de São Paulo. Em outro estudo realizado por Langeani (1989), a composição da diversidade de peixes do trecho que envolve a drenagem do rio Tietê, acima da junção dos rios Pinheiros e Tietê, foi descrita. De acordo com este estudo, 42 espécies foram levantadas na região do Alto Tietê. Destas, 21 (50,0%) não ocorrem no restante do Alto Paraná; dentre estas, 16 (38%) são endêmicas para a Bacia do Alto Tietê e 5 (11,9%) têm ocorrência em rios litorâneos do Sudeste brasileiro. As outras 21 espécies estão presentes em todo o Alto Paraná; dentre estas, 12 (28,6%) ou foram descritas para esta drenagem ou a análise realizada mostrou que somente ocorrem ali; as outras 9 (21,4%) foram descritas de outras drenagens e têm sido citadas para o Alto Paraná.

Em levantamento realizado nos rios Paraitinga, no município de Salesópolis, e Biritiba-Mirim, nos municípios de Mogi das Cruzes e Biritiba-Mirim, foram coletados 144 espécimes e, destes, identificados 14 espécies e 70 espécimes, sendo destes identificados 17 espécies, respectivamente (CEMASI, 2001). Das 42 espécies identificadas por Langeani (1989) para o Ato Tietê, 7 foram coletadas no rio Paraitinga e 12 coletadas no rio Biritiba-Mirim.

O primeiro trabalho publicado em periódico internacional com os resultados de pesquisa gerados pelo Grupo de Pesquisa em Genética e Reprodução de Peixes da UMC (Silva *et. al.*, 2006) evidenciou no Rio Paraitinga 14 espécies, 12 gêneros, 8 famílias e 4 ordens, e no Rio Biritiba-Mirim, 22 espécies, 16 gêneros, 8 famílias e 5 ordens. Lobo (2005), utilizando a pesca elétrica, coletou em 16 pontos de amostragem no Rio Paraitinga, 1.110 exemplares, pertencentes a 21 espécies, das ordens dos Characiformes, Siluriformes e Cyprinodontiformes.

A princípio a pesquisa, voltada para a produção de alevinos de espécies nativas da região, partiu de estudos básicos de biologia reprodutiva de espécies pouco estudadas, como é o caso de *Salminus hilarii* (tabarana), a espécie de maior porte da bacia e topo de cadeia alimentar, que, sendo migradora, é diretamente afetada pelos barramentos. Há registros desta espécie no rio Tamanduateí e no próprio rio Tietê no trecho que atravessa a cidade de São Paulo. A população hoje presente no trecho do Tietê próximo à nascente é possivelmente remanescente das populações outrora existentes nos citados rios da capital do Estado (Ihering, 1929).

S. hilarii pertence à classe *Actinopterygii*, ordem dos Characiformes, família *Characidae* (Nelson, 1994) e apresenta tamanho menor que a espécie congenérica *S. brasiliensis.* Na literatura foram registrados comprimentos máximos de 42 cm

para fêmeas e 30 cm para os machos (Godoy, 1975), mas, no presente trabalho, comprimentos de 52,5 cm para fêmeas e 35,5 para machos.

A tabarana é uma espécie migradora, potamódroma e vive em ambientes bentopelágicos. Sua distribuição ocorre nas bacias dos rios São Francisco, Alto Tietê, Prata e Araguaia – Tocantins. Existem registros também de *S. hilarii* nas bacias do Rio Amazonas e Orinoco (Froese & Pauly, 2006).

Com relação à dinâmica migratória, a tabarana é considerada uma espécie de migração curta, ou seja, todo o seu percurso migratório para a reprodução ocorre em menos de 100 km (Agostinho *et al.* 2003). O período reprodutivo da espécie ocorre de novembro a janeiro, com os ovários representando cerca de 15% da massa corpórea (IGS) (Godoy, 1975).

Os resultados das pesquisas realizadas até o momento mostram que o trecho do rio Tietê limitado pela barragem de Ponte Nova e pela chamada "barragem química" que ocorre nas proximidades do município de Mogi das Cruzes está sendo suficiente para que a espécie faça a migração reprodutiva. No entanto, as condições do rio não estão sendo satisfatórias para que o processo reprodutivo seja realizado com total sucesso. Esta constatação é feita principalmente com base nas análises histomorfológicas que evidenciaram a presença de fêmeas na fase de regressão gonadal no ambiente natural, o que não era inicialmente esperado. Nos ovários destas fêmeas, a presença de folículos pós-ovulatórios (revela uma ovulação recente) foi muito pequena, em detrimento da presença de grande quantidade de oócitos atrésicos (Honji, 2007). Ainda com relação à anatomia ovariana, as análises de diâmetro oocitário e fecundidade demonstraram que o confinamento causa um aumento no diâmetro dos oócitos vitelogênicos à custa de uma redução na fecundidade absoluta (número de oócitos vitelogênicos), o que implica diretamente na redução da prole, fato este que deve ser destacado como fator de risco para a espécie (Narcizo *et al.*, 2007).

Analisando agora a hipófise, os resultados destes trabalhos sugerem que a síntese e o armazenamento de alguns hormônios adeno-hipofisários também sofrem alterações com o confinamento e/ou com o ciclo reprodutivo. As análises de expressão gênica evidenciaram que a síntese do FSH (hormônio folículo-estimulante) e LH (hormônio luteinizante) é alterada quando a migração reprodutiva é bloqueada. Esse perfil de expressão gênica das gonadotropinas e a concentração dos esteróides gonadais sugere uma disfunção no passo final da conversão dos progestágenos (Melo, 2006).

Análises metabólicas nos animais demonstraram ainda que o sedentarismo alterou significativamente o padrão de armazenamento e deposição de substratos nos tecidos de reservas das fêmeas de tabarana, e foi possível ainda estabelecer este padrão de mobilização de substratos ao longo do ciclo reprodutivo dos animais (Camargo, 2007).

Esse conjunto de informações sobre a espécie foi importante para nortear os protocolos de reprodução induzida, principalmente com relação à definição do período de desovas e número de ovos produzidos.

No período reprodutivo de 2005-2006 foi realizada, com sucesso, a primeira desova induzida da tabarana. Os alevinos produzidos foram utilizados no primeiro programa de repovoamento dentro das metas da parceria. Novamente, no período reprodutivo 2006-2007, novas solturas foram realizadas em rios da região. Vale destacar que, além da tabarana, nos mesmos períodos reprodutivos acima citados, a produção de alevinos de *Astyanax fasciatum* (lambari-do-rabo-vermelho) também foi realizada e os alevinos também foram utilizados no repovoamento da região.

7 Potencial de difusão da metodologia e da experiência para comitês de bacia hidrográfica em São Paulo e no Brasil, prefeituras municipais e órgãos estaduais com atuação regional na área metropolitana de São Paulo

A formação dos reservatórios traz consigo a necessidade de buscar alternativas de uso desse recurso hídrico. As populações deslocadas das regiões alagadas continuam a residir na região, geralmente em torno dos reservatórios, muitas vezes sem alternativa de renda. Baseado nesta premissa, o Ministério do Meio Ambiente (PNMA II) e a Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA) consideraram a Bacia do Alto Tietê como de alta prioridade no Programa de Gestão Integrada de Ativos Ambientais, cujo objetivo geral é: "Estimular a adoção de práticas sustentáveis entre os diversos setores cujas atividades impactam o meio ambiente e contribuir para o fortalecimento da infraestrutura organizacional e de regulamentação do poder público para o exercício da gestão ambiental, melhorando a qualidade ambiental e gerando benefícios socioeconômicos". De acordo com o documento "Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade e Campos Sulinos (PNMA, 2001)", a cabeceira do rio Tietê foi enquadrada como uma das 35 áreas prioritárias quanto à sua importância biológica, sendo classificada como de "Extrema Importância Biológica".

A utilização de reservatórios para a produção de energia elétrica ou abastecimento para outros fins, tais como turismo ecológico, pesca esportiva e criação de peixes em tanques-redes, pode trazer alternativas de renda para populações ribeirinhas deslocadas de suas áreas de origem em função da formação do reservatório. No caso da criação de peixes em tanques-redes, o Decreto 2.869, de dezembro de 1998, legaliza a utilização de águas públicas da União para fins de aquicultura, o que torna realidade o grande potencial que representam os 6 milhões de hectares de represas públicas e privadas, para a produção de peixes em tanques-redes.

Acreditamos que a sustentabilidade ecológica, social e econômica para a utilização dos ecossistemas aquáticos, representados pelos rios e reservatórios da Bacia do Alto Tietê Cabeceiras, torna-se viável com a utilização do conjunto de conhecimentos gerados pela parceria FAEP/UMC/DAEE, para implementação, por parte dos municípios da região, de ações que possam integrar atividades de utilização do reservatório para outros fins que não o abastecimento e a preservação dos ecossistemas aquáticos da região.

De acordo com Kareiva & Marvier (2007), "observadores casuais nem sempre enxergam os elos entre o bem-estar dos seres humanos e a ajuda a espécies ameaçadas, mas essas ligações são abundantes em muitas situações que envolvem conservacionistas... o modo antigo de priorizar as atividades de conservação deve ser trocado por uma abordagem que

enfatize o salvamento dos ecossistemas que tenham valor para as pessoas. Nosso plano deve salvar muitas espécies, protegendo ao mesmo tempo a saúde e a subsistência dos humanos".

8 Principais dificuldade na realização do projeto

As principais dificuldades na realização do projeto têm sido a conscientização das populações ribeirinhas quanto à importância da manutenção dos recursos aquáticos da região. Isto ocorre devido à desconfiança das populações locais, que têm sido removidas de suas áreas de origem em razão da formação dos reservatórios, ao mesmo tempo em que o Estado não tem dado a elas opções de sustentabilidade social e econômica.

9 Referências Bibliográficas

AGOSTINHO, A.A., GOMES, L.C., SUZUKI, H.I., JÚLIO, H.F. 2003. Migratory fish from the upper Paraná River Basin, Brazil. In CAROLSFELD, J., HARVEY, B., ROSS, C., BAER, A., ROSS, C. (eds). **Migratory Fishes of South America: Biology, Social Importance and Conservation Status.** World Fisheries Trust, The World Bank and the International Development Research Centre, Victoria, pp. 19-99.

CAMARGO, C., 2007. Efeitos do bloqueio da migração reprodutiva nas reservas metabólicas da tabarana *Salminus hilarii* (Characiformes: Characidae). Universidade de Mogi das Cruzes, 56 pp.

CEMASI, 2001. **Ictiofauna de mata atlântica nas bacias dos rios Paraitinga e Biritiba-Mirim.** In: Biodiversidade nas bacias dos rios Paraitinga e Biritiba-Mirim. Centro de Monitoramento da Serra do Itapeti, pp. 78-86.

EIGENMANN, C.H., 1910. Catalogue of the freshwater fishes of tropical and south temperate America. **Rep. Pricenton Exped. Patagonia, 1896-1899**, 3: 375-511.

FROESE, R., PAULY, D., 2006. Editors. **FishBase.** World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org.

GODOY, M.P., 1975. **Peixes do Brasil – subordem Characoidei. Bacia do Rio Mogi-Guaçu**. Piracicaba: Editora Franciscana.

HILDEBRAND, S. G., BELL, M. C., RICHEY, E. P., ANDERSON, J.J., 1980. Analysis of environmental issues related to small-scale hydroelectric development II: Design and consideration for passing fish upstream around dams. **ORNT/TM-736**, Environmental Services Division, OAK Ridge National Laboratory, 78 pp.

HONJI, R.M., 2007. Caracterização endócrina durante o ciclo reprodutivo da tabarana *Salminus hilarii* (Characiformes: Characidae), em três ambientes distintos: natural, impactado e cativeiro. **Dissertação (Mestrado)**, Instituto de Biociências, 228 pp.

Ihering, R. von., 1929. **Da vida dos peixes. Ensaio e Cenas de Pescarias**. Companhia Melhoramento, São Paulo, 150 pp., 3 pranchas.

KAREIVA, P. & MARVIER, M., 2007. **Conservação voltada para as pessoas**. Scientific American Brasil, n.66, pp. 66-73.

LANGEANI, F., 1989. A ictiofauna do alto curso do rio Tietê (SP): Taxonomia. **Dissertação (Mestrado)**, USP, São Paulo, 231 pp.

LOBO, A. V. P., 2006. Avaliação da comunidade de peixes de riachos em um mosaico de condições ambientais, na Bacia do rio Paraitinga (Alto Tietê), SP. **Dissertação (Mestrado).** Universidade de Mogi das Cruzes, SP.

MELO, R.G., 2006. Caracterização da Expressão do RNAm das gonadotropinas de *Salminus hilarii* ao longo do ciclo reprodutivo: efeitos do bloqueio reprodutivo. Dissertação (Mestrado), Universidade de Mogi das Cruzes, 60 pp.

NARCIZO, A.M., HONJI, R.M., ROMAGOSA, E., MOREIRA, R. G., 2007. Caracterização da fecundidade de *Salminus hilarii* em ambiente natural, impactado e em cativeiro. In: XVII Encontro Brasileiro de Ictiologia, 2007, Itajaí. p. 217.

NELSON, J.S., 1994. **Fishes of the world.** 3 ed, John Wiley & Sons, 600 pp.

PNMA 2001. **Proteção e Conservação dos Mananciais de Abastecimento da Região Metropolitana do Estado de São Paulo – Alto Tietê-Cabeceiras e Alto Juquiá**. PNMA-SP-01/2001.Governo do Estado de São Paulo, 16 pp.

SENDACZ, S., JUNIOR, A.J.M., MERCANTE, C.T., MENEZES, L.C.B., MORAES, J.F., 2005. Sistemas em cascata: Concentrações e cargas de nutrientes no Sistema Produtor Alto Tietê, São Paulo. In: NOGUEIRA, M.G., HENRY, R., JORCIN, A. **Ecologia de Reservatórios: Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata**. São Carlos: RiMA, pp.417-434.

SILVA, F.S.D., MANNA DE DEUS, J.R., HILSDORF, A.W.S., 2006. The upper reached ichthyofauna of the Tietê River, São Paulo, Brazil: aspects of their diversity and conservation. **Biodiversity and Conservation**. (publicação on-line http://www.springerlink.com/app/home).

TORLONI, C.E.C., GIRARDI, L., NASCIMENTO, E.P., 1986. Considerações sobre a utilização de escada para peixes e estações de aquicultura na conservação da fauna ictíica no Estado de São Paulo. **Coleções Ecossistemas Aquáticos** – 003, CESP, 20.ed., 8 pp.



Sociedade
Brasileira para o
Progresso da
Ciência





Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê





Título **Fórum Tietê Vivo de Difusão Científica para Inovações de Pesquisa e Extensão**
Ciência, Ação Social & Sustentabilidade da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê
Projeto gráfico e composição Casa Editorial Maluhy & Co.
Capa Malu Vallim
Formato 21 x 28 cm
Tipologia Minion

Com o apoio da SBPC e do Comitê da Bacia do Alto Tietê, as oficinas do Fórum TIETÊ VIVO DE DIFUSÃO CIENTÍFICA PARA INOVAÇÕES DE PESQUISA E EXTENSÃO - CIÊNCIA, AÇÃO SOCIAL & SUSTENTABILIDADE DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ ocorreram entre 2007 e 2009 entre pesquisadores e agentes públicos.

Dezenas de contribuições foram apresentadas e ao longo das oficinas foram selecionados três dezenas de trabalhos com base em algumas variáveis chaves:

- Pela sua vinculação direta com a busca de soluções para a sustentabilidade ecológica, ou biofísica, a sustentabilidade social, a político-institucional, a sustentabilidade econômica, assim como a sustentabilidade geográfica associada ao território cultural.
- Pelo seu caráter de pesquisa com potencial de projeto demonstrativo ou apropriado por ação social cujos benefícios tenham contribuído para melhoria da qualidade de vida de segmentos da população trabalhadora nos aspectos do fortalecimento comunitário, habitação social e popular, saneamento ambiental, e desenvolvimento urbano.
- Pelo seu caráter de fomento a produção do conhecimento que tenha relação com o estímulo às redes técnicas e sociais na gestão integrada de recursos hídricos
- Pelo seu fomento a criação de consórcio de prefeituras e órgãos estaduais para projetos específicos de ação regional e fomento ao planejamento habitacional por microbacias integrando órgãos estaduais e prefeituras.
- Pelo seu fomento ao trabalho em rede entre orgãos e entidades de prefeituras visando a projetos indutores na criação de leis municipais para destinação de transferências de ICMS pela proteção de unidades de conservação (Ucs) em área metropolitana.
- E por fim, pelo seu fomento ao treinamento e capacitação para o "eco-mercado" de trabalho vinculado a recursos hídricos, saneamento e serviços ambientais associados ao desenvolvimento social e combate a pobreza no território de microbacias.

Os resultados de pesquisas selecionadas tem origem em grande medida na ciência tradicional e no modelo de gestão por bacia hidrográfica. Contudo, todos os artigos apresentam inovações de pesquisadores quanto a um ponto comum: não existe um modelo teórico único ou uma determinada prática de gestão de bacias que possa ser aplicado indistintamente a todo e qualquer tipo de intervenção seja ela expressa na forma de programa, plano ou projeto.

Os novos modelos de intervenção aqui propostos surpreenderão leitores interessados neste tema e pela densidade e consistência dos trabalhos científicos, estas contribuições serão úteis para um novo horizonte de políticas municipais que se abre em 2013 em São Paulo.

A correta gestão das águas depende da regularização da "metrópole ilegal" (Erminia Maricato). Ela sempre foi maior do que a legal, no sentido de que ocupações ilegais seja de loteadores, grandes proprietários e especuladores de toda ordem nunca foram efetivamente enfrentadas pelos governos locais (municípios).

Com isto a ocupação ilegal nas áreas de proteção de mananciais, limitou os potenciais usos alternativos e sustentáveis (parques e zonas de recreação, áreas especiais de proteção ambiental, clubes e igrejas) reduziu significativamente os preços das terras rurais e urbanas nos seus arredores, e agravou o desinteresse e mesmo o abandono das áreas. Provocou o início de uma complexa tessitura da malha urbana de elevada densidade populacional e sem critérios em torno dos grandes cursos d´água da região do Alto Tietê.

ISBN 978-85-6151-614-7