

ISSN 1806-4051
Vol.5 - no.2 - (jul./dez. 2008)

Regda

REVISTA DE GESTÃO DE ÁGUA DA AMÉRICA LATINA
REVISTA DE GESTION DEL AGUA DE AMERICA LATINA





EDITORES EXECUTIVOS

Carlos E. M. Tucci, IPH, UFRGS, Brasil
Andrei Jouravlev, CEPAL, Chile
Antônio Domingues Benetti, Brasil

EDITORES ASSOCIADOS

Adalberto Meller
Adriano Fontainhas Bandeira
Adriano Rolim da Paz
Alex Santana
Adolfo Villanueva
Ari Marques Filho
Armando Bertranou
Carlos Depettris
Carlos Nobuyoshi Ide
Carlos Ruberto Fragoso Junior
Christopher Freire Souza
Cleuda Freire
Cristóvão Scapulatempo Fernandes
Daniel Allásia Piccilli
Daniela Costa Bemfica
Dante Gama Larentis
David da Motta Marques
Dieter Wartchow
Eduardo Mario Menciondo
Eduardo Von Sperling
Eneas de Souza Machado

Francisco Lobato
Fernando Meirelles
Francisco Assis de Souza Filho
Francisco Bragança de Souza
Francisco Forgiarini
Geraldo Lopes da Silveira
Gino Gehling
Ingrid Illich Muller
Ivanildo Hespagnol
Jaildo Santos Pereira
Jaime Cabral
Jair Koppe
Janine F. Haase
José Carlos Mierzwa
João Viegas Filho
José Antonio Louzada
José Nilson B. Campos
Jorge Victor Pilar
Juan Carlos Bertoni
Juan Martin Bravo
Lauro Beltrão

Luciano Meneses C. da Silva
Luis Alcides Miranda
Márcia Maria Rios Ribeiro
Márcio B. Baptista
Mauro Naghettini
Miriam Moro Mine
Mônica Porto
Nídio Barni
Nilo de Oliveira Nascimento
Ninon Machado
Patrick Thadeu Thomas
Pierre Chevallier
Rafael Souza
Roberto Zambrano
Robin T. Clarke
Rutinéia Tassi
Sidnei Gusmão Agra
Teresinha Guerra
Vicente Vieira
Victor Pochat
Wilson Cabral de Souza Junior

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos
Av. Bento Gonçalves, 9500 – IPH/UFRGS
Caixa Postal 15029
CEP 91501-970 – Porto Alegre, RS, Brasil
Fone: (51) 3493-2233 / 3308-6652
Fax: (51) 3493 2233
E-mail: rega@abrh.org.br

IMPRESSÃO

Editora Evangraf
Rua Waldomiro Schapke, 77 – Porto Alegre, RS
Fone (51) 3336-0422

CAPA / PLANEJAMENTO GRÁFICO / EDITORAÇÃO
Carla M. Luzzatto e Fernando Piccinini Schmitt

Rega / Associação Brasileira de Recursos Hídricos. – Vol. 5,
no. 2 (jul./dez. 2008) –
Porto Alegre - ABRH/Brasil, 2008 –
v.

Semestral

ISSN 1806-4051

1. Recursos hídricos. I. Associação Brasileira de Recursos
Hídricos.

CDU 556.18

PUBLICAÇÃO SEMESTRAL

Pede-se permuta . We demand exchange. Se pide permuta.

Rega

Rega é uma revista proposta pelo GWP Global Water Partnership da América do Sul e conta com a parceria de várias entidades nacionais e regionais na área de recursos hídricos, entre elas: CEPAL, BID, Banco Mundial, ABRH - Associação Brasileira de Recursos Hídricos, IARH - Instituto Argentino de Recursos Hídricos, RedeCap-Net Argentina, APRH - Asociación Paraguaya de Recursos Hídricos, Sociedade Brasileira de Limnologia, Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, Organização dos Estados Americanos e RIGA - Red de Investigación y Gestión Ambiental de la Cuenca del Plata.

Os objetivos da revista são de divulgar o conhecimento adquirido nas Américas sobre a Gestão Integrada de Recursos Hídricos. Considera-se importante a troca de informações entre os diferentes atores na área de recursos hídricos: técnicos, decisores de governo e instituições privadas, membros de comitê e agências de bacias, usuários de águas, etc.

Os principais aspectos enfatizados são os seguintes: - resultados comparativos e experiências sobre políticas públicas em recursos hídricos; - estudos sobre a cadeia produtiva dos diferentes setores de recursos hídricos; - gerenciamento integrado dos recursos hídricos dentro de uma visão interdisciplinar; - aspectos institucionais e de gestão de recursos hídricos e meio ambiente; - setores usuários da água e impactos sobre a sociedade.

Rega es una revista propuesta por la GWP-Global Water Partnership de América del Sur, y cuenta con el apoyo de varias entidades nacionales y regionales en el área de recursos hídricos, entre ellas: CEPAL, BID, Banco Mundial, ABRH - Associação Brasileira de Recursos Hídricos, IARH - Instituto Argentino de Recursos Hídricos, Red Cap-Net Argentina, APRH - Asociación Paraguaya de Recursos Hídricos, Sociedade Brasileira de Limnologia, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, Organización de los Estados Americanos y RIGA - Red de Investigación y Gestión Ambiental de la Cuenca del Plata.

El objetivo de la revista es divulgar el conocimiento adquirido en las Américas sobre la Gestión Integrada de Recursos Hídricos. Se considera importante el intercambio de información entre los diferentes actores en el área de Recursos Hídricos: técnicos, tomadores de decisiones del gobierno y de instituciones privadas, miembros de comités y agencias de cuenca, usuarios de recursos hídricos, etc.

Los principales aspectos enfatizados son los siguientes: - resultados comparativos y experiencias sobre políticas públicas en recursos hídricos; - influencia económica de los recursos hídricos sobre las cadenas productivas; - gestión y gerenciamento integrado de recursos hídricos dentro de una visión interdisciplinaria; - aspectos institucionales y de gestión de recursos hídricos y medio ambiente; - sectores usuarios del agua e impactos sobre la sociedad.



Rega

REVISTA DE GESTÃO DE ÁGUA
DA AMÉRICA LATINA
REVISTA DE GESTIÓN DEL AGUA
DE AMERICA LATINA

Vol.5 - N.2 - Jul./Dez. 2008

A efetividade dos Instrumentos
de política urbana nos dilemas ambientais
com águas urbanas / **5**

Celmar C. de Oliveira, Carlos A. B. Mendes

Tratamento de águas cinzas claras para reúso não potável
em edificações / **15**

Simone May, Ivanildo Hespanhol

Análise crítica da calibração do modelo
de qualidade de água QUAL2E –
estudo de caso da bacia do Alto Iguaçu / **25**

*Heloise Garcia Knapik, Marianne Schaefer França,
Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes,
Letícia Santos Masini, Maria Cristina Frisch
Carvalho Marin, Monica Ferreira do Amaral Porto*

Agricultores familiares e participação
na gestão das águas na bacia do Itajaí/SC / **39**

*Cintia Uller-Gómez
Luiz Fernando Scheibe
Maria José Reis*

La reforma de la gestión del agua en el estado de Río
Grande del Sur (Brasil), 1979-2006 / **53**

*Janine F. Haase
Ricardo A. Gutiérrez*

Gestão integrada das águas urbanas / **71**

Carlos E. M. Tucci

A efetividade dos Instrumentos de política urbana nos dilemas ambientais com águas urbanas

Celmar C. de Oliveira
Carlos A. B. Mendes

RESUMO: O aparato legal de Recursos Hídricos não contempla todas as hipóteses relacionadas com este recurso no meio urbano. Nesse espaço, as águas encontram-se mais vulneráveis à degradação de sua qualidade ambiental; as bacias hidrográficas, em consequência da impermeabilização do solo urbano, transportam problemas da parte alta para a parte baixa da cidade, ocasionando inundações. Na bacia do Arroio da Areia, em Porto Alegre, dois grandes “loteamentos” afetam diretamente bairros situados na parte baixa da bacia, pois com a impermeabilização do solo, a infiltração das águas da chuva é cada vez menor. Faz-se necessário analisar os instrumentos oferecidos pelo Estatuto da Cidade e as interfaces existentes entre a Política de Recursos Hídricos e a Política Urbana. O Estudo de Viabilidade Urbanística, previsto no Plano Diretor de Porto Alegre, não tem se mostrado eficaz, pois são encontrados problemas relacionados com a densificação em várias partes da cidade. O efetivo emprego do Plano Diretor e do *Estudo de Impacto de Vizinhança* pode minimizar os dilemas ambientais nas cidades. O caso descrito serve para enfatizar a necessidade de conciliar na gestão urbana o interesse público com o particular, de forma a evitar que a “Tragédia dos Comuns” se instale no cotidiano das cidades.

PALAVRAS-CHAVE: Dilemas ambientais, recursos hídricos, instrumentos de política urbana.

ABSTRACT: Brazilian laws that rule water resources do not consider many hypotheses related to these resources in urban areas. In these places, the environmental quality of water is more vulnerable of suffering degradation. Because of the impermeability of urban soil, water basins lead problems from the highest to the lowest area of the city, generating floods. In the basin of *Arroio da Areia*, Porto Alegre, Brazil, two large lots directly affect neighborhoods located right under this basin, because the soil permeability of rainwater is decreasing. Thus, it is necessary to analyze the instruments that are offered by the *Estatuto da Cidade* and to analyze the relationship between the water resources policy and the urban policy. The *Estudo de Viabilidade Urbanística* predicted in Porto Alegre management plan is not being efficient, because problems related to densification are found in many places of Porto Alegre. If Porto Alegre management plan and the *Estudo de Impacto de Vizinhança* were really put in practice, environmental dilemmas could be decreased. This case is used to emphasize the need of conciliation between public and private interests in urban management, in order to avoid “the Tragedy of the Commons” from happening in the cities.

KEYWORDS: Environmental dilemma, water resource, instruments of urbana policy.

INTRODUÇÃO

O aparato legal de Recursos Hídricos não contempla todas as hipóteses relacionadas com esse recurso no meio urbano. Nesse espaço, as águas encontram-se mais vulneráveis à degradação de sua qualidade ambiental; as bacias hidrográficas, em consequência da impermeabilização do solo urbano, servem como instrumento de transporte de problemas da parte alta para a parte baixa da cidade.

As causas dos dilemas relacionados com o uso dos recursos ambientais podem ser compreendidas a partir

da análise do polêmico artigo “The Tragedy of the Commons”. O autor, Garrett Hardin, parte da premissa de que, no regime de propriedade comum, há a degradação dos recursos naturais, pois cada usuário tende a utilizá-los excessivamente ao não ser cobrado por esse uso, criando uma externalidade negativa e diminuindo os benefícios decorrentes da utilização por outra pessoa (Hardin, 1968). Porém, Feeny *et al.* (1990) comprovaram a existência de um grande número de casos onde os usuários restringiram o acesso ao recurso e estabeleceram regras próprias para o seu uso sustentável. Os postulados de Hardin, de

acordo com esses autores, não consideraram o papel dos arranjos institucionais, provendo a exclusão e regulação dos usos.

Nas áreas urbanas, os efeitos do uso inadequado dos recursos ambientais, em especial os de uso comum, são potencializados em decorrência da concentração populacional existente. O Brasil é um país urbano, com mais de 80% da população residindo e a maior parte das atividades econômicas desenvolvendo-se nas cidades. São nesses centros urbanos que se concentra a maior parte dos problemas, uma vez que, em decorrência do crescimento desordenado, foram ultrapassados os limites do equilíbrio do ambiente natural e as cidades passaram a sofrer o descompasso entre o número de habitantes e o planejamento urbanístico.

Em Porto Alegre, na bacia do Arroio da Areia, dois grandes “loteamentos” afetam diretamente os bairros situados na parte baixa da bacia, uma vez que com a impermeabilização do solo, a infiltração das águas da chuva é cada vez menor. Ainda é relevante considerar que devido à excessiva densificação na região, originada por novos “loteamentos”, há o comprometimento da capacidade de suporte das estruturas urbanas, aumentando os congestionamentos, as enchentes, a poluição e a violência (Mendes e Grehs, 2007).

Diante deste cenário, faz-se necessário analisar como a “Tragédia dos Comuns” se apresenta no meio urbano, os instrumentos da política urbana que podem contribuir para minimizar os dilemas ambientais nas cidades, especialmente os oferecidos pelo Estatuto da Cidade – Lei nº 10.257/01 –, as diretrizes a serem seguidas para a efetivação de uma relação equilibrada na ocupação do espaço urbano e as interfaces existentes entre a Política de Recursos Hídricos e a Política Urbana, definindo o regime jurídico para alcançar o equilíbrio ambiental e garantir a função social da cidade, expressa no bem-estar social dos seus habitantes.

METODOLOGIA

A pesquisa, classificada como qualitativa, constou de revisão bibliográfica para o exame das hipóteses relacionadas com as águas no meio urbano, pois neste meio elas se encontram mais vulneráveis à degradação de sua qualidade ambiental. Na continuidade, foi desenvolvida uma investigação, profunda e exaustiva, caracterizada como estudo de caso, diagnosticando a situação na Bacia do Arroio da Areia na zona Norte de Porto Alegre, região onde as águas dessa Bacia, em

decorrência da impermeabilização do solo urbano, servem como instrumento de transporte de problemas da parte alta para a parte baixa da cidade, ocasionando inundações e congestionamentos de trânsito. Também foram analisadas situações de ocorrência de alagamentos em outras partes da cidade.

A compreensão do comportamento humano ao utilizar bens no regime de propriedade comum, a análise do processo de degradação dos recursos naturais decorrente da utilização excessiva e o papel dos arranjos institucionais, provendo a exclusão e regulação dos usos, necessários para estabelecer uma base conceitual foram alcançados através de revisão a textos relacionados com a *Tragédia dos Comuns*. Os resultados obtidos na revisão bibliográfica e no estudo de caso serviram como base ao exame das alternativas disponíveis na legislação de recursos hídricos, constatando-se que o aparato legal de Recursos Hídricos não contempla todas as hipóteses relacionadas com este recurso no meio urbano. Em face dessa realidade, foram analisadas as interfaces existentes entre a Política de Recursos Hídricos e a Política Urbana, com o exame dos instrumentos da política urbana que contribuem para minimizar os dilemas ambientais nas cidades, especialmente os oferecidos pelo Estatuto da Cidade.

Esses resultados foram integrados numa síntese, de forma a solucionar o problema da pesquisa, o qual envolve a necessidade de harmonização e coordenação dos dispositivos legais que incidem sobre as águas urbanas e a criação de interfaces com legislações disponíveis em outras políticas públicas.

RESULTADOS

A “Tragédia dos Comuns” e os arranjos institucionais

No regime de propriedade comum, há a degradação dos recursos naturais, pois cada usuário tende a utilizá-los excessivamente. Uma pessoa, ao usar um recurso comum, diminui os benefícios decorrentes da utilização por outra pessoa, pois os recursos comuns tendem a ser usados excessivamente quando os indivíduos não são cobrados por esse uso, criando uma externalidade negativa. Esta é a tese proposta no polêmico artigo “The Tragedy of the Commons” (Hardin, 1968). A “Tragédia dos Comuns” tem como cenário a Inglaterra medieval, onde vários fazendeiros criadores de gado possuem o direito ao acesso e ao uso de uma pastagem (recurso comum). É de se esperar que cada fazendeiro tente manter tantos

animais quanto possíveis na área comum (pastagem), maximizando o seu ganho individual (com a venda do leite e/ou da carne). Mas essa é a mesma conclusão que chega todo e qualquer fazendeiro racional que divide uma área comum.

A motivação de tal comportamento é que os indivíduos usam um recurso comum disponível, mas limitado, somente com base nas necessidades individuais. Inicialmente, cada indivíduo é recompensado por usar esse recurso; e, eventualmente, eles percebem uma diminuição dos benefícios decorrentes deste uso, causando uma intensificação dos esforços de utilização. O recurso ou é esvaziado significativamente, corroído, ou completamente usado. Para evitar um padrão de uso não sustentável para os recursos naturais, Hardin (1968) propõe como alternativas: a necessidade de intervenção controladora do Estado ou a implantação da propriedade privada. Em decorrência da livre utilização, é criada uma externalidade na qual o excesso de usufruto do recurso prejudica aqueles que poderiam utilizá-lo no futuro (Pindyck e Rubinfeld, 2002).

Hardin (1968) faz também uma incursão no problema da poluição, colocando-o como um reaparecimento da tragédia das áreas comuns e identificando-o como consequência do crescimento populacional, que acaba por sobrecarregar os processos químicos e biológicos da reciclagem natural e exigir uma redistribuição dos direitos de propriedade. Os cálculos da utilidade são os mesmos de antes. Utilizando-se um raciocínio econômico, o homem acha que sua parte nos custos de gerenciamento dos resíduos descartados por ele nas áreas comuns é menor do que os custos de reciclagem. Desde que isso seja verdade para todo mundo, nós ficamos presos em um sistema de “sujar nosso próprio ninho”. O ar e a água que nos rodeiam não podem ser prontamente cercados e, assim, a tragédia das áreas comuns tem que ser prevenida através de leis coercitivas ou mecanismos de taxação que tornem mais barato para o poluidor tratar seus poluentes do que descartá-los sem tratamento. Segundo Pindyck e Rubinfeld (2002), a poluição é um exemplo comum de externalidade que resulta em ineficiência de mercado, e pode ser corrigida por meio de padrões ou taxas de emissões de poluentes, ou permissões transferíveis de emissões de poluentes. Salienta-se ainda que Hardin (1968) associa a “tragédia dos comuns” à densidade populacional.

No entanto, Feeny *et al.* (1990) ressaltam que uma teoria nova e ampliada para os recursos de propriedade comum deve considerar a capacidade

de auto-organização, uma vez que os sistemas de propriedade comum não existem isoladamente e são, usualmente, utilizados em conjunção com propriedades individuais. Os benefícios obtidos neste sistema são proporcionais aos custos de investimento e de manutenção da propriedade comum. Muitos problemas locais são resolvidos com baixos custos, pela relação entre os indivíduos da comunidade (Schlager, 2002), obtendo-se, em propriedades comuns bem administradas, diversos benefícios coletivos e ganhos ambientais (Jodha, 1995).

A partir da publicação da “Tragédia dos Comuns”, apareceram várias críticas às soluções dadas por Hardin. Mostrou-se (Jodha, 1995; Schlager, 2002) que havia muitos exemplos de “áreas comuns” que eram geridas de forma sustentável durante séculos, e não eram nem privatizadas, nem sofriam um controle estatal rigoroso. As comunidades criaram regras de gestão comum para estes recursos e, desta forma, conseguiram seu bom manejo. Experiências ao redor do mundo (Jodha, 1995; O’Toole, 1998) mostram que existem recursos ambientais sendo tratados de forma sustentável, com uma gestão feita de diversas formas, e não só através da propriedade privada ou estatal, até mesmo pelas características de alguns recursos ambientais, como no caso do ar, onde os recursos são de difícil privatização ou estatização (Schlager, 2002). Daí, a necessidade de ver os recursos ambientais como recursos comuns que devem ser geridos com regras de uso, mas podem ter diferentes tipos de direitos de propriedade. Feeny *et al.* (1990) discordam dos postulados de Hardin, que não consideraram o papel dos arranjos institucionais, provendo a exclusão e regulação dos usos ao relatarem a existência de um grande número de casos onde os usuários restringiram o acesso ao recurso e estabeleceram regras próprias para o seu uso sustentável. Ainda, destacam que o atual interesse na propriedade comum está relacionado ao ressurgimento das raízes da democracia, da participação pública e do planejamento a nível local. Nessa perspectiva, a conclusão de “tragédia inevitável” só se aplica à propriedade de livre acesso, com falta de coerção e responsabilidade individual, condições nas quais a demanda excede ao fornecimento e os usuários de recursos são incapazes de alterar as regras.

Em síntese, a publicação da “Tragédia dos Comuns” permitiu o aparecimento de diversos questionamentos em torno do direito de propriedade e de suas externalidades, inclusive com estudos para a

concepção de instrumentos legais com a finalidade de dirimir esse problema.

A “Tragédia dos Comuns” nas áreas urbanas: O caso da Bacia do Arroio da Areia

A poluição e degradação dos recursos ambientais representam externalidades negativas, decorrentes da economia de mercado e que comprometem a sustentabilidade no espaço geográfico envolvido. A crescente incidência de alagamentos, congestionamento de veículos e demais impactos ambientais negativos nas cidades, especialmente em áreas metropolitanas, constituem dilemas que não têm sido adequadamente enfrentados pelas políticas governamentais. As forças econômicas, que num primeiro momento representam benefícios e bem estar ao cidadão urbano, intensificam alterações do uso do solo, com modificações geomorfológicas, impermeabilização do solo e modificações do ciclo hidrológico local, que se expressam como degradação ambiental, pelo fato da bacia hidrográfica não ser considerada unidade de planejamento territorial (Mendes e Grehs, 2007). Isto pode ocasionar o esgotamento da capacidade de suporte do meio natural onde as estruturas estão inseridas, bem como da infra-estrutura disponibilizada pelo poder público municipal, o que acarreta em prejuízos a todos os usuários da bacia hidrográfica.

Mesmo nos dias atuais, encontram-se problemas em definir os regimes de propriedade e suas regras de utilização, por isso a ocorrência da “Tragédia dos Comuns” em várias áreas. Não há uma clara definição de até aonde vão os direitos e as obrigações de cada um nesse processo.

Assim, torna-se necessário o prosseguimento de estudos na área de gestão de áreas comuns, com participação multidisciplinar, abordagem sistêmica e utilização de instrumental jurídico e econômico no ambiente urbano. Acresça-se que a tendência dos agentes econômicos de maximizar o lucro das atividades através de uma superexploração de recursos é crônica, o que limita o manejo de recursos comuns de forma sustentável. Nesse contexto, a adoção de bacias hidrográficas como unidades territoriais de planejamento, compatibilizando a atividade econômica com a manutenção dos recursos comuns, aparece como alternativa para a sustentabilidade do meio urbano, evitando que a “tragédia dos comuns”, descrita por Hardin, cada vez mais se amplie.

Nas áreas urbanas, os efeitos do uso inadequado dos recursos ambientais, em especial os de uso comum, são potencializados, em decorrência da concentração populacional existente. Nos centros urbanos, se concentra a maior parte dos problemas, sendo a urbanização uma das principais questões sociais herdadas do século XX. No Brasil, mais de 80% da população reside nas cidades e a maior parte das atividades econômicas desenvolve-se nessas áreas. Entre 1960 e 1996, as cidades receberam 106 milhões de novos moradores, com a população urbana passando de 44,7% da população total para 81,2% da população total no ano 2000 (IBGE, 2000). Houve um crescimento desordenado, e as cidades passaram a sofrer o descompasso entre o número de habitantes e o planejamento urbanístico. O adensamento populacional, gerado pela lacuna deixada no ordenamento dos espaços públicos, e o modelo de desenvolvimento fizeram surgir hipertrofia no uso dos recursos naturais, degradação ambiental, desemprego, desigualdade social e espaços marginais, com favelas, loteamentos clandestinos e áreas invadidas. Embora, no Brasil, 77% dos municípios tenham serviço de drenagem urbana, e destes 85% dispõem de rede subterrânea para captação e transporte das águas de chuva, nos últimos dois anos, cerca de 1200 municípios sofreram inundações.

Com a urbanização, a densidade populacional e a densidade de construções aumentam, ocasionando problemas relacionados com controle de poluição e controle de inundações. As condições da urbanização que mais diretamente interferem com a drenagem urbana são as alterações do escoamento superficial direto. Em uma bacia urbanizada, o pico da cheia pode chegar a ser seis vezes maior do que o pico dessa área geográfica em condições naturais (Porto et al., 2000). Essa urbanização acelerada aumenta consideravelmente a vazão pluvial, comprometendo seriamente o sistema de drenagem estabelecido das cidades. Os alagamentos, freqüentemente verificados em pontos críticos do sistema de drenagem, ocasionam sérios transtornos à população, com grandes perdas materiais e até de vidas humanas.

Em Porto Alegre, são encontrados dilemas ambientais em vários locais da cidade. Esses problemas, em grande parte, são ocasionados pelo manejo oferecido às águas urbanas, em regra, inadequado para dar destino ao excesso de águas pluviais, ocasionando inundações, congestionamentos, degradação ambiental, dentre outros dilemas urbanos.

Na zona sul da cidade, a perda de área verde ocasiona alagamentos nas áreas mais baixas. Além dos crescentes alagamentos, há preocupações com o esgoto *in natura* – que vai para o Lago Guaíba –, com o adensamento e com a falta de infra-estrutura, pois as vias principais são estreitas para a quantidade cada vez maior de carros (Kolling, 2005).

Na zona norte, a bacia do Arroio da Areia, com grandes “loteamentos” – Projetos que impermeabilizam a superfície do terreno, próximos do divisor da bacia, afetam diretamente os bairros situados na parte baixa da bacia, devido à posição topográfica desses empreendimentos. Com a urbanização, a infiltração das águas da chuva é cada vez menor, o que proporciona fluxo de águas na superfície e um escoamento mais rápido, formando correntezas que levam de roldão até mesmo pesados obstáculos, e, algumas vezes, ceifam vidas humanas. Para alguns destes projetos, estimou-se aumento de vazões da ordem de 3,5 (três vezes e meia) em consideração às vazões originais, decorrentes das águas pluviais. Acresça-se a parcela de vazão dos esgotos, da ordem de 450 m³/dia, gerados pelos edifícios implantados. Em vista da deficiência da rede pluvial, que além das águas de chuvas também recebe os esgotos domésticos da bacia, em dias de chuva os canais e bueiros extravasam, causando inundações em vários pontos da bacia (Mendes e Grehs, 2007).

Para tentar solucionar os problemas urbanísticos atuais, surgiram os instrumentos de política urbana, tendo como objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana. A função social da cidade está expressa na ação de usar e ocupar o solo urbano ordenadamente, ou seja, em sintonia com o direito à moradia, ao trabalho e ao lazer. A propriedade urbana, por sua vez, cumprirá sua função social ao atender à exigência fundamental de ordenação das cidades, expressa no plano diretor, assegurando o atendimento de necessidades dos cidadãos quanto à qualidade de vida, à justiça social e ao desenvolvimento das atividades econômicas. Cabe, então, ao poder público, garantir o equilíbrio no desenvolvimento das cidades.

A EFETIVIDADE DOS INSTRUMENTOS DA POLÍTICA URBANA

As diretrizes da política urbana brasileira estão positivadas na Constituição Federal, no Estatuto da Cidade (Lei 10.259, de 10 de julho de 2001) e na Medida Provisória 2220, de 04 de setembro de

2001, a qual dispõe sobre o título de domínio e a concessão de uso especial para fins de moradia (Art. 183 § 1º da Constituição Federal) e cria o Conselho Nacional de Desenvolvimento Urbano – CNDU. Esses instrumentos de política urbana visam garantir nos municípios: bem-estar de seus habitantes, função social da cidade e da propriedade e democratização da gestão urbana. No direito urbanístico, a vasta legislação infraconstitucional normativa impõe uma compreensão e aplicação conjunta.

O Estatuto da Cidade – lei ordinária que estabelece as diretrizes gerais da política urbana e regulamenta os artigos 182 e 183 da CF de 1988 – através da normatização do meio ambiente artificial, apresenta um conjunto de princípios, com uma nova concepção de cidade, de planejamento e gestão urbana. Nele, estão as normas de ordem pública e de interesse social que norteiam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, do bem-estar, da segurança e do equilíbrio ambiental.

A Política Urbana, como forma de concretizar o bem comum, utiliza-se de: instrumentos de prevenção (ou de planejamento), visando o resguardo do bem urbanístico almejado; instrumento de realização (ou de execução), para o direcionamento concreto das diretrizes e promoção das operações urbanas, e instrumentos de retificação (ou de correção), para sanar ou corrigir os males urbanísticos existentes, visando alcançar a proteção do bem coletivo, a segurança, o bem-estar dos cidadãos e o equilíbrio ambiental (Amadei, 2006). Dois instrumentos de prevenção da política urbana – *Plano Diretor* e *Estudo de Impacto de Vizinhaça (EIV)* – possuem especial relevância para a proteção ambiental ao anteciparem a ocorrência de impactos que interferem diretamente na vida e na dinâmica urbana.

O *Plano Diretor* é um conjunto de princípios e regras orientadores da ação dos agentes que constroem e utilizam o espaço urbano. Possui como objetivo definir estratégias para a intervenção imediata, com princípios de ação para os agentes envolvidos na construção da cidade, sendo base para a gestão pactuada da cidade. É instrumento básico da política municipal de desenvolvimento urbano, sendo obrigatório para cidades com mais de 20 000 habitantes; cidades integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas; onde o Poder Público municipal pretenda utilizar parcelamento ou edificação compulsórios, imposto sobre a propriedade predial e territorial urbano progressivo no tempo e desapropriação com pagamento mediante títulos da dívida pública. Ainda

é obrigatório para municípios integrantes de áreas de interesse turístico e para cidades inseridas na área de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional.

A utilização ou ocupação de um determinado lote urbano produz impactos sobre seu entorno, podendo interferir diretamente na vida e na dinâmica urbana dos outros. Quanto maior o empreendimento, maior o impacto que ele produzirá sobre a vizinhança (Cymbalista, 2006). Com base nesse princípio, a legislação municipal poderá definir os empreendimentos e as atividades privadas ou públicas em área urbana, que dependerão da elaboração de *Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança (EIV)* para a obtenção das licenças ou autorizações de construção, ampliação ou funcionamento (Medauar, 2004). O EIV será executado de forma a contemplar a análise dos efeitos positivos e negativos do empreendimento ou atividade na qualidade de vida da população residente na área e em suas proximidades.

O Plano Diretor e o Estudo de Impacto de Vizinhança são instrumentos da Política Urbana que podem contribuir para minimizar os dilemas ambientais nas cidades, concretizando o bem comum, uma vez que atuam preventivamente (no planejamento), resguardando o bem ambiental almejado.

A cidade de Porto Alegre tem tradição em planejamento urbano, constituindo-se na primeira capital do país a contar com um Plano Diretor. Os planos anteriores deixaram suas normas e regras bem demarcadas na cidade, especialmente no que se refere às edificações. O atual Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (PDDUA) possui como diferencial ter sido proposto como um plano estratégico e ágil, que poderá ser alterado sempre que a dinâmica urbana assim o exigir, inclusive por uma decisão da comunidade (Prefeitura de Porto Alegre, 2006). No entanto, após cinco anos da vigência do Plano Diretor, sancionado em 1999, o arquiteto argentino Rúben Pesci, consultor especial da equipe que formulou o Plano, relata que não há o que comemorar, pois embora seja avançado e prevendo um desenvolvimento harmônico da cidade, o instrumento não saiu do papel. Apenas a parte que se referia à construção civil foi posta em prática (Kolling, 2005).

Dentre os instrumentos previstos no PDDUA de Porto Alegre encontra-se o *Estudo de Viabilidade Urbanística* (EVU), o qual assemelha-se, em parte, ao EIV. No âmbito do licenciamento, o Estudo de

Viabilidade Urbanística representa um avanço, pois condiciona a licença (definitiva, destinada a construções que comportem permanência) e a autorização (precária, destinada a empreendimentos provisórios) do Poder Público Municipal à existência e aprovação prévia desse estudo.

O estudo é prévio à aprovação do empreendimento e deve apresentar os impactos do futuro empreendimento sob os aspectos: biológico, físico e socioeconômico. Empreendimentos comerciais com área de venda superior a dois mil metros quadrados, submetem-se à realização prévia de EVU, de responsabilidade do empreendedor, para análise e deliberação por parte do Poder Municipal. Em negociação entre a Prefeitura e uma rede de mercados que planejava instalar uma unidade no Bairro Passo D'Areia, o município obteve contrapartidas em diversas áreas: no sistema viário, na proteção ao pequeno agricultor, no pequeno comércio local, na reciclagem profissional, nos equipamentos sociais e na reciclagem de resíduos. As negociações resultaram em cerca de R\$ 43 milhões de contrapartidas, revelando a capacidade dos grandes empreendimentos de gerar recursos para ressarcir as cidades de seus impactos (Cymbalista, 2006).

Embora o princípio do impacto de vizinhança já esteja sendo aplicado em uma série de empreendimentos, baseado em instrumentos vigentes, não há, nos casos relatados, uma previsão formal da participação popular, ficando descaracterizado o princípio da gestão democrática previsto no Estatuto da Cidade, nos art. 2º, II, 43 a 45.

O caso da Bacia do Arroio da Areia permite identificar que o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PPDU – Lei Complementar 43/79) vigente à época da aprovação do EVU referente ao Projeto Hermes, 13/06/1996, se mostrou insuficiente para controlar os efeitos negativos dos impactos que os empreendimentos podem produzir ao seu entorno e à dinâmica urbana (expediente 002.400104.00.4). Com a entrada em vigor do art. 97 do PDDUA atual – Lei Complementar 434/99, a licença da Administração Municipal destinada à construção dos loteamentos, permitindo a edificação de um número ainda maior de torres do que as construídas foi alterada em consequência de sentença judicial obtida em ação proposta pelo Ministério Público contra o Município de Porto Alegre, a qual definiu pela diminuição do número de torres de edifícios previstas no projeto original (Processo nº 001/1.05.0322443-3). Na maioria das vezes, os empreendedores imobiliá-

rios, em vez de buscar a implantação efetiva de uma política que leve à ocupação racional do solo, em proporção com a capacidade de infra-estrutura de serviços urbanos instalados, têm pressionado o Poder Público para que permita construir cada vez mais nos terrenos com infra-estrutura no seu entorno já saturada. Drenar rapidamente o excesso hídrico do loteamento transfere problemas para outras regiões da cidade (Mendes e Grehs, 2007).

A não utilização, no momento oportuno, dos instrumentos de prevenção da Política Urbana, neste caso, implicará, na continuidade, na necessidade de implantação, pelo Poder Público, de dispositivos de controle de escoamento. Entretanto, a implantação dessas medidas saneadoras para controlar o excessivo escoamento encontra barreiras como a escassez de verbas – os investimentos necessários para a solução dos problemas de drenagem urbana no Arroio da Areia em valores de dezembro de 2001 são da ordem de 23,35 milhões, destinados principalmente à construção de reservatórios de amortecimento – e a controvérsia existente quanto à utilização de áreas de praças e parques públicos para a execução desses dispositivos. Dos onze reservatórios de amortecimento previstos para a bacia do Arroio da Areia, seis deverão ser implantados em praças.

Nesse estudo também é relevante considerar que o PDDUA, no seu Art. 97, permite ao Poder Público Municipal exigir a utilização de medidas de controle de escoamento, com a construção de reservatórios de detenção de águas pluviais. Esse dispositivo tem o objetivo de evitar não apenas os alagamentos nas ruas, mas também baixar os custos das redes públicas de esgotos pluviais. Nesse sentido deverão ser colocadas, nos lotes a serem construídos, caixas d'água ou outros sistemas de contenção para que a água das chuvas escoe mais lentamente para as redes públicas.

Com a inclusão do Estudo de Impacto de Vizinhança no PDDUA e com a jurisprudência dos nossos Tribunais (ADIN N° 70010133213/2004; ADIN N° 70005449053/2004 e ADIN N° 70002576239/2003), exigindo, na definição do Plano Diretor ou das Diretrizes Gerais de ocupação do território, que os municípios assegurem a participação de entidades comunitárias legalmente constituídas, ficam disponibilizados, aos executores das diretrizes da política urbana, subsídios suficientes para tornarem efetivos os objetivos dessa política pública.

A afirmação fundamenta-se no fato de que o EIV possui na gestão democrática uma Diretriz Geral de

Política Urbana, constituindo-se em meio de atuação preventiva e contando com a participação das populações diretamente atingidas pelo empreendimento. A participação popular ficará expressa por meio das audiências públicas envolvendo a população que sofrerá os impactos do empreendimento e pela publicidade conferida aos documentos que integram o estudo (Mencio, 2006). O Pleno do Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul, com base no Parecer 31/2005, em atenção à autonomia dos Municípios, deliberou pela possibilidade da efetivação da participação popular por via diversa da audiência pública (Processo n° 9646-02.00/05-9).

As recomendações oferecidas por Cymbalista (2006), diante das novas possibilidades quando da aplicação do EIV, também devem ser consideradas. Por um lado, estão presentes preocupações de que a aplicação desse instrumento fique aquém do potencial que possui para evitar impactos negativos sobre o entorno do empreendimento, resumindo-se a complementações no sistema viário. De outro lado, existe preocupação de que a existência do EIV extrapole ao seu objetivo, inviabilizando a realização de empreendimentos de importância para todo o município, como cemitérios, aterros sanitários, terminais de ônibus e outros, fundamentais para o funcionamento de qualquer cidade, por resistência de todas as regiões do município.

CONCLUSÕES

A análise de como a “Tragédia dos Comuns” se apresenta no meio urbano e o estudo dos instrumentos de prevenção da Política Urbana, oferecidos pelo Estatuto da Cidade, propuseram-se a fornecer subsídios para a efetivação de uma relação equilibrada na ocupação do espaço urbano, contribuindo para reduzir esses dilemas ambientais nas cidades. Nesse sentido, foram demonstradas as interfaces existentes entre a Política de Recursos Hídricos e a Política Urbana, com a definição do regime jurídico que possibilite alcançar o equilíbrio ambiental e garantir a função social da cidade, expressa no bem-estar social dos seus habitantes.

Os problemas ambientais encontrados em vários pontos da cidade de Porto Alegre, e exemplificados com a bacia do Arroio da Areia, demonstram que o Plano Diretor da época (Lei Complementar 43/79) sem a previsão de ferramentas legais para controle do escoamento pluvial se mostrou insuficiente para controlar os efeitos negativos dos impactos que os

empreendimentos podem produzir ao seu entorno e à dinâmica urbana. As bacias hidrográficas urbanas, em consequência da impermeabilização do solo, acabam servindo como instrumento de transporte de problemas da parte alta para a parte baixa da cidade, ocasionando inundações e congestionamentos de trânsito. O PDDUA atual, no seu Art. 97, permite ao Poder Público Municipal exigir a utilização de medidas de controle de escoamento, com a construção de reservatórios de retenção de águas pluviais. Esse dispositivo que tem como objetivo não só evitar alagamentos nas ruas, mas também baixar os custos das redes públicas de esgotos pluviais se mostrou útil desde a sua aprovação, evitando a drenagem rápida do excesso hídrico do loteamento o que causa problemas em diferentes locais da cidade de Porto Alegre.

O projeto de lei do novo Plano Diretor inclui o estudo de impacto de vizinhança, o qual tem previsão de uso na avaliação de Projetos Especiais de causem significativo Impacto Urbano (2º e 3º graus) juntamente com a jurisprudência dos nossos Tribunais irão disponibilizar aos executores das diretrizes da política urbana subsídios suficientes para alcançar os objetivos da política urbana. O plano diretor e o

estudo de impacto de vizinhança são instrumentos da Política Urbana, elaborados para atingir uma relação equilibrada na ocupação do espaço urbano, podendo contribuir para minimizar os dilemas ambientais nas cidades, uma vez que atuam preventivamente (no planejamento), resguardando o bem ambiental almejado.

Nessa perspectiva, esses instrumentos devem considerar também os impactos ambientais dos empreendimentos, como a impermeabilização do solo urbano e seus efeitos sobre as alterações do escoamento superficial direto; além dos aspectos paisagísticos, econômicos e sociais, indo muito além do simples ressarcimento ao município pela sobrecarga das estruturas urbanas. Estando disponíveis para viabilizar o planejamento urbano, podem disciplinar a ocupação das cidades mediante uma densificação que minimize os riscos de inundações e outros impactos que obstaculizem o desenvolvimento sustentável.

Apesar dessas considerações, cabe referir que, na gestão municipal, há a necessidade de, com o efetivo emprego dos instrumentos preventivos de política urbana, conciliar o interesse público com o particular, de forma a evitar que a “Tragédia dos Comuns” se instale no cotidiano das cidades.

Referências

- AMADEI, V. A. *Urbanismo realista*. Millennium Editora Campinas: SP, 2006, 112 p.
- CYMBALISTA, Renato. *Estudo de Impacto de Vizinhança*. Texto extraído do site: www.polis.org.br. Acesso em 03.12.2006.
- FEENY, D.; BERKES, F.; MCCAY, B. J.; ACHESON, J. M. The Tragedy of the commons: Twenty Two years later. *Human Ecology*, 1990, 18(1), pp.1-19.
- HARDIN, G. The Tragedy of the Commons. *Science*, 162, 1968, pp.1243-1248.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Anuário Estatístico do Brasil*, vol. 59, Rio de Janeiro, 2000.
- JODHA, N. S. Common Property Resources: A Missing Dimension of Development Strategies. *World Bank Discussion Papers*, WDP 16, 1995. 149 pp.
- KOLLING, G. Plano diretor completa cinco anos sem motivo para comemorações. In: *Jornal JÁ*. Porto Alegre: RS, abr. 2005, pp.3-7.
- MEDAUAR, O.; ALMEIDA, F. D. M. *Estatuto da Cidade: Lei 10.257, de 10.07.2001, comentários*. Editora dos Tribunais São Paulo: SP, 2004. 312 p.
- MENCIO, M. A. Influência do Estudo de Impacto de Vizinhança na expedição da licença urbanística para construção de empreendimentos ou atividades com efeitos potencialmente negativos sobre o meio ambiente urbano. In: *Estudos de direito urbanístico, I: licenças urbanísticas*. Editora Letras Jurídicas, São Paulo: SP, 2006. pp. 49-93.
- MENDES, C. A. B.; GREHS, S. A. Enfoques Econômicos para Dilemas Ambientais de Cidades: Análise em Bacias Hidrográficas. *Revista de Desenvolvimento Econômico*, Vol. 9, n. 15 (jan. 2007), p. 69-78. 2007.
- O'TOOLE, R. The Tragedy Of The Scenic Commons. In: J. A. Baden; Noonan, D. S., eds. *Managing The Commons*. 2nd edition. Indiana University Press, Bloomington, 1998. pp. 181-187.
- PINDYCK, R. S.; RUBINFELD, D. L. *Microeconomia*. 5ª. Edição. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- PORTO, R.; ZAHED, F.; TUCCI, C.; BIDONE, F. Drenagem Urbana. In: TUCCI, C. (Org). *Hidrologia: ciência e aplicação*. Porto Alegre: Ed. Universidade/ UFRGS: ABRH, 2000.
- SCHLAGER, E. Rationality, Cooperation and Common Pool Resources. *American Behavioral Scientist*. 45: 801-819, 2002.

PREFEITURA DE PORTO ALEGRE. Porto Alegre tem tradição em Planejamento Urbano. Texto extraído do site oficial da Prefeitura de Porto Alegre: http://www2.portoalegre.rs.gov.br/spm/default.php?p_secao=35. Acesso em 15.11.2006.

PREFEITURA DE PORTO ALEGRE. Expediente único 002.400104.00.4, de 13/03/1996.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. ADIN Nº 70010133213/2004; ADIN Nº 70005449053/2004 e ADIN Nº 70002576239/2003.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Parecer 31/2005; Proc. nº 9646-02.00/05-9.

TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. Processo nº 001/1.05.0322443-3.

Celmar C. de Oliveira Advogado, M. Sc., Professor na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS – Porto Alegre, RS. Doutorando em Recursos Hídricos no Instituto de Pesquisas Hidráulicas – IPH/UFRGS. E-mail: celmar-oliveira@uergs.edu.br

Carlos A. B. Mendes Engenheiro Civil, M.Sc., Ph.D., Professor no Instituto de Pesquisas Hidráulicas – IPH/UFRGS – Av. Bento Gonçalves 9500 – Caixa Postal 15029, CEP 91501- 970, – Porto Alegre, RS. E-mail: mendes@iph.ufrgs.br

Tratamento de águas cinzas claras para reúso não potável em edificações

Simone May
Ivanildo Hespanhol

RESUMO: O reúso de águas cinzas aplicado para fins não potáveis vem ao encontro das premissas de sustentabilidade e do conceito de conservação de água. Sistemas de reúso de águas cinzas adequadamente concebidos devem seguir quatro critérios básicos: segurança higiênica, estética, proteção ambiental e viabilidade técnica e econômica. As águas cinzas, quando devidamente tratadas, podem ser utilizadas para consumo não-potável em edificações como, por exemplo, descarga de vasos sanitários, lavagem de pisos e pátios, lavagem de calçadas, irrigação de jardins, usos ornamentais como espelhos d'água e chafarizes, desde que sua utilização não proporcione riscos à saúde de usuários. Este trabalho objetiva o tratamento das águas cinzas para reúso não potável em edificações. Foi abordada, neste trabalho, a caracterização e o tratamento das águas cinzas claras, isto é, as águas residuárias oriundas de chuveiros, de lavatórios e de máquina de lavar roupas. O sistema de tratamento de águas cinzas claras utilizado na pesquisa consta de tanque de equalização, reator biológico de contato, reservatório de decantação, filtro de areia de pressão e sistema de desinfecção com cloro. Alguns dos parâmetros analisados durante o período de monitoramento do sistema de tratamento de águas cinzas claras obtiveram uma redução bastante significativa, por exemplo: cor - 95,1%, turbidez - 98,2%, SST - 94,1%, DBO - 93,4%, DQO - 86,3%, COT - 84,9%, Coliformes termotolerantes - 99,8% e Coliformes totais - 97,8%. Durante os ensaios foi mantido um residual mínimo e máximo de cloro de 0,8 – 1,7 mg/L. Baseado nos resultados das análises realizadas e nos resultados obtidos com o tratamento das águas cinzas claras, seus usos para fins não potáveis são considerados adequados e devem ser estimulados.

PALAVRAS-CHAVE: águas cinzas claras; conservação de água; qualidade de água; reúso de água; tratamento de água.

ABSTRACT: The reuse of greywater for non potable uses meets the premises of sustainability and the concept of water conservation. Properly conceived greywater reuse systems should follow four basic criteria: hygienic reliability, aesthetics, environmental protection and technical/economic feasibility. The greywater, when properly treated, can be used for consumption at buildings, for non potable purposes such as flushing toilet bowls, floors and backyards cleaning, garden irrigation, ornamental uses as in water mirrors and water fountains as long as its use avoid any risk to users' health. This paperwork aims to the greywater treatment for non potable applications in buildings. It discusses the characterization and the treatment of light greywater, which means, the water from showers, sink bowls and washing machines. The treatment system used in the research was made of an equalization tank, a CBR, a settling tank, a pressure sand filter and a chlorine application system for disinfection. Some of the parameters analysed during the monitoring period of the greywater treatment system, achieved a significant reduction as, for example: color: - 95.1%; turbidity: - 98.2%; TSS: - 94.1%; BOD: - 93.4%; COD: - 86.3%; TOC: - 84.9%; Thermotolerants Coliforms: -99.8%; e Total Coliforms: - 97.8%. During the analysis, the residual chloride was kept on 0.8 to 1.7 mg/L range. Based on the gathered data and treatment performance, its uses for non potable applications was found adequate and it should be stimulated.

KEYWORDS: greywater; water conservation; water quality; water reuse; water treatment.

INTRODUÇÃO

A água encontrada na natureza é essencial à vida no nosso planeta. No entanto, o volume de água disponível para consumo tem se tornado cada vez mais escasso. O crescimento da demanda e o crescimento populacional acentuado e desordenado são os principais fatores que influenciam o aumento

do consumo de água, principalmente nos grandes centros urbanos.

Segundo Palmier (2001), a escassez de recursos hídricos em diversos países apresenta um grande desafio para as autoridades responsáveis. De fato, em muitas regiões, a demanda de água excede a quantidade disponível. Petry; Boeriu (2000) relatam que nos

últimos anos, tem-se observado o desenvolvimento de novas tecnologias referentes ao manejo de recursos hídricos porém há, ainda, muito a ser aprimorado.

Existem várias maneiras de se conservar água, duas delas são: aproveitar águas pluviais e reutilizar águas cinzas para consumos não potáveis. Segundo Hespanhol (1997), o conceito de substituição de fontes se mostra como uma alternativa para atender demandas menos restritivas, deixando as águas de melhor qualidade para usos mais nobres como abastecimento doméstico.

Sistemas de reúso de águas cinzas são utilizados em países que incentivam a conservação de água potável devido à sua escassez, como a Alemanha, Estados Unidos e o Japão. Philippi (2003) afirma que uma das alternativas que tem demonstrado bastante eficácia na conservação de água potável é o reúso de águas servidas que é um importante instrumento de gestão ambiental do recurso água.

Segundo Metcalf & Eddy (2003), reusar água é aproveitar a água residuária recuperada, através da remoção ou não de parte dos resíduos por ela carregada em uso anterior, e usá-la novamente, em aplicações menos exigentes que o primeiro uso, encurtando assim o ciclo da natureza em favor do balanço energético.

As águas cinzas podem ser definidas como águas residuárias originadas de banheiros, chuveiros, lavatórios, máquinas e tanques de lavar roupas e pias de cozinha. De acordo com *California Graywater Standards* (1994), as águas cinzas são resíduos líquidos não tratados originados de edificações residenciais, sem contato com resíduos originados do vaso sanitário.

Henze & Ledin (2001) dividem as águas cinzas em duas categorias: águas cinzas claras e águas cinzas escuras. As águas cinzas claras são águas residuárias provenientes de chuveiros, de lavatórios e de máquinas de lavar roupas. Já as águas cinzas escuras incluem as águas provenientes de pias da cozinha e de máquinas de lavar pratos. Neste trabalho foi abordada a caracterização e o tratamento das águas cinzas claras.

Para estimular o uso de sistemas de reúso de águas cinzas faz-se necessário verificar a qualidade dessas águas e adequá-la aos usos previstos. As águas cinzas devidamente tratadas podem ser utilizadas no consumo não-potável em edificações tais como em bacias sanitárias, em torneiras de jardins, na irrigação de gramados e plantas, na lavagem de veículos, na limpeza de calçadas, na limpeza de pátios, na

produção de concreto, na compactação de solos e usos ornamentais como em chafarizes e em espelhos d'água de modo que sua utilização não ofereça riscos à saúde de seus usuários.

METODOLOGIA

Sistema experimental de coleta de amostras para caracterização das águas cinzas claras

O sistema experimental utilizado para a coleta de amostras de águas cinzas claras brutas foi construído utilizando um *contêiner*. Como a pesquisa foi realizada através de coletas separadas de amostras, algumas modificações e adaptações foram aplicadas ao *contêiner*, em função das exigências e objetivos do estudo como, por exemplo, as instalações de esgoto apresentam derivações separadas para cada ponto de coleta.

A área útil do *contêiner*, com 13,8 m², foi dividida em dois ambientes sanitários, sendo um masculino e um feminino. Cada um desses ambientes foi munido de dois chuveiros, 1 vaso sanitário e 1 lavatório, sendo que, no banheiro feminino foi instalada uma máquina de lavar roupas.

Para a coleta de amostras de águas cinzas claras foi realizada uma seleção de voluntários que trabalham ou que praticam alguma atividade próxima ao local do experimento. Esses voluntários foram divididos entre participantes masculinos e femininos de idades variáveis, na maior parte de adultos. O critério de seleção se deu a partir da função e profissão que essas pessoas atuam, por exemplo, marceneiros, mecânicos, recepcionistas, faxineiras, porteiros, professores, alunos, etc. Essa diversificação de pessoas é fundamental para permitir uma amostragem significativa, que simule a realidade da população.

Durante a pesquisa, foi efetuada a caracterização de 230 amostras de águas cinzas claras, divididas da seguinte maneira: 50 amostras de águas cinzas claras sem tratamento e 180 amostras de águas cinzas claras tratadas.

Para a caracterização das águas cinzas claras foram efetuadas coletas separadas de efluentes. Essas coletas estão divididas da seguinte maneira:

- ☒ efluente proveniente dos chuveiros e dos lavatórios;
- ☒ efluente proveniente da lavagem de roupa (1º ciclo);
- ☒ efluente proveniente do primeiro enxágüe de lavagem de roupa (2º ciclo);

- ☒ efluente proveniente do segundo enxágüe de lavagem de roupa (3º ciclo);
- ☒ efluente proveniente da mistura dos efluentes acima citados.

Os efluentes de cada ponto de amostragem foram retidos em reservatórios de acumulação. Para a coleta do efluente dos chuveiros e dos lavatórios foi instalado um reservatório de polietileno com capacidade para 1.000 litros e, para cada ciclo da máquina de lavar roupas, foi utilizado um reservatório de polietileno de 500 litros.

A coleta foi efetuada separadamente, para verificar qual desses efluentes apresenta maior índice de contaminação. O efluente proveniente dos vasos sanitários foi descartado por não fazer parte das águas cinzas.

Sistema experimental de tratamento das águas cinzas claras

A unidade experimental de tratamento de águas cinzas claras constou de um sistema de tratamento biológico aeróbio. Especificamente, foi utilizado um reator biológico de contato (RBC). O princípio biológico do sistema RBC é o mesmo de todos os sistemas de leito fixo com crescimento em suporte. As bactérias aeróbias, responsáveis pela biodigestão das cargas poluentes, vão se aglomerando nas superfícies dos discos e, quando estes giram, por estarem parcialmente submersos, promovem ciclicamente a aeração

e imersão das colônias de bactérias no efluente. Os discos foram montados lado a lado, num eixo horizontal, com afastamento de 5 a 12 mm, formando grandes cilindros que giravam a uma velocidade de 1,0 a 1,6 rpm. O sistema experimental de tratamento de águas cinzas claras foi integrado por tanque de equalização, reator biológico de contato, reservatório de decantação, filtro de areia de pressão e unidade de desinfecção com cloro. Na figura 1 é apresentado um esquema da unidade experimental utilizada.

O sistema de coleta e tratamento foi operado da seguinte maneira: o efluente proveniente dos pontos de coleta (chuveiros, lavatórios e máquina de lavar roupas - 1º, 2º e 3º ciclos) era encaminhado ao reservatório de equalização. Posteriormente, esse efluente era direcionado ao RBC onde ocorria a degradação da matéria orgânica. O efluente proveniente do RBC era conduzido ao decantador, onde ocorria a sedimentação do lodo. Em seguida, as águas cinzas claras tratadas eram conduzidas ao filtro de areia de pressão e, logo após serem filtradas, eram desinfetadas com hipoclorito de sódio a uma concentração de cloro ativo de 2% a 2,5% p/p (porcentagem em peso).

Foi utilizado um filtro rápido de pressão de escoamento descendente. A taxa de filtração efetiva foi de 750 m³/m².dia e o meio filtrante continha areia com granulometria de 0,45 mm a 0,55 mm com coeficiente de não uniformidade inferior a 1,6 e altura do meio filtrante de 0,52 m.

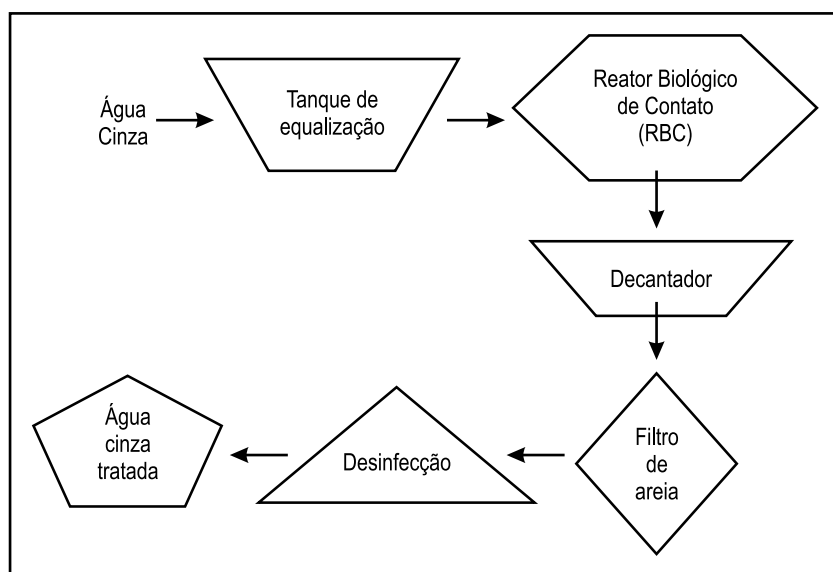


FIGURA 1. Esquema da unidade experimental utilizada para tratamento de águas cinzas claras

RESULTADOS

Qualidade das águas cinzas claras brutas

As amostras de águas cinzas claras foram coletadas em frascos de polipropileno de alta densidade previamente esterilizados em autoclave, a uma temperatura de 121°C. As análises bacteriológicas foram realizadas no Instituto Adolfo Lutz e as análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Saneamento Básico da Escola Politécnica da USP. Na tabela 1 são mostrados os resultados obtidos com a caracterização de parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos das águas cinzas claras brutas.

Observa-se, na tabela 1, que a cor das águas cinzas claras brutas é maior nas amostras coletadas no 1º ciclo da máquina de lavar roupas, no chuveiro e no lavatório. Nos 1º e 2º enxágües da máquina da lavar roupas a cor apresenta-se em concentrações menores, porém na mistura das águas cinzas claras a cor se manteve em concentrações elevadas, com média de 303 uC.

O parâmetro turbidez apresentou-se em maior concentração nas amostras coletadas do chuveiro e lavatório, com média de 85 UNT. Já a concentração de sólidos totais e sólidos dissolvidos apresentou-se

TABELA 1
Média e desvio padrão de parâmetros indicadores das águas cinzas claras bruta

Parâmetro	Lavagem (1º ciclo)	1º Enxágüe (2º ciclo)	2º Enxágüe (3º ciclo)	Lavatório e Chuveiro	Mistura
Cor (uC)	500 (199)	94 (46)	41 (13)	642 (231)	303 (114)
Turbidez (UNT)	40 (12)	15 (12)	5 (3)	85 (38)	36 (13)
ST (mg/L)	1.131 (225)	210 (101)	116 (60)	303 (101)	425 (101)
SST (mg/L)	81 (44)	20 (9)	10 (6)	88 (44)	40 (10)
SDT (mg/L)	1.050 (213)	190 (96)	107 (55)	215 (68)	385 (98)
pH	9,2 (0,3)	7,7 (0,3)	7,0 (0,2)	6,4 (0,3)	7,6 (0,5)
Alcalinidade (mg/L)	15,8 (6,2)	4,9 (2,1)	2,9 (1,4)	9,0 (2,8)	7,9 (2,6)
Condutividade (µS/cm)	156 (60)	141 (29)	97 (21)	178 (70)	177 (67)
Dureza (mg/L)	12,4 (5,2)	6,3 (3,1)	3,7 (1,6)	9,6 (5,0)	7,6 (4,5)
Cálcio (mg/L)	9,6 (3,2)	5,1 (2,1)	3,5 (1,4)	5,8 (2,5)	5,5 (1,1)
Magnésio (mg/L)	1,3 (0,5)	0,8 (0,4)	0,6 (0,1)	0,9 (0,2)	0,7 (0,3)
Cloretos (mg/L)	19,3 (7,2)	9,5 (2,1)	8,1 (0,6)	23,1 (8,2)	12,4 (3,7)
Sulfatos (mg/L)	262 (137,3)	46 (8,4)	26 (17,8)	47,5 (26,2)	92 (56,6)
Óleos e graxas (mg/L)	58,9 (7,8)	45,6 (10,8)	38,5 (9,2)	114,8 (17,9)	65,9 (12,0)
DBO (mg/L)	222 (53)	48 (12)	21 (18)	181 (50)	113 (41)
DQO (mg/L)	651 (155)	120 (36)	64 (40)	390 (121)	282 (97)
Coliformes Totais (UFC/100mL)	1,07x10 ⁴ (6,9x10 ³)	3,4x10 ³ (4,1x10 ³)	388 (246,6)	8,7x10 ³ (7,6x10 ³)	4,3x10 ³ (6,1x10 ³)
Coliformes Termotolerantes (UFC/100mL)	7,9x10 ³ (5,6x10 ³)	8,5 (9,7)	2,3 (0,5)	4,5x10 ³ (6,0x10 ³)	3,0x10 ³ (4,6x10 ³)

mais significativa em amostras coletadas no 1º ciclo da máquina de lavar roupas.

O pH das águas cinzas claras apresentou-se básico nas amostras coletadas do 1º ciclo da máquina de lavar roupas e levemente ácido nas amostras coletadas do chuveiro e lavatório. O pH alcalino nas amostras coletadas do 1º ciclo da máquina de lavar roupas deve-se ao sabão utilizado para a lavagem das roupas. Nas amostras coletadas do 1º e 2º enxágüe a concentração de sabão é menor, e por isso, o pH tende a ficar em torno de 7,0. Nas amostras coletadas da mistura dos efluentes onde ocorre a diluição, o pH médio foi de 7,6.

De modo geral, as águas cinzas claras apresentaram baixa dureza, o que significa que essas águas são classificadas como brandas ou moles e indicam baixo potencial de incrustação.

Os cloretos são advindos da dissolução de sais, como por exemplo, o cloreto de sódio. A maior concentração de cloretos foi encontrada nas amostras providas do chuveiro e lavatório e do 1º ciclo da máquina de lavar roupas. O cloreto nas águas é responsável por provocar corrosão em peças e equipamentos hidráulicos.

As concentrações de sulfato foram significativas nas amostras coletadas no 1º ciclo da máquina de lavar roupas, com média de 262 mg/L. Na mistura das águas cinzas claras ocorre a diluição, porém a concentração de sulfatos permanece com valor médio de 92 mg/L.

A maior concentração de óleos e graxas foi encontrada nas amostras coletadas do chuveiro e lavatório, devido ao desprendimento de resíduos oleosos expelidos pelo corpo. Já a concentração de matéria orgânica foi elevada, principalmente nas amostras coletadas do 1º ciclo da máquina de lavar roupas e do chuveiro e lavatório. A maior parte da matéria orgânica encontrada nas águas cinzas claras são derivadas de resíduos corporais, óleos e gorduras, cabelos, sabão, etc.

Coliformes totais e coliformes termotolerantes foram encontrados em grandes concentrações, principalmente nas amostras coletadas do 1º e 2º ciclo da máquina de lavar roupas e do chuveiro e lavatório. Esses parâmetros indicam o grande potencial de disseminação de doenças de origem hídrica, se for feito uso inadequado dessas águas. As águas cinzas devem ser devidamente tratadas e desinfetadas antes de serem utilizadas para consumo não potável, evitando que ocorram riscos à saúde de seus usuários.

Qualidade das águas cinzas claras tratadas

Durante o período de monitoramento do sistema experimental de tratamento das águas cinzas claras, a temperatura ambiente oscilou entre 17 a 27 °C e não foram detectados odores desagradáveis nas amostras de águas cinzas claras tratadas. O período de monitoramento se estendeu de novembro de 2006 a abril de 2007, totalizando 180 amostras. Análises de oxigênio dissolvido foram realizadas no tanque de equalização das águas cinzas brutas e nas quatro câmaras dos discos. A média dos resultados de oxigênio dissolvido encontrada no tanque de equalização foi de 0,17 mg/L. Na primeira câmara onde entrava o efluente bruto, o resultado foi de 1,43 mg/L, na segunda, de 1,80 mg/L, na terceira, de 3,03 mg/L e na quarta, de 3,69 mg/L.

De modo geral, a maior eficiência obtida na remoção de poluentes ocorreu no reator biológico de contato. A qualidade das águas cinzas claras tratadas obtida na saída do RBC foi excelente, permitindo reúso para, por exemplo, irrigação de jardins e plantas ornamentais, e para a limpeza de calçadas e pátios. Na etapa de filtração e desinfecção não ocorreu eficiência significativa na remoção de poluentes. Porém, a desinfecção foi necessária para controlar quaisquer organismos patogênicos presentes nas águas cinzas já tratadas e para manter um residual de cloro.

Na tabela 2 estão descritos os resultados dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos obtidos no tratamento das águas cinzas claras.

Observa-se, na tabela 2, que a maior porcentagem de remoção de cor foi obtida na saída do RBC, ou seja de 91,1%. A remoção, no filtro de areia, foi de apenas 36,6%. A média dos resultados de turbidez obtidos no RBC foi de 1,7 UNT. Isso significa uma remoção de 97,5% e, após a filtração, uma média de turbidez de 1,4 UNT e remoção de 17,6%. Como não foi adicionado coagulante nas águas cinzas claras antes da filtração, não foi observada uma boa eficiência na remoção de turbidez após a cloração e a filtração das águas cinzas claras. Já a média dos resultados encontrada para sólidos suspensos totais no efluente bruto foi de 68 mg/L e, após a filtração, de 4 mg/L, significando uma redução de 94,1%. Já os sólidos dissolvidos apresentaram baixa remoção em todas as etapas do sistema experimental de tratamento das águas cinzas claras.

O parâmetro pH para as amostras de águas cinzas claras tratadas oscilaram em torno de 7,0. Com relação ao parâmetro alcalinidade, foi obtida uma

TABELA 2
Média e desvio padrão dos resultados obtidos no tratamento das águas cinzas claras

Parâmetro	Bruta	Saída do RBC	Clorada	Clorada e filtrada
Cor (uC)	124 (35)	11 (3)	7 (3)	6 (3)
Turbidez (UNT)	67,5 (22,8)	1,7 (0,7)	1,4 (0,6)	1,2 (0,5)
ST (mg/L)	517 (93)	491 (91)	488 (92)	426 (70)
SST (mg/L)	68 (17)	5 (2)	4 (2)	4 (2)
SDT (mg/L)	486 (90)	484 (92)	449 (88)	421 (70)
pH	7,4 (0,3)	6,9 (0,2)	6,8 (0,2)	6,8 (0,2)
Alcalinidade (mg/L)	132 (40)	85 (25)	85 (25)	85 (25)
Condutividade (μ S/cm)	851 (243)	770 (240)	895 (295)	842 (289)
NKT (mg/L)	17,4 (5,7)	6,4 (4,4)	2,9 (2,5)	1,6 (2,1)
NH3 (mg/L)	11,3 (5,6)	3,6 (3,4)	0,9 (1,8)	0,6 (1,3)
Óleos e graxas (mg/L)	55,3 (20,7)	24,3 (10,3)	-	-
DBO (mg/L)	150 (35)	<10	<10	<10
DQO (mg/L)	249 (98)	34 (10)	36 (12)	34 (10)
COT (mg/L)	82,5 (21,6)	12,4 (1,9)	12,4 (1,8)	12,4 (1,8)
Coliformes Totais (UFC/100mL)	1,4x10 ⁴ (4,5x10 ³)	303 (190)	< 2	< 2
Coliformes Termotolerantes (UFC/100mL)	6,3x10 ³ (5,2x10 ³)	9 (10)	< 2	< 2

remoção de 29,1% . Em termos de óleos e graxas a remoção foi de 56,1%.

As formas predominantes de nitrogênio nos esgotos domésticos são: nitrogênio orgânico (uréia, aminoácidos e outras substâncias orgânicas do grupo amino) e nitrogênio amoniacal. As águas cinzas claras também apresentam nitrogênio orgânico e amoniacal. Nas águas cinzas claras brutas a média de nitrogênio total Kjeldahl foi de 17,4 mg/L e a média de nitrogênio amoniacal foi de 11,3 mg/L. Na saída do RBC foi verificada uma redução para nitrogênio total Kjeldahl de 63,2% e de 68,1% para nitrogênio amoniacal.

Todas as análises de DBO realizadas após a saída do RBC apresentaram resultados inferiores a 10 mg/L. A remoção de matéria orgânica no sistema de tratamento adotado foi bastante significativa, atingindo remoções de DBO e DQO de 93,4% e 86,3%, respectivamente.

O carbono é um elemento químico que entra na constituição dos seres vivos e de todos os compostos orgânicos. Como o carbono, ao oxidar-se, consome o oxigênio dissolvido na água, a quantificação do

carbono orgânico total é um bom indicador da presença de matéria orgânica nos meios hídricos. Observa-se, na tabela 2, que a concentração média de carbono orgânico total nas águas cinzas claras brutas foi de 82,5 mg/L e nas águas cinzas claras tratadas foi de 12,4 mg/L, o que corresponde a uma redução de 84,9%.

A concentração de coliformes totais e coliformes termotolerantes nas águas cinzas claras é bastante elevada tornando seu uso, sem tratamento, inadequado, face ao grande risco potencial de contato humano direto. A média da concentração de coliformes totais encontrada nas águas cinzas claras brutas foi de 1,4x10⁴ UFC/100mL e, para coliformes termotolerantes, de 6,3x10³ UFC/100mL. Observa-se ainda uma redução de coliformes totais e termotolerantes bastante significativa nas amostras de águas cinzas claras coletadas na saída do RBC, de 97,8% e 99,8%, respectivamente. Nas amostras coletadas após a desinfecção, a concentração de coliformes totais e termotolerantes foi menor do que 2 UFC/100mL. Apesar da redução ter sido bastante significativa nas amostras coletadas na saída do

RBC, a desinfecção foi indispensável para a inativação de quaisquer patógenos presentes nas águas cinzas claras e principalmente, para a obtenção do residual de cloro.

A desinfecção tem caráter corretivo e preventivo porque mesmo quando a água é tratada ela pode ser contaminada ao longo do percurso até o consumo final, sendo que a desinfecção auxilia na prevenção da proliferação de limo em reservatórios. Nas águas cinzas claras tratadas foi preservado um residual de cloro, após 30 minutos de contato, de 0,8 a 1,7 mg/L.

DISCUSSÃO

O tratamento das águas cinzas se faz necessário por uma série de fatores relacionados ao grau de exigência mínima de qualidade da água para o uso não potável. Segundo o manual do SINDUSCON (2005), para usos como rega de jardim, lavagem de pisos, descargas de bacias sanitárias, lavagem de veículos, lavagem de roupas e utilização ornamental (espelhos d'água e chafarizes) é necessário que, após o tratamento das águas cinzas, as seguintes características sejam verificadas: não deve apresentar odores desagradáveis, não deve ser turva, não deve conter componentes que agredam as plantas ou que estimulem o crescimento de pragas, não deve ser abrasiva, não deve manchar superfícies, não deve apresentar risco de infecções ou contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana e não deve deteriorar os metais sanitários e máquinas.

O uso das águas cinzas deve-se restringir somente ao consumo não potável devido aos seguintes fatores:

-  risco elevado para a saúde dos usuários;
-  falta de normas técnicas adequadas para o reúso de águas cinzas;
-  falta de apoio e de fiscalização pelas instituições governamentais;
-  falta de preparo, de controle e de manutenção do processo de tratamento de água para fins potáveis, pelo usuário não especializado;
-  custo elevado do tratamento para fins potáveis, o que tornaria o sistema inviável.

Em casos onde há necessidade do reúso para fins potáveis (higiene pessoal, preparo de alimentos e consumo), as águas, além de verificar todas as características acima citadas, devem atender à Portaria nº 518 de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde.

Hespagnol (1999) relata que a presença de organismos patógenos e de compostos orgânicos sintéticos na grande maioria dos efluentes disponíveis para reúso, principalmente naqueles oriundos de estações

de tratamento de esgotos de grandes conurbações, caracteriza o reúso potável como uma alternativa associada a riscos muito elevados, tornando-o praticamente inaceitável. Além disso, os custos de sistemas de tratamento avançados que seriam necessários, levariam, na grande maioria dos casos, à inviabilidade econômico-financeira do abastecimento público, não havendo ainda, garantia de proteção adequada da saúde dos consumidores.

Alguns países têm desenvolvido diferentes alternativas para proteção da saúde pública e do meio ambiente. No entanto, o fator econômico é o que, na maioria das vezes, governa a escolha de uma estratégia, principalmente com relação aos custos de tratamento e de monitoramento de sistemas de reúso. Grande parte dos países desenvolvidos estabelece diretrizes conservativas, com baixo risco e utilizam tecnologias de alto custo. Entretanto, isso nem sempre garante um baixo risco, em virtude da falta de experiência operacional.

Em Berlim, na Alemanha, por exemplo, os padrões de qualidade microbiológica e higiênica de águas recicladas foram inicialmente utilizados tendo como base critérios dirigidos à saúde e à proteção ambiental, das diretrizes para águas recreativas. Em 1995 foram fixadas normas e critérios pelo “*Berlin Senate Department for Building and Housing*” (Senbauwohn, 1995 apud LI et al., 2003).

A USEPA (2004) relata que não existem regulamentações federais nos Estados Unidos relacionadas diretamente à prática do reúso. Entretanto, diversos estados americanos, de maneira isolada, desenvolveram regulamentações ou guias para esse fim. Alguns estados como, por exemplo, a Califórnia, desenvolveram amplos regulamentos e guias especificando requisitos de qualidade e/ou processos de tratamento, para as várias aplicações da água de reúso. A USEPA (2004) em “*Guidelines for Water Reuse*”, descreve os estágios de tratamento, exigências de qualidade da água e as ferramentas de monitoramento para sistemas de reúso não potáveis. Os parâmetros de controle de qualidade estabelecido pela USEPA (2004) para águas de reúso não potável são os seguintes: 2 UNT para turbidez, pH entre 6 e 9; 10 mg/L para DBO; cloro residual maior ou igual a 1 mg/L e coliformes termotolerantes não detectáveis.

Mujeriego et al. (1999) também estabelecem alguns parâmetros de controle da qualidade da água de reúso para uso na descarga de vasos sanitários, são eles: turbidez menor que 2 UNT, pH entre 6

e 9; DBO menor que 10 mg/L; 1 mg/L para cloro residual e coliformes termotolerantes não detectáveis.

No Brasil está em vigor a NBR 13.969/1997, que, no item 5.6.4, estabelece alguns parâmetros de controle de qualidade para reúso não potável de esgoto doméstico tratado. Os parâmetros estabelecidos na NBR 13.969/1997 estão descritos na tabela 3.

O manual do SINDUSCON (2005) estabelece os seguintes parâmetros de qualidade para reúso de águas cinzas na descarga de vasos sanitários, lavagem de pisos, fins ornamentais e lavagem de veículos (tabela 4).

De modo geral, observa-se nos limites estabelecidos nas tabelas 3 e 4 que o parâmetro pH para controle da qualidade da água de reúso oscila em torno de 6 a 9 e que o parâmetro turbidez oscila entre valores menores que 2 e menores que 5 UNT, com exceção do reúso para descargas de vasos sanitários indicado na NBR 13.969/1997, que estabelece um limite de 10 UNT. No estudo de tratabilidade das águas cinzas claras, os parâmetros pH e turbidez atendem aos limites estabelecidos pelo USEPA (2004), pela NBR 13969/1997 e pelo manual do SINDUSCON (2005).

O parâmetro cor somente é referenciado no manual do SINDUSCON (2005), onde é estabelecido

TABELA 3
Parâmetros de controle de qualidade para reúso não potável de esgoto doméstico tratado descritos na NBR 13.969/1997 item 5.6.4

Lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador incluindo chafarizes	pH	6 – 8
	Turbidez (UNT)	5
	SDT (mg/L)	< 200
	Cloro residual (mg/L)	0,5 – 1,5
	Coliformes termotolerantes NMP/100mL	< 200
Lavagens de pisos, calçadas e irrigação dos jardins, manutenção de lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes	pH	-
	Turbidez (UNT)	5
	SDT (mg/L)	-
	Cloro residual (mg/L)	0,5
	Coliformes termotolerantes NMP/100mL	< 500
Descargas de vasos sanitários	pH	-
	Turbidez (UNT)	<10
	SDT (mg/L)	-
	Cloro residual (mg/L)	-
	Coliformes termotolerantes NMP/100mL	<500

Fonte: NBR 13.969/1997

TABELA 4
Parâmetros de controle de qualidade para reúso das águas cinzas descritos no manual do SINDUSCON (2005)

Descarga de vasos sanitários, lavagem de pisos, fins ornamentais e lavagem de veículos	pH	6 - 9
	Cor (uC)	≤ 10
	Turbidez (UNT)	≤ 2
	SST (mg/L)	≤ 5
	SDT (mg/L)	≤ 500
	DBO (mg/L)	≤ 10
	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	ND

Fonte: SINDUSCON (2005)

um limite de 10 uC e para os SST, o manual descreve um limite de 5 mg/L para usos na descarga de vasos sanitários, lavagem de pisos, fins ornamentais e lavagem de veículos. A média do parâmetro cor encontrada no estudo de tratabilidade das águas cinzas claras foi de 6 uC e a média dos SST foi de 4 mg/L.

A NBR 13.969/1997 estabelece para SDT um limite inferior a 200 mg/L para usos na lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador, incluindo chafarizes. Já o manual do SINDUSCON (2005) estabelece um limite inferior a 500 mg/L para usos na descarga de vasos sanitários, lavagem de pisos, fins ornamentais e lavagem de veículos. No estudo de tratabilidade das águas cinzas claras, a média obtida para SDT foi de 421 mg/L.

Mujeriego et al. (1999) sugerem um limite para DBO menor ou igual a 10 mg/L para uso na descarga de vasos sanitários. O manual do SINDUSCOM (2005) estabelece um limite para DBO de 10 mg/L para descarga de vasos sanitários, lavagem de pisos, fins ornamentais e lavagem de veículos e a USEPA (2004) um limite igual a 10 mg/L para reúso não potável. Todas as amostras das águas cinzas claras coletadas após o tratamento apresentaram concentração de DBO menor ou igual a 10 mg/L.

A concentração de coliformes é estabelecida pela NBR 13.969/1997 com um limite de 200 NMP/100mL para lavagem de carros e outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador incluindo chafarizes e um limite de 500 NMP/100mL para lavagens de pisos, calçadas, irrigação dos jardins, manutenção de lagos e canais para fins paisagísticos e descarga de vasos sanitários. Já o manual do SINDUSCON (2005) estabelece que não deverão ser detectados coliformes termotolerantes nas águas cinzas utilizadas para a descarga de vasos sanitários, para a lavagem de pisos, para fins ornamentais e para a lavagem de veículos. A concentração de coliformes termotolerantes encontrada nas amostras de águas cinzas claras tratadas foi inferior a 2 NMP/100mL.

Em Mujeriego et al. (1999), o residual de cloro sugerido para águas de reúso não potável é de 1 mg/L. De acordo com a USEPA (2004), o residual de cloro estabelecido é maior ou igual a 1 mg/L e pela NBR 13.969/1997, o residual de cloro oscila entre 0,5 e 1,5 mg/L. Nas amostras das águas cinzas claras tratadas foi mantido um residual de cloro entre 0,8 e 1,7 mg/L.

Observa-se que os resultados obtidos na pesquisa de tratabilidade das águas cinzas claras atendem os limites estabelecidos pelas referências internacionais e nacionais. Verifica-se ainda que as águas cinzas claras tratadas no sistema experimental podem ser utilizadas para reúso não potável como na descarga de vasos sanitários, na lavagem de carros, na lavagens de pisos e calçadas, na irrigação de jardins, na manutenção de lagos e canais para fins paisagísticos.

Apesar dos resultados de qualidade obtidos no estudo terem sido satisfatórios, cada sistema de reúso deverá ser monitorado para controle da qualidade do efluente tratado, pois a qualidade das águas cinzas brutas podem variar dependendo de diferentes fatores e poderá refletir na qualidade do efluente final.

CONCLUSÕES

Um tratamento adequado é necessário para o reúso das águas cinzas, adequando-as aos padrões de qualidade compatíveis aos usos para os quais se destinam, visando a diminuição dos riscos à saúde pública e a maior aceitabilidade por parte de usuários. Cuidados como evitar conexões cruzadas, usos inadequados da água, monitoramento contínuo da qualidade da água utilizada, manutenção adequada, risco de contaminação em operadores e usuários, identificação e avisos visíveis constando alertas de “água não potável” deverão ser implementados em sistemas de reúso das águas cinzas.

Em cada sistema de reúso das águas cinzas projetado deve-se considerar o comportamento do usuário, sendo que o volume e a concentração de contaminantes pode variar muito dependendo da tipologia da edificação.

Na caracterização das águas cinzas claras realizadas nesta pesquisa, pode-se constatar que as águas provenientes do primeiro ciclo da máquina de lavar roupas e do chuveiro e lavatório apresentam concentrações elevadas de matéria orgânica, coliformes totais e coliformes termotolerantes.

De modo geral, as maiores concentrações de poluentes encontrados nas águas cinzas claras ocorreram no 1º ciclo da máquina de lavar roupas, no chuveiro e no lavatório. Na mistura dessas águas com as provenientes do 2º e do 3º ciclo da máquina de lavar roupas ocorreu uma diluição, porém, os resultados da caracterização mostraram a necessidade de tratamento adequado antes do seu uso final, mesmo para os usos não potáveis relacionados.

No sistema experimental de tratamento pode-se verificar que a maior eficiência na remoção de poluentes foi obtida no RBC. Nas amostras das águas cinzas claras coletadas na saída do RBC pode-se constatar uma redução na cor de 91,1%, na turbidez de 97,5%, nos óleos e graxas de 56,1%, no fósforo de 23,6% e no nitrogênio total Kjeldahl de 63,2%. Já nas análises de DBO, todas as amostras coletadas na saída do RBC apresentaram concentrações menores que 10mg/L e DQO média de 34mg/L.

O sistema de filtração utilizado para o tratamento das águas cinzas claras não apresentou, neste caso, grande eficiência. Por outro lado, a

desinfecção das águas cinzas claras foi de extrema importância para a inativação de quaisquer patógenos presentes e, principalmente, para a obtenção de residual de cloro.

A qualidade das águas cinzas claras tratadas obtidas no sistema experimental de tratamento utilizado, atendeu aos padrões mínimos de qualidade exigidos para usos na descarga de vasos sanitários, lavagem de pisos e calçadas, na irrigação de jardins, na manutenção de lagos e canais para fins paisagísticos.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1997. NBR 13969: *tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação*. Rio de Janeiro, p. 21 – 23.
- CALIFORNIA GRAYWATER STANDARDS. 1994. *Graywater systems for single family dwellings*. Código Administrativo da Califórnia. Título 24. Parte 5.
- HENZE, M.; LEDIN, 2001. A. *Types, characteristics and quantities of classic, combined domestic wastewaters*. New York: IWA Published.
- HESPAÑHOL, I., 1999. *Água e saneamento básico – uma visão realista*. In: *Água doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. Coordenação de Aldo Rebouças, Benedito Braga e José Galizia Tundisi. Editora Escrituras.
- HESPAÑHOL, I., 1997. *Reúso integrado à gestão de recursos hídricos bases para planejamento*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. Vitória.
- LI, Z.; GULYAS, H.; BEHRENDT, J.; GAJUREL, D. e OTTERPOHL, R., 2003. *High quality greywater recycling with biological treatment and 2-step membrane filtration*. 2nd international symposium on ecological sanitation.
- METCALF & EDDY., 2003. *Wastewater Engineering – Treatment and Reuse*. 4 ed. New York: McGraw Hill.
- MUJERIEGO, R. et al., 1999. *The role of advanced treatment in wastewater reclamation and reuse*. Water Science Technology. v.40, n. 4-5, p. 1-9.
- PALMIER, L. R. 2001. *A necessidade das bacias experimentais para a avaliação da eficiência de técnicas alternativas de captação de água na região semi-árida do Brasil*. In: 3º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO SEMI-ÁRIDO. Paraíba, 2001. Anais. Paraíba: ABRH, p.8. 1 CD – ROM.
- PETRY, B.; BOERIU, P., 2000. *Environmental Impact Assessment. Water Quality Management Strategies for Sustainable Use of Water Resources*. International Institute for Infrastructure, Hydraulic and Environmental Engineering.
- PHILIPPI, J. A., 2003. *Introdução ao reúso de águas*. In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. Reúso de águas. São Paulo: Manole, p. 6.
- SINDUSCON, 2005. *Conservação e reúso de água em edificações*. São Paulo. Prol Editora Gráfica.
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA, 2004. *Manual: Guidelines for water reuse*, Washington. DC: (EPA/625/R-04/108).

SIMONE MAY Engenheira Civil pela Universidade do Sul de Santa Catarina; Mestre em Sistemas Prediais pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo; Doutoranda em Engenharia Hidráulica e Sanitária pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. E-mail: simone.may@poli.usp.br

IVANILDO HESPAÑHOL Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos da USP; Engenheiro Sanitarista pela Faculdade de Saúde Pública da USP; Mestre em Engenharia Sanitária pela Universidade da Califórnia, Berkeley; Ph.D em Engenharia pela Universidade da Califórnia, Berkeley; Doutor em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo; Livre Docente pela Universidade de São Paulo; Professor Titular da Universidade de São Paulo.

Análise crítica da calibração do modelo de qualidade de água QUAL2E – estudo de caso da bacia do Alto Iguaçu

Heloise Garcia Knapik, Marianne Schaefer França,
Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes,
Letícia Santos Masini, Maria Cristina Frisch Carvalho Marin,
Monica Ferreira do Amaral Porto

RESUMO: A utilização de ferramentas computacionais para a implementação dos instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos representa um importante desafio conceitual, dada a necessidade de uma representação consistente da realidade física, química e biológica, através da calibração de um modelo matemático. Evidentemente, a etapa de calibração não é simples, pois depende de uma combinação de dados hidráulicos, hidrológicos e de qualidade da água. Por estas atividades demandarem tempo e uma certa estrutura de apoio de campo e laboratorial, é muito pouco representativa a descrição destas etapas em artigos na literatura, em especial no que concerne às etapas de implementação dos instrumentos de gestão de Recursos Hídricos. Neste artigo, apresenta-se uma análise crítica sobre a calibração do modelo QUAL2E, destacando como critérios distintos podem produzir resultados absolutamente diferentes para a reprodução da realidade física, química e biológica, utilizando como estudo de caso o Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba.

PALAVRAS-CHAVE: QUAL2E, calibração, qualidade de água.

ABSTRACT: The Water Resources Management instruments as defined by the Brazilian Federal Law requires an overall conceptual assessment towards a better water quality representation of a river system. The calibration requires a better attempt to represent the physical, chemical and biological nature of a water body, just to assure a consistent representation for future water quality forecast. This is not an obvious activity. It relies on a better combination of field data (hydrology, hydraulics and water quality). Considering that these activities are time consuming and requiring structure for field and laboratorial activities, is not common a consistent representation and explanation of these activities in the literature. This paper presents a critical analysis of the calibration experience at the Iguaçu River in the metropolitan area of Curitiba, highlighting those distinct criteria that significantly can induce to different results.

KEYWORDS: QUAL2E, fitting, water quality.

INTRODUÇÃO

A modelagem matemática da qualidade da água em rios, reservatórios e lagos deve ser entendida como uma importante ferramenta de apoio ao processo de tomada de decisões em especial quando da implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos. A perspectiva de se poder prever o impacto de medidas de controle ainda é uma motivação para muitos pesquisadores. Neste âmbito, os critérios para o estabelecimento de estratégias de enquadramento da Bacia do Alto Iguaçu, na Região Metropolitana de Curitiba, através do conceito de metas progressivas (Porto et al., 2007), pretende estabelecer elementos para uma análise mais minuciosa de metas de despoluição hídrica a serem alcançadas, a partir de medidas a serem implementadas

em bacias críticas como a do Alto Iguaçu. Um dos aspectos relevantes da pesquisa não é apenas o enfoque em termos de melhoria de qualidade ambiental, mas também, suas implicações em termos econômicos e financeiros. Evidentemente, um modelo matemático de qualidade da água é a ferramenta metodológica básica. Por conseguinte, a calibração do modelo é vital para as simulações a serem realizadas.

Contudo, modelar um ambiente natural, respeitando todos os processos físicos, químicos e biológicos existentes, não é uma tarefa trivial. Da realidade à representação numérica, muitas simplificações são necessárias em vista da limitação do conhecimento e da dificuldade em adequar os mecanismos. Neste contexto, conhecendo-se as formas de interação existentes

entre os processos que ocorrem na bacia, os processos físico-químicos que ocorrem nos rios e a modelagem de determinados parâmetros de qualidade de água, pode-se estimar a capacidade de autodepuração desses rios em função do uso a que eles se destinam.

O objetivo principal deste artigo é de proporcionar uma reflexão crítica sobre a calibração de um modelo de qualidade da água (QUAL2E), para as variáveis demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e oxigênio dissolvido (OD). A motivação para a descrição desta experiência reside no fato de que pouca atenção tem sido dada ao tema na literatura e, mais preocupante, com as muitas ações previstas e pretendidas para a implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos no Brasil.

O MODELO DE QUALIDADE DE ÁGUA QUAL2E

O modelo QUAL2E é um modelo unidimensional de estado permanente, baseado na solução de equações diferenciais finitas de advecção-dispersão, aplicável a rios dendríticos e de boa mistura, desenvolvido e aperfeiçoado pela USEPA (Brown e Barnwell, 1987), sendo capaz de simular 15 constituintes, com o cálculo de ciclos detalhados de OD, DBO e nutrientes, suportando entradas de descargas por fontes pontuais e difusas. Possui uma interface gráfica que permite ao usuário entrar com diferentes valores aos parâmetros envolvidos no balanço de massa dos constituintes, bem como dados climatológicos, geográficos, fatores de correção de temperatura, entre outros.

Na Bacia do Alto Iguaçu, autores como Bizzoni (2000), Bäumlé (2005) e Knapik (2006) utilizaram o modelo QUAL2E na simulação de OD e DBO. Em estudos de abrangência nacional, Bárbara (2006) utilizou o modelo para avaliação da qualidade da água e da capacidade de autodepuração do rio Araguari, na região amazônica; Oppa (2007) simulou OD, DBO, coliformes termotolerantes, nitrito, nitrato e fósforo dissolvido no modelo QUAL2E para análise de alternativas de enquadramento do Rio Vacacaí Mirim, RS. No entanto, cabe destacar que, o foco das pesquisas não evidenciou as questões de calibração com uma base de dados mais consistentes.

No presente trabalho, optou-se por simular a concentração de dois constituintes, OD e DBO, com um maior detalhe para o esforço de calibração do modelo

de qualidade da água. A escolha destes constituintes baseou-se na existência de dados já coletados dessas duas variáveis na bacia em estudo e na possibilidade de medição destes durante os meses de execução do projeto em questão (Projeto Bacias Críticas, Porto et al., 2007). A simulação do OD e da DBO também permite uma boa representação da situação em que se encontram os corpos hídricos e são referenciadas na Resolução 357/05 do CONAMA.

No que concerne à escolha do modelo matemático adotado nesta pesquisa, o principal argumento se deve ao fato do órgão gestor de recursos hídricos do Estado do Paraná (SUDERHSA) ter optado por utilizá-lo como parte de suas atribuições institucionais para a implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos.

Características do modelo QUAL2E

O modelo QUAL2E permite a incorporação de descargas pontuais, tributários, captações, incrementos de vazão e poluentes relacionados às fontes difusas. Hidraulicamente, limita-se à simulação de períodos de tempo em que tanto a vazão ao longo do curso principal, quanto às entradas e retiradas sejam essencialmente constantes.

A discretização espacial de uma bacia, por exemplo, é realizada com a segmentação do rio em trechos, ou tramos, sendo estes subdivididos em elementos computacionais. Os tramos podem ter tamanhos (quilometragem) variados, de acordo com as características da bacia. O critério para a divisão dos tramos é feito agrupando-se trechos com características hidráulicas semelhantes.

Cada tramo pode ser segmentado de 1 a até 20 elementos computacionais, todos com a mesma extensão. Os elementos computacionais funcionam como volumes de controle, e são nesses volumes que o balanço de massa, tanto para a vazão, como para a concentração dos constituintes, é equacionado.

A modelagem é realizada com base em dois componentes básicos: equações para representar o escoamento, e equações de transporte de massa, que retratam a variação da concentração da variável de qualidade de água. O balanço de massa que o modelo utiliza para calcular as concentrações das variáveis de qualidade de água simuladas é apresentado na Equação 1:

$$\underbrace{V \frac{\partial c}{\partial t}}_{\text{Acumulação}} = \underbrace{\frac{\partial \left(A_x D_L \frac{\partial c}{\partial x} \right)}{\partial x}}_{\text{Dispersão}} dx - \underbrace{\frac{\partial (A_x \bar{U} c)}{\partial x}}_{\text{Advecção}} dx + \underbrace{V \frac{dc}{dt}}_{\text{Cinética}} \pm \underbrace{F_e}_{\text{Fontes externas}} \quad (1)$$

em que V refere-se ao volume; C é a concentração da variável; A_x é a área da seção transversal de cada elemento computacional; D_L é o coeficiente de dispersão longitudinal; U é a velocidade média do escoamento; F_e refere-se às fontes externas (entradas ou retiradas).

O modelo utiliza dois mecanismos para a parte de transporte dos poluentes: advecção e dispersão. A equação de transporte unidimensional é resolvida com todos os seus termos por um esquema implícito de diferenças finitas. Esta solução utiliza condições de contorno constante, praticamente desprezando as variações temporais das concentrações. A equação de transporte é utilizada para cada variável simulada, de acordo com os termos internos e externos que interagem na mesma, em função da contribuição lateral, retirada de fluxo e reações químicas internas do modelo (Brown e Barnwell, 1987).

Modelagem da concentração de Oxigênio Dissolvido

A variação na concentração de oxigênio dissolvido na água ocorre em função de diversas variáveis, sendo as principais: características dos resíduos líquidos lançados, associada à fração da matéria orgânica biodegradável; características do corpo d'água, associada ao processo de mistura do poluente; e à produção de oxigênio, através da atividade fotossintética e reeração atmosférica. De acordo com Chapra (1997), diferentes constituintes interferem no balanço do oxigênio dissolvido, como a matéria orgânica, o nitrogênio e o fósforo. As inter-relações entre estes constituintes e o balanço do oxigênio dissolvido são mostradas na Figura 1, segundo esquema apresentado por Brown e Barnwell (1987).

Na Figura 1, os parâmetros F , K , α , β , σ , ρ e μ representam as taxas nas quais ocorrem as reações

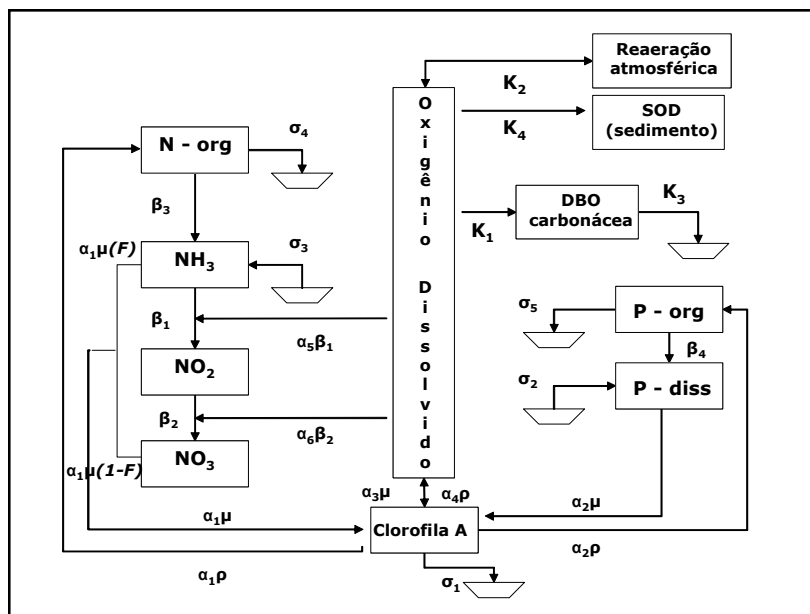


FIGURA 1. Esquema das inter-relações entre o ciclo do nitrogênio, fósforo, clorofila-a e matéria orgânica na concentração de oxigênio dissolvido. **FONTE:** Adaptado de Brown e Barnwell (1987).

de estabilização e sedimentação da matéria orgânica, conversão do nitrogênio de sua forma orgânica para as formas inorgânicas (amoniaco, nitrito e nitrato), decaimento do fósforo, reaeração atmosférica e respiração/ fotossíntese de algas. Estes parâmetros são referentes à calibração dos diferentes processos, e precisam ser ajustados às condições físicas, químicas e biológicas do rio em estudo.

Conforme apresentado, ao ser simulado o balanço completo para o oxigênio dissolvido, a equação utilizada no modelo QUAL2E é:

$$\frac{dO}{dt} = K_2 (O_s - O) - K_1 [DBO_R] -$$

$$- \frac{K_4}{H} - \alpha_5 \beta_1 N_1 - \alpha_6 \beta_2 N_2 + (\alpha_3 \mu - \alpha_4 \rho) A$$

em que: N_1 representa a concentração de nitrogênio amoniacal (mg/l); N_2 representa a concentração de nitrito (mg/l); A é a concentração de biomassa algal (representado por clorofila A – mg/l); α_3 é a taxa de produção de oxigênio por unidade de algas (mg O_2 /mg A); α_4 é a taxa de consumo de oxigênio por unidade de algas (mg O_2 /mg A); α_5 é a taxa de consumo de oxigênio por oxidação do nitrogênio amoniacal (mg O_2 /mg A); α_6 é a taxa de consumo de O_2 por oxidação de nitrito (mg O_2 /mg N_2); β_1 é o parâmetro de oxidação da amônia (d^{-1}); β_2 é o parâmetro de oxidação do nitrito (d^{-1}); μ é a taxa de crescimento de algas (d^{-1}); ρ é a taxa de respiração algal (d^{-1}).

Na simulação da concentração de OD e DBO, ou seja, apenas a contribuição dos processos de reaeração, desoxigenação e sedimentação da matéria orgânica e demanda de oxigênio pelo sedimento, sem as variações das frações nitrogenadas, da concentração de fósforo e da interferência de algas, apenas os três primeiros termos do lado direito da Equação 2 são considerados.

No processo de reaeração, fatores como as características hidráulicas do canal, como profundidade e declividade, que interferem no escoamento, a presença de surfactantes, partículas suspensas, ação do vento e a temperatura da água podem interferir na troca de oxigênio na interface ar-água (Bowie et al., 1985). O processo de reaeração é modelado como o produto de um coeficiente de transferência de massa pela diferença entre a concentração de saturação de oxigênio e a concentração observada de oxigênio.

A combinação entre o coeficiente de transferência de massa e a profundidade é chamada de taxa de reaeração, K_2 .

A cinética da desoxigenação, em rios, envolve duas considerações importantes: a DBO remanescente (concentração de matéria orgânica remanescente na massa líquida em um dado instante) e a DBO exercida (oxigênio consumido para estabilizar a matéria orgânica até esse instante). No instante inicial, a matéria orgânica se apresenta em sua concentração total, enquanto que o oxigênio consumido é nulo. Com o passar do tempo, a matéria orgânica remanescente vai se reduzindo, implicando no aumento do consumo acumulado de oxigênio. Depois de vários dias, a DBO remanescente será igual a zero, pois a matéria orgânica vai se estabilizar, e o consumo de oxigênio estará praticamente todo exercido (Von Sperling, 2006). Esse processo é modelado por uma reação de primeira ordem, no qual a DBO remanescente pode ser expressa de acordo com a Equação 3.

$$\frac{d[DBO_R]}{dt} = -K_1 [DBO_R] - K_3 [DBO_R] \quad (3)$$

em que: $[DBO_R]$ é a concentração de DBO remanescente (mg/L); K_1 é o parâmetro de desoxigenação (d^{-1}); K_3 é o parâmetro de sedimentação (d^{-1}); t é o tempo (d).

Segundo Von Sperling (2006), o parâmetro K_1 depende das características da matéria orgânica, além da temperatura e da presença de substâncias inibidoras. Efluentes tratados, por exemplo, possuem uma taxa de degradação mais lenta, visto que a maior parte da matéria orgânica mais facilmente assimilável já ter sido removida, restando apenas a parcela mais difícil de ser estabilizada. Pode ser determinado através de métodos matemáticos e estatísticos quando há dados de concentração de DBO consecutivos por no mínimo 5 dias.

Já o parâmetro K_3 está relacionado à retirada da matéria orgânica da coluna d'água através de processos de sedimentação. De acordo com Chapra (1997), os efeitos da sedimentação podem ser particularmente significativos para lançamentos de esgotos *in natura* em corpos hídricos rasos, ou seja, com profundidades menores que 1 m. Nesses sistemas, há uma maior perda de matéria orgânica por sedimentação, visto que o perfil vertical da coluna d'água favorece a sedimentação das partículas. No entanto, a dinâmica da sedimentação se torna mais complexa, e significativa, ao ser considerado os processos advecti-

vos. Nas regiões mais rasas, há uma maior facilidade, ou rapidez, da sedimentação ocorrer, mas ao mesmo tempo o regime de escoamento, que se torna mais turbulento em regiões rasas, faz com que haja um processo de mistura e/ou carreamento do material particulado (Bowie et al., 1985). Numericamente, a taxa de sedimentação (K_3) pode ser derivada da velocidade de sedimentação da partícula (função das características físicas da partícula) e da profundidade média da coluna d'água.

Outro processo que pode representar uma grande fração do consumo de oxigênio em águas superficiais é a demanda de oxigênio por sedimentos e organismos bentônicos (Bowie et al., 1985). Os depósitos bentônicos nos sistemas aquáticos são resultado do transporte e deposição de material orgânico, que tanto pode ser originário de fontes externas ao sistema, como efluentes de esgotos domésticos, como também de fontes internas, a exemplo do que ocorre com o crescimento de plantas aquáticas. Ainda segundo Bowie et al. (1985), e de acordo com Bowman e Delfino (1980), os seguintes fatores afetam a demanda de oxigênio pelo sedimento: temperatura, concentração de oxigênio na interface sedimento-água (oxigênio disponível), disposição da comunidade biológica, profundidade da camada de sedimento, características orgânicas e físicas do sedimento e velocidade de escoamento acima do sedimento, entre outros fatores decorrentes dos diferentes processos que ocorrem no sistema aquático. A modelagem da demanda de oxigênio pelo sedimento se torna complicada, uma vez que os diferentes fatores citados anteriormente não ocorrem isoladamente, mas sim em conjunto, ou combinados, podendo tornar o sistema ainda mais complexo. No modelo QUAL2E, a demanda de oxigênio pelo sedimento é representada pelo parâmetro K_4 , expresso em $\text{gO}_2/\text{m}^2.\text{d}$, e, juntamente com os demais parâmetros citados, faz parte do balanço de massa para o oxigênio dissolvido.

ASPECTOS GERAIS DE CALIBRAÇÃO: UM OLHAR PARA A REVISÃO DA LITERATURA

A calibração do modelo consiste na definição de parâmetros de aspectos hidrológicos, hidráulicos e de qualidade da água que reproduzem cenário de informações obtidas no campo. Consiste em variar parâmetros do modelo para obter um resultado ótimo entre os cálculos do modelo e os cenários de dados de campo. Os dados de calibração são estabelecidos visando a maior semelhança possível entre a realidade

e as simulações para a condição de projeto estudada. Apesar da importância notória do processo de calibração de modelos, boa parte de estudos similares ao presente não apresenta a metodologia de forma clara, em geral, havendo falta de dados de campo para estabelecer a relação entre os resultados do modelo e os dados medidos em campo. Além disso, a calibração é feita visando acertos com os dados de laboratório, produzindo alterações artificiais de constantes que representam as realidades físicas, químicas e biológicas. A metodologia de calibração pressupõe tempo e requer investimentos, que muitas vezes é mais alto que o capital disponível. Desta maneira, é muito comum, não investir muito na calibração e no treinamento de pessoas para realização de tais tarefas visando minimizar os gastos nesta fase do projeto.

Com relação ao modelo utilizado, QUAL2E, autores como Lima (2001), Palmiere (2003), McAvoy et al. (2003), Bäumle (2005), Rodrigues (2005) e Kondageski (2008) propuseram diferentes metodologias para a calibração dos parâmetros referentes à simulação de OD e DBO.

Lima (2001), em estudo da qualidade da água na bacia do Rio Cuiabá, simulou OD, DBO e coliformes fecais, com as características hidráulicas do rio estabelecidas a partir dos parâmetros a , b , α e β obtidos através dos dados de medições de descargas das estações fluviométricas ao longo do trecho simulado. Palmieri (2003) calibrou o modelo QUAL2E para o Rio Corumbataí, SP, em que estimou os parâmetros a , b , α e β pela velocidade, profundidade e vazão, com simulação de OD e DBO. Esse autor fez 16 tentativas de combinação dos parâmetros K_1 , K_2 , K_3 e K_4 até a definição da curva mais compatível com os dados observados.

McAvoy et al. (2003), determinaram experimentalmente as taxas de decaimento de DBO (K_1), e as taxas de hidrólise do nitrogênio orgânico (β_2), amônia (β_1) e nitrito (β_2), através de ensaios de DQO, nitrogênio orgânico, amônia e nitrito para intervalos de 30 minutos em amostra representativa do rio Balatuin, Filipinas. A demanda de oxigênio foi determinada *in situ*, através de sonda específica. Para a simulação da concentração de nitrato, os autores utilizaram o valor máximo admitido pelo modelo para o parâmetro β_2 , visto a limitação do modelo face aos intervalos de dados de entrada para os parâmetros envolvidos na modelagem.

Bäumle (2005), em estudo na Bacia do Alto Iguaçu, analisou os erros de calibração de modelos de qualidade de água, com simulação no modelo

QUAL2E, para avaliação de benefícios econômicos da despoluição hídrica. Nesse estudo, a autora comparou valores de calibração para o coeficiente K_1 , utilizado no desenvolvimento do Plano de Despoluição Hídrica da Bacia do Alto Iguaçu (SUDERHSA, 2000), com dados de literatura. Em estudo desenvolvido na Bacia do Rio Jundiá, Rodrigues (2005), calibrou os parâmetros K_1 , K_2 e K_3 com utilização de estruturas do tipo *Box plots* com dados de monitoramento de OD e DBO. Mais recentemente, Kondageski (2008) aprofundou estas questões desenvolvendo rotinas computacionais para calibração de modelo de qualidade da água utilizando a técnica de algoritmos genéticos, com resultados bastante promissores.

Todos estes artigos partem do pressuposto que é possível estabelecer a calibração de um modelo de qualidade da água baseada em uma hiper-simplificação da realidade física, química e biológica. A razão defendida por todos os autores se refere à limitação da base de dados. Neste artigo se oferece uma alternativa a este fato exemplificando as complexidades de um caso real, como o do rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para a realização desta pesquisa esforço foi dispensado para não só entender os diferentes aspectos de gestão territorial de uma bacia crítica como a do Alto Iguaçu, mas também a de consolidar um banco de dados consistente e que permita a utilização de modelos matemáticos de qualidade da água com o firme propósito de investigar a viabilidade da implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos para a bacia em questão, com ênfase especial para a implementação e calibração do modelo QUAL2E.

Parte significativa e substancial deste esforço de consolidar este banco de dados está compilada em Porto et al. (2007). A abordagem aqui sintetiza os principais aspectos conceituais relativos à metodologia utilizada.

A Bacia do Alto Iguaçu

O estudo de caso desenvolveu-se a partir da dinâmica da realidade de uso e ocupação do solo na bacia do Alto Iguaçu, na Região Metropolitana de Curitiba. A bacia do Alto Iguaçu tem suas nascentes junto a Serra do Mar, cujo rio principal estende-se por aproximadamente 90 km até o limite da Região Metropolitana de Curitiba, com uma área de drena-

gem de cerca de 2.800 km², conforme apresentado na Figura 2. Na presente pesquisa, 26 sub-bacias foram utilizadas para a caracterização da Bacia do Alto Iguaçu. Os tributários principais das respectivas bacias são: Atuba, Belém, Cambuí, Cotia, Despique, Divisa, Faxinal, Iraí, Iraizinho, Isabel Alves, Itaquí, Mascate, Maurício, Miringuava, Miringuava Mirim, Padilha, Palmital, Passaúna, Pequeno, Pianduva, Piraquara, Ressaca, Rio das Onças e Verde.

A população pertencente à bacia é de aproximadamente 3 milhões de habitantes distribuídos em 14 municípios. A bacia em estudo concentra cerca de 25% da população total e 30% da população urbana do estado, com baixos índices de atendimento e tratamento de esgoto. Por ser uma região altamente urbanizada, vem passando por um processo de ocupação irregular de várzeas e áreas de mananciais, em especial na margem direita do Rio Iguaçu. Como consequência deste processo, têm sido constatados problemas acerca dos sistemas de abastecimento de água, do tratamento de esgotos sanitários e dos sistemas de drenagem urbana, os quais não acompanham o crescimento das cidades, afetando negativamente o meio ambiente e a qualidade de vida das pessoas.

Implementação e calibração do modelo QUAL2E para o rio Iguaçu

Para a entrada de dados no modelo, foram utilizadas matrizes de fontes de poluição (Cavichiolo et al., 2005), baseadas no Plano de Despoluição Hídrica da Bacia do Alto Iguaçu (SUDERHSA, 2000), atualizadas e adequadas às simplificações estruturais existentes do modelo QUAL2E pelo Projeto Bacias Críticas (Porto et al., 2007). As matrizes de fontes de poluição elaboradas para esse estudo caracterizam-se por estarem divididas em quatro grandes grupos de dados. O primeiro corresponde aos dados característicos da bacia em análise, o segundo corresponde às vazões, o terceiro às cargas e o quarto aos dados de entrada no modelo de qualidade de água.

A matriz foi construída dividindo-se cada bacia analisada em tramos, correspondentes às áreas de contribuição existentes em cada sub-bacia. Esse procedimento foi realizado para cada uma das 26 sub-bacias consideradas e para as áreas de drenagem relativas à bacia do rio Iguaçu. Para cada rio foi elaborado um diagrama topológico contendo extensão, divisão por tramos, pontos de captação e efluentes industriais e afluentes, conforme apresentado para o rio Iguaçu na Figura 3, (Porto et al., 2007).

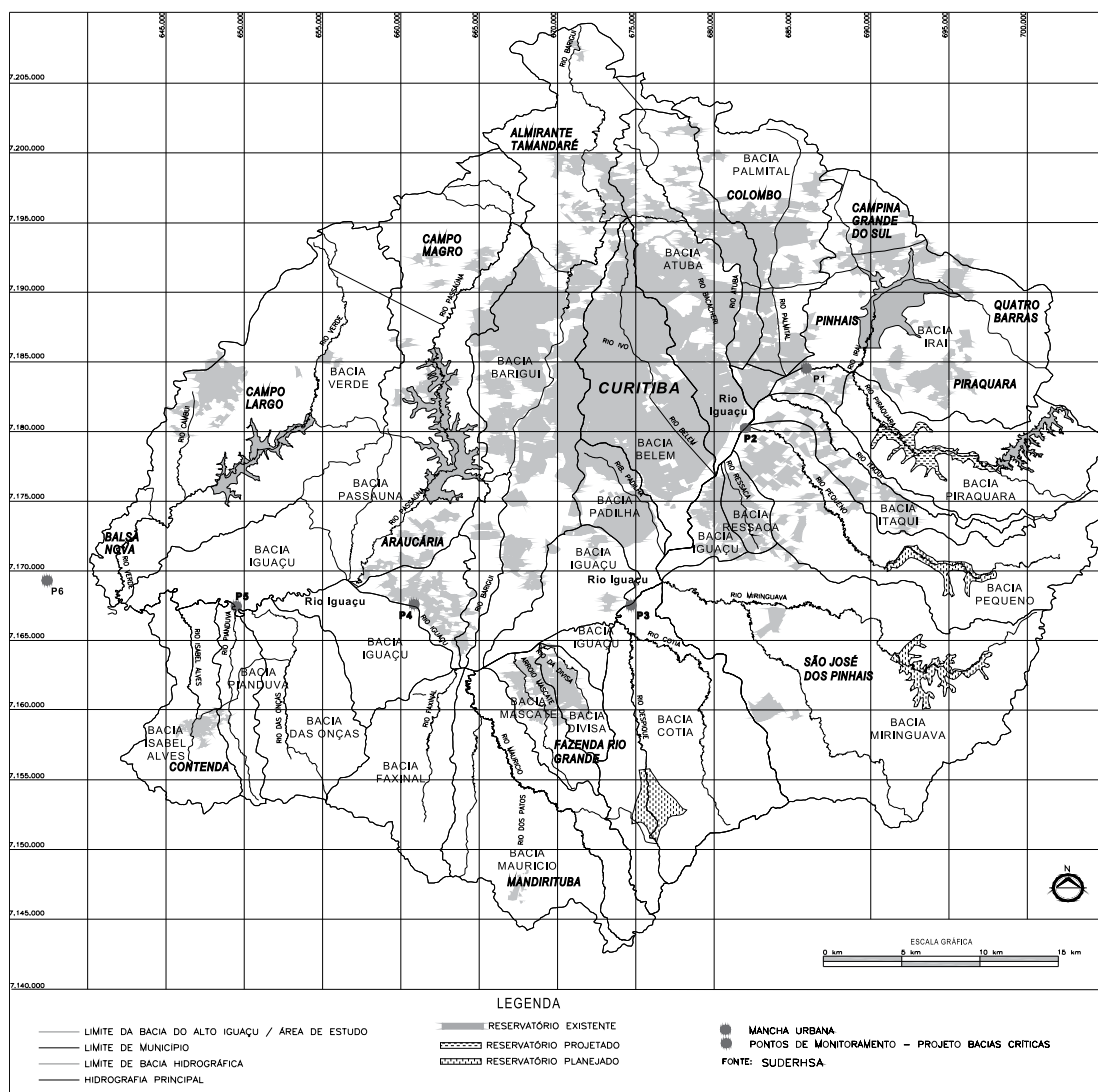


FIGURA 2. Mapa da Bacia do Alto Iguaçu, com as principais sub-bacias. Fonte: Adaptado de Porto et al. (2007)

As considerações com relação às cargas foram feitas através da divisão destas em domésticas, industriais e difusas, cada qual identificando sua origem, vazão do efluente, carga de DBO, entre outros usos. Para simulação da carga difusa, presente como dados de entrada do modelo QUAL2E, foram utilizados como base a área de drenagem de cada sub-bacia, segundo coeficientes sugeridos em literatura quanto ao uso de solo da respectiva área (Porto et al. 2007). A carga pontual foi estimada tanto para captações e efluentes

industriais e para efluentes provenientes de esgoto doméstico. No caso do esgoto doméstico, foi utilizada a metodologia apresentada por Von Sperling (2006), sendo linearmente distribuído ao longo de cada tramo com presença de população sem coleta e tratamento de esgoto. Foram realizadas simulações para os 26 afluentes principais, sendo estes posteriormente lançados como fontes pontuais na simulação do rio Iguaçu, com os respectivos valores finais de (referentes ao último quilômetro) de vazão, concentração de DBO e OD.

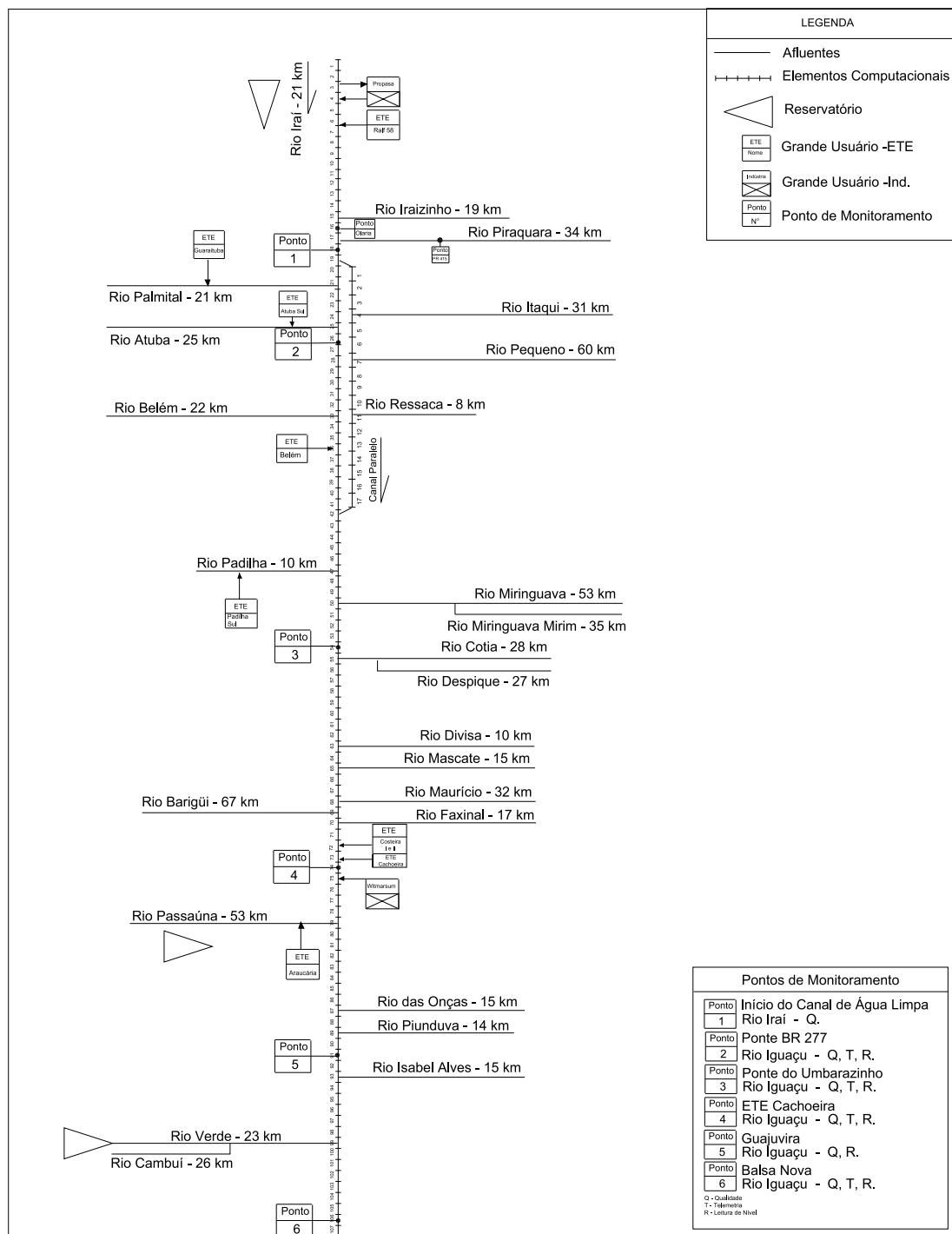


FIGURA 3. Diagrama Topológico da Bacia do Alto Iguaçu, com localização dos principais afluentes e dos pontos de monitoramento

Isto posto, convém destacar que a metodologia deste projeto é a de agrupar os dados de campo em valores de máximo, mínimo, mediana, 1º e 3º quartil, organizando-os em *Box plots*, fazendo com que a curva simulada resultante da aplicação do modelo QUAL2E esteja, no mínimo, entre o 1º e 3º quartil para o ponto de monitoramento analisado. O uso de estruturas tipo *Box plots* dá uma idéia da posição, dispersão, assimetria, caudas e existência de dados discrepantes.

A utilização dos *Box plots* foi realizada para as variáveis vazão, OD e DBO, com comparação aos respectivos valores simulados para o trecho de 110 km dos rios Iraí e Iguaçu. Para a calibração do modelo, a exemplo do que foi realizado por Rodrigues (2005), foram realizadas tentativas de ajuste das curvas simuladas de vazão, concentração de OD e DBO num intervalo de 25 a 75 % de permanência dos respectivos dados coletados em campo, com valor ótimo próximo à mediana. As campanhas de campo tiveram início em maio de 2005, realizadas aproximadamente a cada 15 dias, com coleta de amostras de água em 6 pontos de monitoramento, 5 deles localizados no trecho de 86 km do rio Iguaçu, e um a montante da nascente, no rio Iraí, conforme apresentado na Figura 3. Nas campanhas, além da determinação da vazão (leitura de régua e telemetria) e das concentrações de OD e DBO, também foram determinados uma série de variáveis de qualidade de água, como DQO, série de sólidos, nitrogênio amoniacal, nitrogênio orgânico, nitrato, fósforo, TOC, turbidez, pH, temperatura, condutividade e profundidade Secchi (transparência), seguindo procedimentos analíticos descritos em APHA (1998) e realizados no laboratório de Engenharia Ambiental Francisco Borsari Netto da UFPR.

Primeiramente foi calibrada a vazão simulada, visto ser esta diretamente relacionada com a resposta das concentrações de OD e DBO. Das vazões obtidas em campo, foi ajustado, para cada ponto de monitoramento, um coeficiente médio entre as vazões simuladas para um cenário de vazão de 95% de permanência (Q_{95}), e as vazões observadas em campo, agrupando-se estas em valores máximos, mínimos, 1º, 2º e 3º quartis. A média desses coeficientes foram utilizados na correção das vazões incrementais do modelo, respectivamente a cada ponto de monitoramento e à sua área de influência (ponto médio entre o trecho de dois pontos de monitoramento consecutivos, respeitando a quilometragem entre ambos, bem como nos afluentes pertencentes aos trechos).

A variável DBO depende dos parâmetros de desoxigenação carbonácea K_1 , e de sedimentação da matéria orgânica, K_3 . Nas simulações, em uma primeira etapa, foram adotados valores entre 0,1 e 0,45 d^{-1} para K_1 , citados na literatura por Von Sperling (2006). Para a calibração do parâmetro K_3 , foram utilizados os dados de profundidade do canal para o trecho em estudo e valores de velocidade de sedimentação da matéria orgânica. Esses valores foram testados em diferentes combinações, até ser encontrada uma curva que melhor se ajustasse ao intervalo admissível proveniente dos dados de campo.

Com relação à variável OD, influenciada pelo coeficiente de reaeração K_2 e pelo parâmetro K_4 , referente à demanda de oxigênio pelo sedimento, duas etapas de calibração foram desenvolvidas. O procedimento adotado para a calibração do K_2 , responsável pela reaeração do sistema, foi através de diferentes combinações das equações internas do modelo. As combinações foram realizadas através de tentativas, com avaliação da resposta da curva de OD para as diferentes equações testadas, respeitando a faixa de aplicabilidade de cada equação. Para a verificação da faixa de intervalo de velocidade, declividade e profundidade indicada para cada equação, foram criadas rotinas de cálculo, com determinação das melhores equações para cada tramo simulado. No modelo utilizado, há a possibilidade de escolha de diferentes equações que calculam o valor do K_2 de acordo com as características hidráulicas apresentadas. Dessas equações, seis foram testadas para as simulações já calibradas de vazão e DBO, sendo elas: Churchill, O'Connor & Dobbins, Langbien & Durum, Owens, Thackston & Tsivoglou & Wallace. Para a calibração do parâmetro K_4 , foram utilizados valores intermediários de literatura, adotando-se como característica leito tipo arenoso.

CALIBRAÇÃO E RESULTADOS

O desafio de calibração do modelo QUAL2E (Brown e Barnwell, 1987), para DBO e OD, baseou-se na solução das equações de quantidade de movimento e conservação de energia integradas com as equações de transporte de poluentes, assumindo como representação simplificada do ciclo da matéria orgânica apenas pelos parâmetros de desoxigenação (K_1), reaeração (K_2), sedimentação (K_3) e demanda de oxigênio do sedimento (K_4) (Chapra, 1997).

Na Figura 4 é apresentada a curva de vazão, nos cenários de 95% de permanência, e a vazão de campo

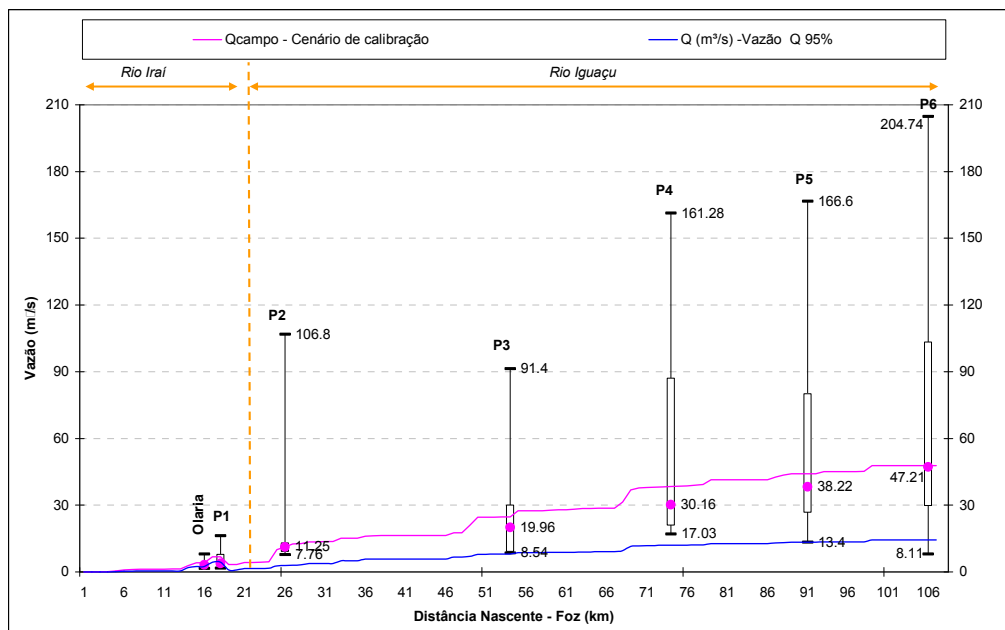


FIGURA 4. Perfil de vazão ao longo dos rios Irai e Iguaçu, para o cenário $Q_{95\%}$ e Q_{campo}

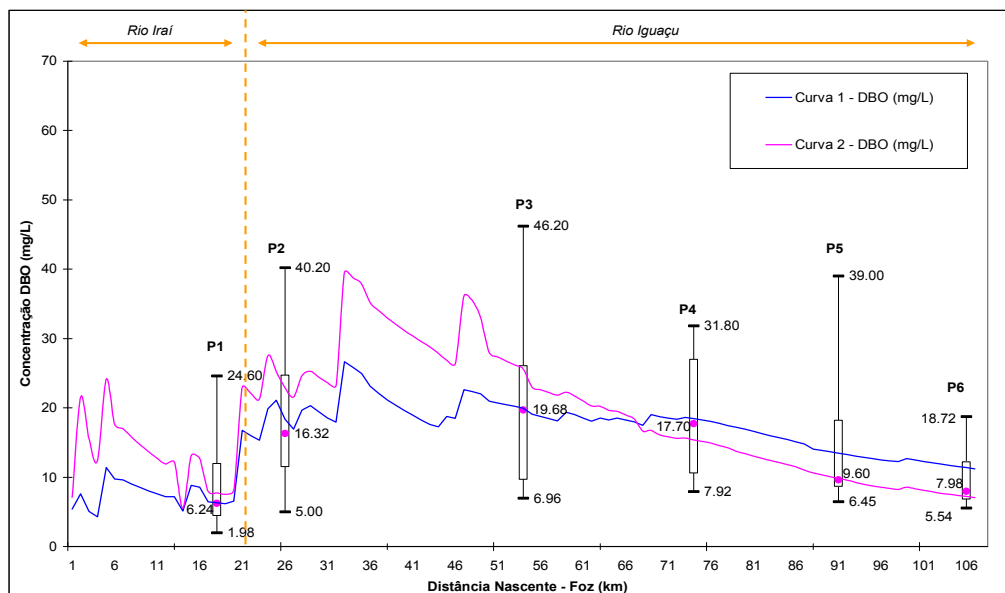


FIGURA 5 – Curvas calibradas para os parâmetros K_1 e K_3 , com os Box plots dos dados de monitoramento, para vazão Q_{campo}

(resultado do ajuste com os dados de monitoramento). É com o cenário de vazão de campo (Q_{campo}) que foram realizados os testes para calibração dos parâmetros do modelo.

A calibração dos parâmetros K_1 , K_2 , K_3 e K_4 foi realizada em duas etapas para o trecho dos rios Irai e Iguaçu. Primeiramente foram calibrados os parâmetros relativos ao balanço de massa da DBO, ou seja, os parâmetros K_1 (desoxigenação) e K_3 (sedimentação). Após ter sido obtida uma curva que melhor se ajustasse aos dados de monitoramento, foram calibrados os parâmetros relativos ao equacionamento do OD, com os parâmetros K_2 (reaeração) e K_4 (demanda de oxigênio pelo sedimento).

Na Figura 5 são apresentadas duas curvas calibradas para a DBO. A curva 1 foi calibrada de acordo com metodologia apresentada por Knapik (2006), com variação do valor de K_1 , e K_3 calculado de acordo com a profundidade para a vazão de campo, com velocidade de sedimentação igual a 0,235 m/dia. A curva 2 foi calibrada de acordo com Porto et al. (2007), definida no Projeto Bacias Críticas, com K_1 igual a 0,1 d⁻¹ e K_3 igual a 1,2 d⁻¹.

A calibração inicial para K_1 igual a 0,1 d⁻¹ (curva 1), com posterior mudança dos valores de acordo

com as faixas de 0,09 a 0,45 d⁻¹ (Von Sperling, 2006) resultou em uma curva com menores valores de DBO, visto a reação de desoxigenação ser mais rápida com valores mais elevados de K_1 .

De acordo com a Figura 5, pode-se observar que ambas as curvas respeitaram os limites de aceitação de 25 a 75% dos *Box plots*. No entanto, mesmo as duas curvas calibradas, ainda há uma diferença significativa entre os quilômetros 26 a 51, indicando, claramente, que a representação da realidade química e biológica ainda é preliminar. Eventualmente, o monitoramento mais detalhado deste trecho pode permitir uma calibração mais representativa.

Na sequência foram calibrados os parâmetros K_2 e K_4 . A calibração obtida é apresentada na Figura 6, sendo a curva 1 calibrada com um olhar mais crítico na combinação das equações para o K_2 , e a curva 2 calibrada de acordo com Porto et al. (2007).

A diferença observada entre as duas curvas calibradas (Figura 5) não é tão relevante no trecho em estudo, com valores bem próximos da mediana para ambas as curvas. Contudo, a partir do km 91, a diferença se torna mais significativa, mesmo com as duas curvas convergindo para a mediana do ponto P6.

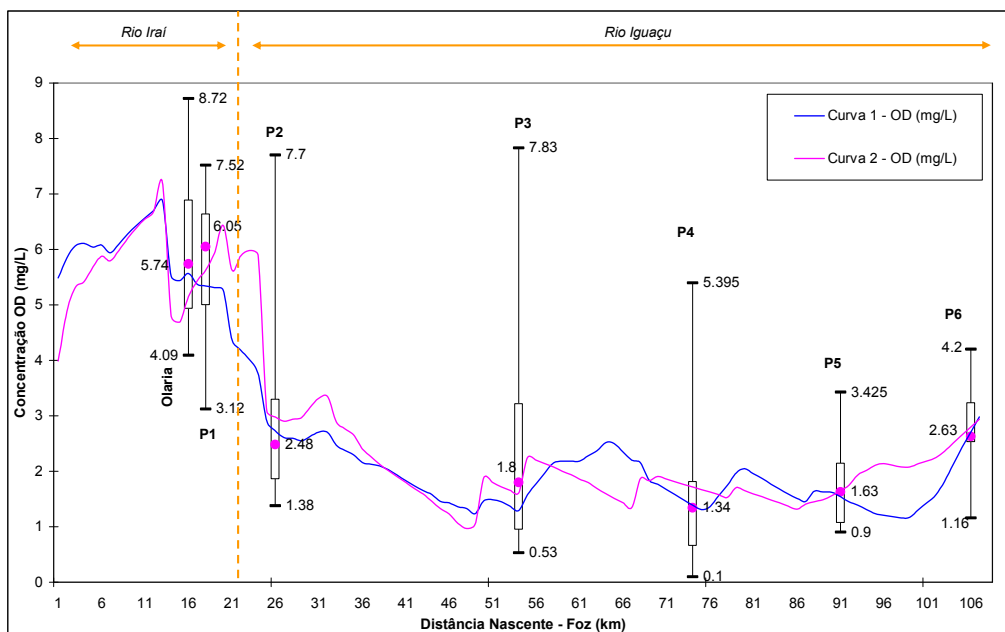


FIGURA 6. Curvas calibradas para os parâmetros K_2 e K_4 , com os *Box plots* dos dados de monitoramento, para vazão Q_{campo}

Com relação ao parâmetro K_4 , a calibração realizada por Porto et al. (2007), curva 2, obteve um valor de $1,5 \text{ gO}_2/\text{m}^2\text{d}$. Já para a curva 1 (Knapik, 2006), o valor que melhor se ajustou à calibração proposta foi igual a $0,5 \text{ gO}_2/\text{m}^2\text{d}$, referente a leito tipo arenoso.

CONCLUSÃO

Esta análise de sensibilidade, desenvolvida a partir da modelagem da qualidade da água em um rio com grande aporte de matéria orgânica, destaca a importância do monitoramento e a necessidade de avaliação e calibração de modelos de qualidade da água. Complementarmente, mesmo que ainda com uma quantidade significativa de dados, neste caso, fica implícito que o trecho de maior aporte de matéria orgânica não foi devidamente monitorado (trecho entre os quilômetros 26 e 51), visto que as duas curvas calibradas apresentaram variações distintas entre dos dois pontos de monitoramento (P2 e P3) para a concentração de DBO.

A calibração obtida para os parâmetros K_1 , K_2 , K_3 e K_4 atendeu aos requisitos propostos, visto a correspondência entre as curvas de vazão, DBO e OD dentro dos intervalos previstos de 25 a 75% de permanência dos dados observados em campo. Contudo, os parâmetros obtidos refletem uma condição mediana dos dados observados, com amplitudes consideráveis de valores de máximo e de mínimo. Dessa maneira, a extrapolação dos valores obtidos para diferentes cenários de vazão pode não resultar em valores significativos, visto a existência de características particulares, tanto nos processos advectivos, como da cinética do modelo.

Outra questão relevante quanto à calibração, quando comparadas as duas curvas calibradas obtidas (Knapik, 2006 e Porto et al., 2007), para DBO e OD, é qual das duas curvas deve ser considerada, visto que ambas foram obtidas com informações de literatura para os mesmos dados de monitoramento. Ressalta-se também a simplificação adotada, com consideração apenas do ciclo da matéria orgânica (DBO e OD), não levando em conta as demais fontes e sumidouros existentes, como por exemplo, os ciclos de nitrogênio, fósforo e nutrientes. Esses processos merecem ser estudados com o devido detalhamento, a fim de se diagnosticar o quão

significativos são, ou seja, qual o tamanho do erro que pode estar sendo cometido ao deixar de simulá-los.

As simulações para os ciclos de DBO e OD, bem como as variáveis analisadas durante o monitoramento, refletem bem a condição precária em que se encontram a maioria dos rios da Bacia do Alto Iguaçu. Essa “resposta” deve-se, principalmente, às baixas taxas de coleta de esgoto, que se situam entre 0 e 64 %, em média. A carga remanescente nos primeiros 40 km a jusante da foz do Rio Irai é decorrente de um total aproximado de 1,3 milhões de habitantes sem tratamento de esgoto. Os picos observados nesse trecho são justamente os afluentes com maiores índices de poluição, sendo eles os rios Palmatal, Atuba, Belém, Padilha e Barigüi. Esses rios drenam a parte mais urbanizada de Curitiba e Região Metropolitana, com uma porcentagem de tratamento de esgoto entre 20 e 47 %.

O que precisa ser destacado, no entanto, é a complexidade da questão relativamente a pouca preocupação nos artigos de literatura sobre esta questão. Entende-se que o impacto da calibração de qualquer modelo matemático, como sendo a fundação da implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos, é notadamente desprezada, ou na melhor das hipóteses hiper-simplificada. Assim, a real utilidade de modelos matemáticos de qualidade da água só se concretizará se os seus resultados forem comparados a uma base de dados confiáveis resultante de uma boa rede de monitoramento, e ser processo de calibração ser feito considerando uma base de monitoramento consistente e sistemática.

AGRADECIMENTOS

Este artigo não seria possível sem o apoio financeiro através do Edital HidroGRH01/2004 da FINEP/CNPq/CT-Hidro no projeto Bacias Críticas: Bases Técnicas para a Definição de Metas Progressivas para seu enquadramento e a integração com os demais instrumentos de Gestão. Este trabalho compila um conjunto de informações de campo do período 2005-2006. Luiz Carlos Barbosa e Cristiane do Rocio Antunes tiveram um papel significativo nas atividades de campo de laboratório.

Referências

- APHA. 1998. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 20. ed. Washington.
- BÁRBARA, V. F. 2006. *Uso do modelo QUAL2E no estudo da qualidade da água e da capacidade de autodepuração do rio Araguari – AP (Amazonas)*. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Meio Ambiente), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 174 f.

- BÄUMLE, A. M. B. 2005. **Avaliação de Benefícios Econômicos da Despoluição Hídrica: Efeitos de Erros de Calibração de Modelos de Qualidade da Água**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 285 f.
- BIZZONI, M. 2000. **Análise e Modelagem Numérica da Qualidade da Água na Região do Alto Iguaçu**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 170 f.
- BOWIE, G. L.; MILLS, W. B.; PORCELLA, D. B.; CAMPBELL, C. L.; PAGENKOPF, J. R.; RUPP, G. L.; JOHNSON, K. M.; CHAN, P. W. H.; GHERINI, S. A. 1985. **Rates, Constants, and Kinetics Formulations in Surface Water Quality Modeling**. 2. ed. Athens: United States Environmental Protection Agency. 455 p.
- BOWMAN, G. T.; DELFINO, J. J. 1980. Sediment oxygen demand techniques: A review and comparison of laboratory and in situ systems. **Water Research**, v. 14, p. 491-499.
- BROWN, L. C.; BARNWELL, T. O. Jr. 1987. **The Enhanced Stream Water Quality Model QUAL2E and QUAL2E-UNCAS: Computer Program Documentation and User Manual**. USEPA, Athens GA.
- CAVICHIOLO, G.; FERNANDES, C. V. S.; KNAPIK, H. G.; FRANÇA, M. S.; BRAGA, M. C. B.; PORTO, M. F. A. 2005. A Importância da Matriz de Fonte de Poluição na Implementação do Enquadramento com Metas Progressivas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16., 2005, João Pessoa. **Anais**. João Pessoa: ABRH.
- CHAPRA, S. C. 1997. **Surface Water Quality Modeling**. McGraw-Hill, 844 p.
- CONAMA. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Relator: Marina Silva. Diário Oficial da União, Brasília, 18 de março de 2005.
- KNAPIK, H. G. 2006. **Modelagem da Qualidade da Água na Bacia do Alto Iguaçu: Monitoramento e Calibração**. Monografia de conclusão de curso (Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 130 f.
- KONDAGESKI, J. H. 2008. **Calibração de Modelo de Qualidade de Água para Rio utilizando Algoritmo Genético**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental) – Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 163 f.
- LIMA, E. B. N. R. 2001. **Modelação integrada para Gestão da Qualidade da Água na Bacia do Rio Cuiaba**. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 206 f.
- MCAVOY, D. C.; MASSCHELEYN, P.; PENG, C.; MORRAL, S. W.; CASILLA, A. B.; LIM, T. M. U.; GREGORIO, E. G. 2003. Risk assessment approach for untreated wastewater using the QUAL2E water quality model. **Chemosphere**, v. 52, n. 04, p. 55-66.
- OPPA, L. F. 2007. **Utilização de modelo matemático de qualidade de água para análise de alternativas de enquadramento do rio Vacacaí Mirim**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 130 f.
- PALMIERE, V. 2003. **Calibração do Modelo QUAL2E para o Rio Corumbataí (SP)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 91 f.
- PORTO, M. F. et al.. 2007. **Bacias Críticas: Bases Técnicas para a definição de Metas Progressivas para seu Enquadramento e a Integração com os demais Instrumentos de Gestão**. Curitiba: UFPR – Departamento de Hidráulica e Saneamento. (FINEP/CT-HIDRO). Projeto concluído.
- RODRIGUES, R. B. 2005. **SSD RB – Sistema de Suporte a Decisão proposto para a Gestão Quali-Quantitativa dos Processos de Outorga e Cobrança pelo Uso da Água**. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Recursos Hídricos). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 179 f.
- SUDERHSA. 2000. **Plano de Despoluição Hídrica da Bacia do Alto Iguaçu. Programa de Saneamento Ambiental da Região Metropolitana de Curitiba** – Relatórios Finais. Curitiba: SUDERHSA. Projeto concluído.
- VON SPERLING, M. 2006. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 3. ed. Minas Gerais: DESA / UFMG. 452 p.

Heloise Garcia Knapik Aluna de mestrado - Departamento de Hidráulica e Saneamento – Setor de Tecnologia – Universidade Federal do Paraná - Curitiba, Brasil (heloise.dhs@ufpr.br)

Marianne Schaefer França Aluna de mestrado - Departamento de Hidráulica e Saneamento – Setor de Tecnologia – Universidade Federal do Paraná - Curitiba, Brasil (marianne.dhs@ufpr.br)

Cristovão Vicente Scapulatempo Fernandes Professor Adjunto - Departamento de Hidráulica e Saneamento – Setor de Tecnologia – Universidade Federal do Paraná - Curitiba, Brasil (cris.dhs@ufpr.br)

Leticia Santos Masini Pesquisadora - Departamento de Hidráulica e Saneamento – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - São Paulo, Brasil (leticia.masini@gmail.com)

Maria Cristina Frisch Carvalho Marin Pesquisadora - Departamento de Hidráulica e Saneamento – Setor de Tecnologia – Universidade Federal do Paraná - Curitiba, Brasil (crismarin@ufpr.br)

Monica Ferreira do Amaral Porto Professora Titular - Departamento de Hidráulica e Saneamento – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - São Paulo, Brasil (mporto@usp.br)

Agricultores familiares e participação na gestão das águas na bacia do Itajaí/SC

Cíntia Uller-Gómez

Luiz Fernando Scheibe

Maria José Reis

RESUMO: Este trabalho trata da participação dos agricultores familiares na gestão das águas na Bacia do Itajaí (Santa Catarina, Brasil). Analisamos os alcances e os limites do sistema de participação preconizado pela Lei Federal 9.433/97 a respeito das suas possibilidades de decisão, quando se trata da articulação da gestão das águas com a gestão do uso do solo e com a gestão ambiental no espaço rural. No caso estudado, verificamos que a gestão das águas pode ter implicações objetivas e simbólicas no modo de vida dos agricultores familiares, advindas principalmente de restrições ao uso atual da “terra”, que além de meio de produção é concebida como “patrimônio da família”. Já as suas possibilidades de decisão são delimitadas em função de relações de poder pautadas pelo conhecimento técnico-científico, a partir das quais passam a se conceber como “usuários” ou “não usuários da água” e a assumir que sua função é executar tarefas propostas por quem detém este conhecimento. Este fato pode ter sérias implicações quanto à reprodução social desses grupos, porque exclui da discussão seu modo específico de utilização da terra e suas características sócio-culturais. Além disso, descarta possibilidades de recuperação ambiental que poderiam ser construídas com o auxílio do saber dos agricultores.

PALAVRAS-CHAVE: agricultura familiar, participação, gestão das águas.

ABSTRACT: This study concerns to the participation of farm families in the water resources management in the Itajaí River Basin of Santa Catarina State (Brazil). We analyze the extent and the limits of the participatory system conceived by Federal Law 9.433/97 concerning the possibilities for decision making by the family farmers, when the water management is articulated with land use and environmental management in rural areas. We found that water resources management can have objective and symbolic implications in their way of life, stemming principally from the restriction to the current use of “land” which in addition to being a means of production, is conceived of as “family patrimony”. Their possibilities for decision making are delimited in power relations based on technical-scientific knowledge. Based on these relations, family farmers come to see themselves as “users” or “non-users of water” and to assume that their function is to execute tasks proposed by those who have this knowledge. This fact can have serious implications for the social reproduction of these groups because it excludes from the discussion their specific form of land use and their social-cultural characteristics. In addition, it ignores possibilities for environmental recovery that could be constructed with the assistance of their knowledge.

KEYWORDS: family agricultur, participation, water management.

INTRODUÇÃO

A Constituição Federal do Brasil, promulgada em 1988, definiu que as águas são bens da União ou dos Estados Federados, deixando de existir águas municipais e águas particulares, até então, previstas no Código de Águas (Decreto 24.643 de 10.07.1934). Além disso, em seu artigo 21 inciso XIX, a Constituição prevê a criação de um Sistema Nacional de Recursos Hídricos e a definição de critérios de outorga de uso.

A Lei Federal 9.433, promulgada em 08 de janeiro de 1997, regulamentou o inciso XIX do artigo 21 da Constituição Federal, instituindo a

Política Nacional de Recursos Hídricos e criando o Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Dentre as novidades advindas com a promulgação dessa Lei, destacamos a atribuição de valor econômico à água e o estabelecimento de um caráter participativo na tomada de decisões a respeito da sua gestão, no âmbito das bacias hidrográficas, com a constituição de órgãos colegiados compostos de representantes do governo, da população e dos usuários da água – os comitês de bacia.

Embora o Código de Águas já tivesse estabelecido que o uso de águas públicas por derivação dependia de autorizações administrativas, os critérios de outor-

* Este artigo foi elaborado a partir da tese de doutorado da primeira autora (ULLER-GÓMEZ, 2006)

ga definidos pela Lei Federal 9.433, alinhados com o princípio de proteção ambiental previsto no Artigo 225 da Constituição Federal, bem como o valor econômico atribuído à água pela mesma lei, indicam implicações da gestão das águas para as atividades econômicas cujos usos de água são considerados significativos no âmbito da bacia hidrográfica em que se inserem e que dependem, portanto, da outorga e estão eventualmente sujeitos à cobrança.

A agricultura, no entanto, mesmo nem sempre apresentando usos que podem ser considerados significativos (como por exemplo, a irrigação) está relacionada com a gestão das águas a partir das diretrizes de ação da referida Lei que prevêem a articulação da gestão das águas com a do uso do solo e com a gestão ambiental. Ou seja, programas ambientais encampados pelos organismos de gestão das águas a partir da articulação mencionada dirão respeito a todas as formas de agricultura, e não apenas àqueles estabelecimentos em que se faz uso significativo da água.

Segundo o Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural do Ministério do Desenvolvimento Agrário (NEAD/MDA), em 2003, existiam no Brasil mais de 4 milhões de estabelecimentos agropecuários familiares, correspondendo a 85% do total de estabelecimentos do país. Na mesma época, estes estabelecimentos eram responsáveis pela produção de: 89% do leite; 73% da carne suína; 65% das aves e ovos; 85% do feijão; 95% da mandioca; 84% do milho; 54% da soja; e 51% do trigo.¹

Neste artigo analisamos as possibilidades de participação dos agricultores familiares nas decisões pertinentes à gestão das águas através de um estudo de caso na bacia hidrográfica do Rio Itajaí, no estado de Santa Catarina (Brasil).

Nosso contato com o fórum deliberativo vinculado à gestão das águas naquela Bacia (Comitê de Gerenciamento da Bacia do Rio Itajaí), a partir do ano 2000, evidenciava uma preocupação desse órgão gestor com a conservação ambiental no espaço rural, com reflexos importantes para os estabelecimentos rurais ali localizados. Essas preocupações diziam respeito, sobretudo, ao uso dado aos locais que, de acordo com o legislação ambiental brasileira, constituem-se em “áreas de preservação permanente”, sobretudo as margens dos cursos d’água (artigo 2º da Lei 4771/65 – Código Florestal).

Por outro lado, também se evidenciava que os assentos no Comitê do Itajaí estariam reservados a apenas alguns tipos de agricultores: aqueles que fizessem uso significativo da água em seus estabelecimentos, no caso, rizicultores, piscicultores e suinocultores.

Dados do Censo Agropecuário de 1995 (IBGE, 2004a), indicam que essas atividades são praticadas em menos de 10% dos estabelecimentos agropecuários existentes na Bacia do Itajaí e que mais de 85% dos estabelecimentos rurais da Bacia utilizam exclusivamente mão-de-obra familiar. Diante disso, nos questionávamos acerca das possibilidades de efetiva participação dos agricultores familiares nas decisões tomadas no processo de gestão das águas naqueles aspectos que mais diretamente lhes dizem respeito, sobretudo a partir da articulação da gestão das águas com a do uso do solo e com a gestão ambiental no espaço rural.

Assim sendo, nos deteremos na análise do poder em exercício na gestão das águas na Bacia do Itajaí que resultou na delimitação das possibilidades de ação dos agricultores familiares naquela Bacia e, conseqüentemente, na delimitação do caráter de sua participação no processo de gestão das águas.

Por outro lado, apresentamos uma reflexão a respeito de possíveis implicações do processo de gestão para a agricultura familiar em sua diversidade sócio-econômica, a partir de um estudo de caso realizado entre 2003 e 2005 com agricultores familiares do município de Botuverá/SC, no Médio Vale do Itajaí-mirim.

A PROBLEMÁTICA INVESTIGADA: A BACIA DO ITAJAÍ, SUA AGRICULTURA E A PARTICIPAÇÃO NA GESTÃO DAS ÁGUAS

A Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí compreende uma área de 15.111 km² sendo a bacia hidrográfica mais extensa da vertente atlântica do estado de Santa Catarina (Santa Catarina, 1999). Segundo dados do Censo Demográfico 2000 (IBGE, 2004b) a população total da Bacia do Itajaí era de 1.186.215 habitantes, dos quais 83,70% urbanos e 16,30% rurais. Ocupa 16,15% do território catarinense, abrangendo total ou parcialmente 50 municípios.²

¹ Conforme www.nead.org.br/boletim/boletim.php?boletim=194¬icia=686, acessado em 19.07.2003.

² Agrolândia, Agronômica, Alfredo Wagner, Apiúna, Ascurra, Atalanta, Aurora, Benedito Novo, Blumenau, Botuverá, Braço do Trombudo, Brusque, Chapadão do Lageado, Dona Emma, Doutor Pedrinho, Gaspar, Guabiruba, Ibirama, Ilhota, Imbuia, Indaial, Itaiópolis, Itajaí, Ituporanga, José Boiteux, Laurentino, Lontras, Luiz Alves, Mirim Doce, Navegantes,

Seu maior curso d'água é o rio Itajaí-açu, assim denominado a partir da confluência, no município de Rio do Sul, dos rios Itajaí do Oeste e Itajaí do Sul. Outros importantes tributários são: o rio Itajaí do Norte (também conhecido como Rio Hercílio) que deságua no rio Itajaí-açu no município de Ibirama; o rio Benedito que deságua no município de Indaial; e o rio Itajaí-mirim, que desemboca no município de Itajaí – a partir de onde o rio Itajaí-açu passa a chamar-se simplesmente Rio Itajaí.

As principais sub-bacias que integram a bacia do Itajaí são: sub-bacia do Itajaí do Norte ou Hercílio, com 3.315 km²; Benedito, com 1.398 km²; Luiz Alves, com 583 km²; Itajaí-açu, com 2.794 km²; Itajaí-mirim, com 1.673 km²; Itajaí do Sul, com 2.309 km²; Itajaí do Oeste, com 2.928 km² (Santa Catarina, 1999).

O povoamento na bacia do Itajaí ocorreu basicamente em três períodos distintos. O primeiro deles refere-se ao povoamento vicentista na região da foz do Rio Itajaí a partir de 1819. A segunda etapa importante aconteceu com a colonização do Médio Vale dos rios Itajaí-açu e Itajaí-mirim, com a fundação das Colônias Blumenau (1850) e Brusque (1860), respectivamente, que receberam inicialmente imigrantes alemães e, posteriormente, italianos e poloneses, entre outros. A terceira etapa corresponde à entrada de imigrantes, sobretudo alemães, no Alto Vale do Itajaí, que aconteceu principalmente a partir de 1925, nas imediações do Rio Itajaí do Norte (ou Hercílio)³.

Deste processo de povoamento resultaram características importantes de sua agricultura: a ascendência européia da maioria dos agricultores, o pequeno tamanho dos estabelecimentos rurais e o caráter familiar de produção. Dados do Censo Agropecuário 1995-1996⁴ (IBGE, 2004a) indicam que, em 86,55% dos estabelecimentos da bacia a mão-de-obra era exclusivamente familiar e que 93,35% (32.250)

dos estabelecimentos agropecuários tinham menos de 50 ha. Quanto ao tipo de lavouras cultivadas, sobressaem-se as lavouras temporárias, em cuja lida eram ocupadas 58.673 pessoas (IBGE, 2004a).

Procedimentos teórico-metodológicos para análise das implicações da gestão das águas sobre os modos de vida dos agricultores familiares

A predominância da lavoura temporária e a pequena propriedade da terra são características que vão além de uma mera descrição física da paisagem, estando enraizadas nos traços culturais da população em questão. A propriedade da terra e a possibilidade de torná-la produtiva para a “família” com base no seu próprio trabalho são tidas, pelos agricultores, como condição essencial ao seu modo de vida. Da mesma forma, a diversidade de produtos cultivados está associada à importância dada por eles à produção de seu próprio alimento, do que resulta que esses agricultores são, em geral, policultores e criadores de pequenos animais. Assim, para análise das implicações da gestão das águas para esses grupos sociais nos reportamos aos valores próprios ao campesinato referenciados por Woortmann (1990), a partir dos quais a terra não é pensada isoladamente do trabalho e da família; mais do que meio de produção, a terra é concebida como patrimônio da família.

Além disso, no caso específico dos agricultores familiares da Bacia do Itajaí, fez-se necessário levar em conta os valores que são especialmente prezados pelos agricultores familiares conhecidos pelo termo “colono”. De acordo com Seyferth (1993), o termo “colono” foi atribuído aos imigrantes pelas leis e regulamentos que nortearam a política de imigração no século XIX e, desde então, passou a ser assumido pelos indivíduos que eram por ele classificados como uma identidade social ligada à imigração.

Seyferth (1993: p.98) afirma que a categoria “colono” expressa uma identidade social que tem duplo significado: indica, em algum grau, uma condição camponesa; ao mesmo tempo possui um conteúdo étnico irreduzível vinculado à “origem” (européia), a partir do qual a capacidade de trabalho e o amor à terra são tidos como inatos. Seyferth (op. cit.) menciona como elementos de categorização: o trabalho familiar, a posse da terra em quantidade suficiente para permitir o cultivo, a produção voltada em primeiro lugar para o consumo doméstico (privilegiando-se assim a policultura com criação de

Penha, Petrolândia, Piçarras, Pomerode, Pouso Redondo, Presidente Getúlio, Presidente Nereu, Rio do Campo, Rio do Oeste, Rio dos Cedros, Rio do Sul, Rodeio, Salete, Santa Terezinha, Taió, Timbó, Trombudo Central, Vidal Ramos, Vitor Meireles e Witmarsum.

³ Informações mais detalhadas sobre este assunto podem ser obtidas em Cabral (1958, 1968), Grosselli (1987), Piazza (1988, 1983), Seyferth (1974), entre outros.

⁴ Dados encontrados na Tabela 11 do Censo Agropecuário 1995-1996: Pessoal ocupado, segundo a condição do pessoal ocupado e o grupo e classe da atividade econômica.

animais), a participação nas atividades comunitárias, a dedicação à terra, o trabalho árduo, o enraizamento (em oposição à mobilidade atribuída aos caboclos), a liberdade como valor e a propriedade da terra.

Diante do exposto, para compreender as implicações da gestão das águas para as diferentes formas sociais de agricultura familiar realizamos um estudo empírico com agricultores familiares do município de Botuverá/SC, adotando os seguintes procedimentos: levantamento de dados quantitativos (fundiários, populacionais, uso da terra) junto aos órgãos oficiais (IBGE⁵, Instituto CEPA/SC⁶); aprimoramento de dados quantitativos e apreensão de particularidades locais junto ao órgão oficial de extensão rural presente no município (EPAGRI⁷) e à Secretaria Municipal da Agricultura; coleta de dados qualitativos na Unidade Municipal de Saúde – importante fonte de informações a respeito da ocupação dos diversos membros da família rural; entrevista com o Secretário Municipal da Agricultura e com um técnico da extensão rural; e entrevistas semi-estruturadas com 32 famílias rurais⁸ representativas da diversidade

⁵ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

⁶ Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina.

⁷ Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina.

⁸ A amostragem das famílias foi intencional e decorreu do trabalho exploratório de pesquisa realizado no período de julho de 2003 a fevereiro de 2004, que consistiu em incursões ao interior de municípios dos Médio e Alto Vales do Itajaí e, especialmente, do município de Botuverá para uma primeira aproximação da realidade, conversas e entrevistas com agricultores, além da consulta aos dados de todas as famílias do município, constantes do Cadastro do Programa de Saúde da Família da Unidade de Saúde de Botuverá. Por meio desse trabalho exploratório pudemos constatar a cultura do fumo como cultivo principal para a maioria das famílias em que se pratica a agricultura e a grande diversidade de atividades não-agrícolas desenvolvidas por um ou mais membros da família. Diante desses dados, os principais critérios de amostragem foram: presença ou não de atividades não-agrícolas entre os membros da família; qual(is) membro(s) permanece(m) responsável(is) pela atividade agrícola; fase de desenvolvimento do ciclo doméstico; principal cultivo comercial (entre a parcela da amostra que praticava agricultura para o mercado). Assim, a seleção das 32 (trinta e duas) famílias entrevistadas se deu na tentativa de abranger a diversidade de situações em que a atividade agrícola se insere na vida familiar: combinada ou não com atividades não-agrícolas, para consumo doméstico ou comercial.

sócio-econômica da agricultura familiar da bacia em cujos estabelecimentos os usos da água não seriam considerados significativos.

Procedimentos teórico-metodológicos para análise da participação dos agricultores familiares na gestão das águas na Bacia do Itajaí/SC

A Política Nacional de Recursos Hídricos estabelecida pela Lei Federal 9.433/97, se insere na ordem de discussão ambiental e de redemocratização do Estado brasileiro, surgida no final do século XX. Os Comitês de Bacia e os Conselhos Nacional e Estaduais de Recursos Hídricos, constituintes do Sistema Nacional de Recursos Hídricos e instituídos pela mesma Lei, são a materialização do princípio de participação adotado para a gestão das águas. Dessa forma, a participação dos agricultores familiares nesses organismos de gestão pode, inicialmente, ser tratada a partir da literatura que discute as possibilidades de participação popular nos “conselhos gestores”, apontados por Gohn (2003) como a principal novidade política dos anos 90. Estudos pertinentes indicam que as dificuldades de participação nesses conselhos estão relacionadas à exigência de capacitação técnica, bem como ao uso de discurso técnico que dificulta o entendimento pelos membros não-técnicos (Gohn, 2003; Dagnino, 2002).

Esses conselhos, a despeito das dificuldades de concretização de suas potencialidades, são tidos como importantes canais de participação da sociedade civil junto ao poder público. Os comitês de bacia, no entanto, apresentam uma particularidade que no caso de nossa análise faz significativa diferença: ao lado das categorias “sociedade civil” e “poder público”, colocam-se os “usuários da água”. Por outro lado, estudos como o de Cardoso (2003), indicam que as categorias definidas pela legislação federal (Lei 9.433/97) não necessariamente agrupam de maneira coerente todos os interesses existentes em torno das águas, bem como pode variar a interpretação sobre o que é poder público, usuário e sociedade civil.

Especificamente sobre as possibilidades de participação nos fóruns criados pela Lei Federal 9.433/97, destacamos a discussão de Valencio & Martins (2004: p.66) que aponta como estruturas locais de poder ainda persistem, a despeito do que propõe a legislação de recursos hídricos. Estes autores ressaltam que as análises das novas institucionalidades da gestão das águas não podem desprezar nem as genealogias nem as hegemonias nas relações locais

de poder, e que o valor democrático atribuído aos conselhos de desenvolvimento, comitês de bacia e afins obscurece o conteúdo empírico das relações ali estabelecidas. Indicam-nos, assim, que é no âmbito da bacia hidrográfica que poderemos analisar as reais possibilidades de decisão dos agricultores familiares a respeito das implicações que a gestão das águas lhes traz.

Deste modo, para complementar a análise, no âmbito da bacia hidrográfica, a respeito das implicações para a agricultura familiar e do lugar a ser ocupado pelos agricultores na gestão das águas, nos deteremos na análise das relações de poder em suas formas mais capilares, onde possamos visualizar como se exerce o poder e, assim, também as possibilidades de sua transformação. Para tanto, nos apoiaremos em alguns dos últimos trabalhos do filósofo francês Michel Foucault,⁹ falecido em 1984.

Para Foucault (1995), não existe “o” poder. O poder só existe em relação, em exercício. Ao mesmo tempo em que afirma que as relações de poder se enraízam no conjunto da rede social, nega a existência de um princípio de poder primeiro e fundamental que dominaria até o menor elemento da sociedade (op.cit.: p.247). Por este fato o autor afirma que devemos nos deter na análise das “relações de poder” e sugere que iniciemos pela análise das formas de resistência ao exercício do poder (op.cit.: p.234).

Da abordagem de Foucault para a análise das relações de poder foi-nos especialmente útil sua ênfase sobre a importância dos “jogos de verdade” na constituição das diferentes formas que o sujeito assume (Foucault, 2004: p.275). Os “jogos de verdade” aos quais Foucault se refere estão relacionados à maneira pela qual uma determinada coisa pode ser tomada como “objeto de conhecimento” possível, como ocorre a sua problematização como objeto a ser conhecido, a que procedimento de recorte ela foi submetida, que parte dela própria foi considerada pertinente. Ou seja, relacionam-se ao modo de “objetivação” de determinada coisa. Ao mesmo tempo, esses “jogos de verdade” estão relacionados às condições a que o sujeito deve estar submetido, qual o seu *status*, que posição deve ocupar na realidade e no imaginário para se tornar “sujeito legítimo”

deste ou daquele tipo de conhecimento. Ou seja, os “jogos de verdade” estão também (e ao mesmo tempo) relacionados ao modo de “subjetivação” do sujeito.

Assim sendo, as possibilidades de decisão dos agricultores familiares na gestão das águas passam também pelas condições que determinam, no processo de gestão das águas, o recorte analítico que é dado ao objeto – como, por exemplo, a relação dos agricultores com os recursos naturais, enfocada a partir de uma perspectiva eminentemente técnico-hidrológica – e das condições que determinam quem pode, diante do recorte dado, “conhecer” o objeto e, conseqüentemente, participar das decisões em torno do mesmo no processo de gestão das águas.

Diante do enfoque teórico explicitado adotamos os seguintes procedimentos: análise da literatura publicada a respeito da Bacia do Itajaí, especialmente aquela voltada a aspectos da gestão das águas e ao espaço rural; análise dos documentos usados/elaborados pelo Comitê do Itajaí (leis, regimento, atas de assembléias e de reuniões da diretoria,¹⁰ programas, etc., desde sua constituição, em 1996/1997, até meados de 2005); entrevistas e conversas informais com pessoas vinculadas ao Comitê do Itajaí, especialmente membros da Diretoria (2), integrantes de grupos técnicos de apoio (7), e representantes do setor agropecuário (8) com assento no Comitê; participação em eventos vinculados ou promovidos pelo Comitê do Itajaí (assembléias, reuniões da diretoria, cursos, etc.) distribuídos do ano 2000 a meados de 2005.

⁹ Foucault (1995), publicado inicialmente em 1981; Foucault (2004), entrevista concedida em 20/01/1984; Foucault (2004a), publicado como verbete no *Dictionnaire des philosophes*, também em 1984.

¹⁰ A Diretoria do Comitê do Itajaí, à época da pesquisa, era constituída pela Presidência (Presidente e vice-presidente eleitos entre os membros para um mandato de 2 anos, permitida a recondução), pela Comissão Consultiva (formada por nove membros, sendo três de cada compartimento da bacia – Alto, Médio e Baixo Vales – bem como representante das três categorias de membros – usuários, poder público e sociedade civil –, e pela Secretaria Executiva (composta pelo Secretário Executivo). À época, a Secretaria Executiva era coordenada pelo Secretário Executivo e, de acordo com regimento interno (art. 39) temporariamente exercida por um grupo de trabalho constituído por representantes das Instituições de Ensino Superior, das Associações de Municípios, das Associações Comerciais e Industriais com a fiscalização do Ministério Público Estadual, para dar apoio ao Comitê até que acontecesse a implantação da Secretaria Executiva definitiva.

IMPLICAÇÕES DA GESTÃO DAS ÁGUAS PARA OS MODOS DE VIDA DOS AGRICULTORES FAMILIARES

Como nossa preocupação com o uso da terra na agricultura familiar decorre das implicações advindas da articulação da gestão das águas com a de uso do solo e com a gestão ambiental, neste artigo dedicamos especial atenção ao significado dado pelos agricultores às margens dos cursos d'água. Verificamos que o uso destas áreas pelos colonos não é apreendido separadamente do restante do estabelecimento, e obedece às mesmas regras de significação que o restante dele, pautadas, sobretudo, no tripé de categorias nucleantes do discurso camponês – “terra-trabalho-família” ressaltado por Woortmann (1990). Da mesma forma, esse uso é sempre fundamentado pelo saber-fazer do agricultor.

O relevo no município de Botuverá é muito acidentado, de modo que as áreas dos estabelecimentos rurais que podem ser mecanizadas dificilmente ultrapassam 3 hectares/estabelecimento. A maioria das famílias entrevistadas (68% – 22 de 32 famílias) dispõe de até 20 ha como área útil para lavouras e pastagens porque a maior parte dos terrenos está coberto com mata nativa e não pode ser utilizada. Além da lenha retirada, geralmente com corte seletivo da mata, raramente a família utiliza algum outro produto da floresta, como alguma madeira para uso no estabelecimento ou palmito para consumo da família.

Na maioria dos estabelecimentos rurais as áreas marginais aos cursos d'água são usadas para a produção destinada principalmente (mas não exclusivamente) para autoconsumo. São, em geral, áreas com pastagem ou capineira para alimentar o gado bovino. Na grande maioria das vezes, essas áreas recebem esses usos porque, em virtude da “terra pouca”, representam a maneira encontrada pelo agricultor de utilizar uma área que não seria utilizada para culturas anuais. Essas áreas fazem parte de um arranjo complexo feito pelo agricultor para retirar da área útil de seu estabelecimento o necessário para o mercado e o básico para o consumo.

Isto ocorre porque muitas vezes as margens dos cursos d'água são alagadas pelas enchentes que ocorrem na região. A implantação de outra cultura (como milho, feijão ou mesmo fumo) não pode ser feita sem o risco de se perder tudo o que foi plantado. Nessas situações, o pasto representa uma maneira de utilizar uma área “marginal” da propriedade. Em caso de enchente, o pasto não se estraga. Encontramos essa

situação, sobretudo, nas famílias cujos terrenos são banhados pelo rio Itajaí-mirim, nas localidades de Águas Negras, Salto e Pedras Grandes. Todos esses agricultores foram categóricos em afirmar que o plantio de qualquer espécie arbórea na zona de alagamento desse rio não teria êxito devido, justamente, à força das águas durante as enchentes.

A recomposição da vegetação nativa acima da zona de alagamento desse rio atingiria de forma ainda mais importante a produção agrícola nos estabelecimentos rurais, em alguns casos absorvendo grande parte da única área mais plana disponível e as próprias edificações (casa, rancho, paiol).

Diante das pequenas quantidades de terra, a regeneração da mata nativa nos locais de pasto traz implicações concretas para o agricultor. Uma delas diz respeito à área em si que não poderia ser mais utilizada – “Eu tenho pouca terra, se eu tirar o pasto de lá, me faz falta”. O pasto poderia ser colocado em outro local, mas a impossibilidade de retirar a cobertura vegetal nativa não deixa muitas alternativas ao agricultor. Colocá-lo em outro local sem desmatar inviabilizaria a obtenção de outros produtos.

Por outro lado, é comum que a casa se situe perto do rio, assim o pasto também estará perto da casa. Desse modo, se evita que a pessoa responsável pela ordenha (em geral, a mulher) se desloque grandes distâncias no início da manhã a fim de trazer as vacas.

Em outras localidades com rios menores, muitas vezes as margens dos cursos d'água são utilizadas com capineira. A capineira desempenha, para o agricultor, a função de proteger o terreno da erosão nas margens do rio – um dos efeitos que se deseja obter com recuperação da mata ciliar. No entanto, além desse efeito, a capineira, assim como o pasto, é a maneira encontrada de tornar útil aquela área.

A capineira, ao lado do rio, é ainda justificada pelo saber tradicional. A qualidade do alimento para o gado (“trato” na expressão dos agricultores) obtido ao lado do rio não seria a mesma se ele fosse plantado no morro que é único lugar que, geralmente, resta na propriedade. Além disso, geralmente, estando ao lado do rio, assim como o pasto, o “trato” também está próximo da casa e dos estábulos onde é ofertado aos animais, facilitando o trabalho.

Deste modo, pasto e trato ao lado do rio desempenham funções estratégicas para as famílias que dispõem de pouca terra. Mesmo os agricultores que fizeram questão de ressaltar a importância da vegetação ciliar para a proteção dos cursos d'água,

não tinham condições de deixar que a mata nativa se regenerasse ao longo de toda a faixa que o curso d'água percorre em seu estabelecimento, com a largura legal. A necessidade de aproveitar o terreno ficou evidente em todas as falas dos agricultores. Muitos agricultores podiam sequer referir-se àquela área sem projetar-lhe uma utilidade. A mata ciliar como área de preservação intocada não encontra respaldo no âmbito das representações dos agricultores sobre aquele local do estabelecimento. De alguma maneira aquela área, na concepção dos agricultores, deve ter utilidade para a família.

Diante da possibilidade de serem remunerados ou indenizados pela área de margem de rio destinada à regeneração da mata nativa, os agricultores sempre hesitavam, considerando a necessidade de ter aquela área para a produção destinada ao consumo da família. Um deles explicitamente demonstrou que aquela área faz parte do patrimônio familiar – “Aí indeniza pros filhos também, o resto da vida?”.

A grande maioria dos agricultores destacou ainda outra importante implicação negativa de uma suposta mata ciliar nos seus estabelecimentos: a sombra. Pasto e trato ao lado do rio, ao contrário da mata, não prejudicam as culturas vizinhas. Segundo os agricultores, a sombra e as raízes de árvores altas inutilizariam mais uma parte do terreno, além da área de mata ciliar em si.

Nos casos em que a mata ciliar viesse a ficar situada de modo a “esconder a casa”, os agricultores recorreram à concepção de “capricho”, de “cuidado” com a terra, já referida por Seyferth (1993) – qualidade que distingue o “bom colono” daquele que deixa a capoeira crescer nas roças – para demonstrar sua insatisfação em ter que “ficar escondido no meio do mato”.

Assim, é no interior dessa mistura de simbolismo e pragmatismo que envolve o uso da terra, de necessidades simbólicas e concretas relacionadas com a sua reprodução social, que os agricultores familiares usam as áreas de preservação permanente – em geral, objeto de programas de recuperação ambiental –, porque essas áreas fazem parte da “terra da família”. O agricultor relaciona implicações concretas, como a necessidade do pasto ou do “trato” diante de pouca terra (e terra próxima à residência), com categorias do camponês quando se refere à terra como patrimônio da família e a concepções específicas do “colono”, quando se refere à necessidade de deixar “limpo”.

Na atual geração de agricultores, pelo fato de serem geralmente aproveitadas para produção destinada ao autoconsumo, o uso das áreas próximas aos cursos d'água não muda com a execução de atividades não-agrícolas por um ou mais membros da família, porque, em geral, a produção para autoconsumo continua tendo grande importância. Assim, a despeito das diferentes fontes de renda das famílias, as margens dos cursos d'água são regidas praticamente pelas mesmas normas que outras áreas: são pensadas de tal maneira que se integrem na dinâmica do restante do estabelecimento produtivo. O fato de serem usadas diariamente, confere-lhes um significado um tanto particular: devem ser próximas da residência.

No entanto, quando a dedicação a atividades não-agrícolas é acompanhada por uma “redução” da camponêsidade, quando os valores camponeses já não ditam o uso da terra, a regeneração da mata ciliar pode ser feita sem tantas implicações. Quando as relações pragmáticas vão sendo separadas das relações simbólicas; quando os projetos individuais dos membros da família tornam-se mais importantes do que os projetos da família; quando o uso da terra vai se tornando possível sem contar com a mão-de-obra contínua de seus membros; e quando a produção para autoconsumo passa a requerer pequena quantidade de terra, a intenção de recompor as matas ciliares não sofre tantas restrições.

Por outro lado, a diversidade da floresta tende a diminuir, porque aumenta o plantio de eucalipto, cultura que permite utilizar a mão-de-obra apenas temporária dos filhos que exercem outras atividades econômicas e se negam a herdar o trabalho da terra.

Em síntese, importa ressaltar que apesar das dificuldades referidas pelos agricultores e até mesmo das contradições apresentadas, parte considerável dos entrevistados revela que os motivos que os levam a permanecerem “na roça” refletem a valorização das categorias identificadoras do colono. É como se, numa balança, avaliassem os prós e os contras e o resultado dessa contabilidade apontasse para a permanência na condição de colono. No discurso de agricultores de comunidades distantes da sede municipal que preferem ficar na agricultura destacam-se, sobretudo, a liberdade de horário e de controle do processo produtivo ressaltada por Seyferth (1993) e a possibilidade de viver ao ar livre em oposição à insalubridade percebida no trabalho nas indústrias.

A PARTICIPAÇÃO DOS AGRICULTORES NA GESTÃO DAS ÁGUAS NA BACIA DO ITAJAÍ/SC

Direcionando nosso olhar para as possibilidades de participação dos agricultores na gestão das águas, é importante ressaltar que a relação ambiental dos agricultores (o modo como se relacionam com o meio físico, como fazem uso dos “recursos naturais”) foi colocada em evidência antes mesmo da constituição do Comitê. Já durante a vigência do Comitê, foi possível distinguir dois momentos e enfoques diferentes, porém complementares. Primeiramente, sua importância com respeito ao controle das enchentes; posteriormente, com respeito à necessidade de melhoria da qualidade das águas.

Antes da constituição do Comitê, a importância da relação dos agricultores com o meio físico já era ressaltada, como em 1994, por ocasião de um seminário regional para avaliação do PLADE¹¹ (Plano Global e Integrado de Defesa contra Enchentes – Ecossistema Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-açu). Alguns participantes deste seminário passaram a constituir o grupo de trabalho que culminaria na formação do Comitê do Itajaí em 1996. Naquela ocasião, em contraposição às “medidas estruturais intensivas” para o controle de enchentes priorizadas pelo referido Plano, se enfatizou a necessidade de que

fossem adotadas “medidas não-estruturais” e “medidas estruturais extensivas”¹², dentre estas, medidas de proteção ambiental no âmbito dos estabelecimentos rurais, especialmente aquelas concernentes ao uso do solo.

Posteriormente, em 1999, com o foco do Comitê (já constituído) ainda voltado principalmente para a questão das enchentes, a importância da relação dos agricultores com o meio físico foi registrada com a aprovação de linhas de ação no sentido da conservação ambiental no espaço rural, durante um *workshop* realizado, pelo Comitê do Itajaí em conjunto com a SDS¹³, para “discutir o Projeto JICA e formular novas diretrizes para o encaminhamento da questão das cheias no Vale do Itajaí partindo-se deste Projeto”¹⁴. Deste *workshop* resultou a elaboração do documento denominado “Pacto para prevenção e controle de cheias no Vale do Itajaí” que passou a balizar as ações do Comitê¹⁵. Ou seja, na Bacia do Itajaí, mesmo antes do surgimento do Comitê do Itajaí e durante os primeiros anos de sua constituição, devido à necessidade de conviver com as enchentes e controlá-las, foi se consolidando uma idéia de que seria necessário intervir nos estabelecimentos rurais a fim de melhorar as práticas de uso do solo desenvolvidas pelos agricultores: controlar a erosão, conservar e aumentar as áreas de floresta, regenerar e proteger a vegetação ciliar, etc.¹⁶

¹¹ Após as enchentes de 1983-1984, o Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS) assinou um convênio de cooperação técnica com a JICA (*Japan International Cooperation Agency*). Esta última se comprometeu a elaborar um plano diretor de controle de cheias para o Vale do Itajaí. Esta agência realizou, então, estudos sobre a Bacia do Itajaí, cujos relatórios foram entregues em 1988 e 1990. Com a extinção do DNOS, em 1990, pelo Governo do Presidente Collor de Mello, o governo do Estado de Santa Catarina, com base no plano diretor elaborado pela JICA, elaborou o PLADE, no final de 1992 (Frank, 1994: p.11). O PLADE foi uma proposta mais ampla do que o plano da JICA; tinha dois módulos: o primeiro era o “Plano Global contra as Enchentes”, e o segundo intitulava-se “Ecossistemas Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí-açu”. No entanto, Frank (1994: p.15) ressalta que para este segundo módulo não haviam metas estabelecidas nem recursos financeiros previstos. Ressalta ainda que o PLADE desconsiderou as “medidas não-estruturais”, como o “sistema de previsão e alerta de cheias” previsto na proposta da JICA. Por outro lado, chama a atenção para a pequena importância dada, tanto na proposta da JICA como no PLADE, à vegetação e ao uso do solo nas microbacias hidrográficas (op.cit.: p.21,22).

¹² De acordo com Cordero & Butzke (1995), medidas estruturais intensivas controlam o movimento das águas mediante obras de engenharia localizadas, como reservatórios, diques, *polders*, melhoramentos da seção do rio e canais paralelos ou de desvio. Já medidas estruturais extensivas tentam controlar o movimento das águas por meio de intervenções hidrogeológicas, como o reflorestamento e técnicas agrícolas adequadas. Medidas não-estruturais (Cordero & Butzke, 1995), por sua vez, têm como objetivo principal minimizar os danos das enchentes através de uma convivência harmoniosa do homem com o fenômeno enchente, sem intervenções no meio físico – por exemplo: sistema de alerta, sistema-resposta, carta-enchente, cota-enchente, seguro-enchente e educação.

¹³ À época, Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente.

¹⁴ Veja-se ata da Assembléia do Comitê realizada em 18 de maio de 1999, disponível em www.comiteitajai.org.br, link Comitê do Itajaí/atas das assembleias (ano 1999), acessado em 07.07.2005.

¹⁵ Este documento é citado, por exemplo, no Programa de Recuperação da Mata Ciliar (Frank, 2001) e no Projeto Piava (Frank, 2005b)

¹⁶ Veja-se, por exemplo: o documento que sintetiza os en-

Em 2001, principalmente a partir do momento em que se iniciou a discussão acerca das possibilidades de implantação da cobrança pelo uso da água, passou-se a considerar, no Comitê do Itajaí, a questão da qualidade de água. Esta discussão aconteceu porque, para que na Bacia do Itajaí algum município tivesse acesso aos recursos do Programa de Despoluição de Bacias lançado pela Agência Nacional de Águas, seria necessário prestar contas a essa mesma Agência sobre o andamento da gestão das águas nos moldes da Lei 9.433/97. Conforme as entrevistas realizadas e os documentos analisados, alguns dos pré-requisitos para concorrer aos recursos eram: a existência de um Comitê já constituído e a apresentação de um cronograma de implantação da cobrança pelo uso da água.

Embora o referido programa da Agência Nacional de Águas fosse voltado ao tratamento dos esgotos urbanos, na Bacia do Itajaí, a discussão sobre qualidade de água também foi feita enfocando-se o espaço rural da Bacia. Foi-se, assim, construindo a idéia de que seria necessário intervir neste espaço em função da baixa qualidade de água dos pequenos cursos d'água das áreas rurais, evidenciada em estudos técnico-científicos, especialmente no trabalho realizado por Locatelli (2003).

Dessa forma, a necessidade de intervenção nos espaços rurais passou a ser articulada com o apoio de um argumento que até então não era muito utilizado: o da necessidade de melhorar a qualidade da água. Quando as atenções do Comitê voltavam-se também à questão da qualidade das águas, a importância da relação mencionada foi enfatizada, sobretudo pelo Projeto Piava¹⁷, cuja execução iniciou-se em 2005.

¹⁸Em síntese, constatamos que, através de duas ênfases distintas e complementares, o espaço rural e

a relação ambiental dos agricultores em seus estabelecimentos rurais estiveram presentes de forma importante nas discussões que emergiram no processo de gestão das águas na Bacia do Itajaí.

Ou seja, as discussões e ações do Comitê do Itajaí diziam respeito ao espaço rural e, consequentemente, aos agricultores familiares que ali vivem. As informações coletadas evidenciam que a relação dos agricultores com o meio físico foi tomada como *objeto de conhecimento* necessário à gestão das águas na Bacia do Itajaí. Passou-se a articular um discurso em torno do modo como os agricultores em geral (e não apenas aqueles considerados usuários significativos da água) usam a terra, e a estabelecer instrumentos para tentar orientar esse uso. Como instrumentos, destacamos o “Programa de Recuperação da Mata Ciliar”, a tentativa de articulação com a Promotoria Pública para o estabelecimento de “Termos de Ajustamento de Conduta” e o “Projeto Piava”.¹⁹

Além do fato de que, no âmbito do Comitê do Itajaí, foi posta em evidência a relação dos agricultores com o meio físico, constatamos que os argumentos utilizados na construção dessas evidências foram sempre pautados no saber técnico-científico. Passamos, assim, a outro aspecto importante para análise dos *jogos de verdade* no qual estão inseridos os agricultores. No que concerne a este segundo aspecto, cabe a discussão proposta por Foucault a respeito da *objetivação do objeto* e da *subjetivação do sujeito*.

A esse respeito, destacamos que, além do fato de que a relação dos agricultores com o meio físico tenha sido abordada como objeto de conhecimento, esta abordagem se deu principalmente a partir de uma perspectiva técnico-científica. Salientamos que um dos critérios para participação no *Workshop*, organizado pelo Comitê do Itajaí, em conjunto com a SDS²⁰, para “discutir o Projeto JICA e formular novas diretrizes para o encaminhamento da questão das cheias no Vale do Itajaí partindo-se deste Projeto”²¹ era a “capacidade de decisão e ser conhecedores do

caminhamentos sugeridos no referido *workshop*, disponível em www.comiteitajai.org.br, link Comitê do Itajaí/deliberações 01Anexos Pacto.doc, acessado em 14.10.2005, o Programa de Recuperação de Mata Ciliar (Frank, 2001), e o Projeto Piava (FRANK, 2005b).

¹⁷ De acordo com Frank (2005a), o Projeto Piava foi uma iniciativa do Comitê destinada a viabilizar três das suas deliberações: A Semana d'Água (iniciada em 1999), a recuperação da mata ciliar (em andamento desde 2001) e a premiação anual de pessoas e entidades que se destacam em ações de conservação da água (iniciada em 2003) – note-se que duas das deliberações acima são decorrentes do Pacto. Este projeto contou com o patrocínio da Petrobrás Ambiental, tendo o contrato sido assinado em 02 de fevereiro de 2005.

¹⁸ Veja-se ata disponível em www.comiteitajai.org.br, link

gestão / Comitê do Itajaí / Assembléias / 2005, acessado em 25.07.2006.

¹⁹ Veja-se, respectivamente, Frank et al (2001), Frank & Schult (2001:97) e Frank (2005b).

²⁰ À época, Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente.

²¹ Conforme ata da Assembléia Geral Ordinária, realizada em 18 de maio de 1999, disponível em www.comiteitajai.org.br, link Comitê do Itajaí/atas das assembléias (ano 1999), acessado em 07.07.2005.

assunto²²”, de modo que a decisão final a respeito dos participantes do *Workshop* era prerrogativa da Secretaria Executiva do Comitê.²³

Os “usuários da água (e dos recursos naturais)” – entre os quais poderiam estar representantes dos agricultores da Bacia – não constavam da lista de pessoas a serem convidadas para o evento.

O referido *Workshop* resultou na elaboração do documento denominado “Pacto para prevenção e controle de cheias no Vale do Itajaí”, que passou a ser referenciado nas ações do Comitê. Ele é usado, por exemplo, como justificativa para a execução de programas como a Semana d’Água, o Programa de Recuperação da Mata Ciliar e o Projeto Piava.²⁴ Ou seja, constitui-se num documento com importantes desdobramentos para a relação entre a gestão das águas e a agricultura na Bacia.

Na Assembléia em que foi aprovado o documento “Pacto”, possíveis propostas complementares deveriam passar por posterior análise técnica. Ademais, textos publicados pelo Comitê do Itajaí a exemplo do material entregue aos participantes do Curso de Capacitação para Recuperação de Mata Ciliares²⁵ e da série publicada pelo Projeto Piava,²⁶ apresentam a relação entre agricultura e gestão das águas baseando-se em estudos científicos. Destaquemos também que textos acadêmicos (Maçaneiro, 2003; Locatelli, 2003) foram apresentados em Assembléias do Comitê, como maneira de capacitar os membros do Comitê e como subsídio para tomada de decisão.

Assim, simultânea e reciprocamente à *objetivação do objeto* (cf. Foucault, 2004a: p.235) a partir de uma perspectiva técnica, ocorreu o estabelecimento de pessoas com capacitação técnico-científica como *sujeitos legítimos* do conhecimento necessário à gestão das águas. O convite para elaboração das propostas a serem apresentadas nas Assembléias tem sido, em geral, feito às pessoas com capacitação técnica. Esta maneira de atuação no Comitê pode ser evidenciada

desde suas primeiras ações em torno do *Workshop* que resultou na elaboração do Pacto, até a elaboração do primeiro modelo de cobrança pelo uso da água; da concepção do Projeto Piava; da composição das Câmaras *Técnicas* e o início da formulação do Plano de Bacia. Depoimentos da Diretoria do Comitê registrados nas atas das Assembléias e nas entrevistas que realizamos, evidenciam a legitimidade conferida ao saber técnico-científico para elaboração das propostas. As pessoas convidadas pela Diretoria do Comitê a integrar os grupos de trabalho são aquelas que apresentam capacitação técnica considerada adequada. A exemplo da composição da CT Plan (Câmara Técnica de Planejamento), a escolha daqueles que poderão participar da elaboração das propostas fica, em geral, a cargo da Diretoria do Comitê. Assim, além do caráter técnico, as propostas que são aprovadas nas assembléias são encaminhadas por um grupo restrito de pessoas que foi pouco alterado desde o início do Comitê.

Acontece, então, o estabelecimento do que para Foucault (2004a: p.235) são os jogos de verdade: “as regras segundo as quais, a respeito de certas coisas, aquilo que um sujeito pode dizer decorre da questão do verdadeiro e do falso”. As pessoas com formação técnico-científica tornam-se, na Bacia do Itajaí, *sujeitos legítimos* do conhecimento necessário à gestão das águas.

Nos primeiros anos da formação do Comitê, quando a questão das cheias passou a ser tratada com o respaldo da legislação sobre recursos hídricos, a importância da relação do uso do solo com as enchentes fez com que, no seu regimento, a categoria de “usuários da água” aparecesse ampliada para “usuários da água e dos recursos naturais”. No entanto, posteriormente, para adequar o regimento do Comitê à Lei Federal 9.433/97 e às possibilidades de implantação dos instrumentos de gestão, a categoria “usuários” ficou restrita aos usuários da água. Dessa forma, as possibilidades de participação no fórum deliberativo para os agricultores familiares ficaram praticamente restritas aos agricultores que fizessem usos significativos da água, isto é, às atividades de rizicultura, piscicultura e suinocultura.

Essas alterações regimentais foram acompanhadas por discussões que tratavam de ressaltar que as implicações da gestão das águas se dariam apenas sobre os agricultores usuários, e por críticas a respeito de sua organização em entidades que não contemplassem os critérios propostos pelo regimento do Comitê, ou seja, que não os organizassem como usuários da

²² Conforme consta em relatório de Reunião da Secretaria Executiva do Comitê realizada em 04 de maio de 1999, disponível em www.comiteitajai.org.br, link comitê do Itajaí/diretoria (atas e relatórios 1999), acessado em 12.08.2004.

²³ Veja-se relatório da reunião da Secretaria Executiva do Comitê do Itajaí, realizada em 28 de maio de 1999, disponível em www.comiteitajai.org.br, link comitê do Itajaí/diretoria (atas e relatórios 1999), acessado em 12.08.2004

²⁴ Veja-se Frank (2001, 2005b).

²⁵ Veja-se Frank, Butzke & Zimmermann (2001).

²⁶ Veja-se Santos et al (2005) e Frank (2005b).

água. Por meio de discussões fundamentadas em dados técnico-científicos sobre o uso da água na agricultura, implícita e, às vezes, explicitamente, foi-se transmitindo a idéia de que os que contestavam a implantação da Lei 9.433/97 o faziam por falta de conhecimento a respeito das conseqüências/benefícios da mesma. Esse processo promoveu a incorporação da identidade de “usuários da água” aos agricultores; os agricultores passaram a argumentar que sua presença no Comitê devia-se ao fato de serem “usuários da água”, e passaram a verificar, entre seus pares, aqueles que cumpriam a condição legítima de “usuário” para fazer parte do Comitê.

No entanto, mesmo os agricultores que podem ser caracterizados como usuários da água, em seus depoimentos, mostraram-se preocupados com as implicações da gestão das águas para o estabelecimento rural a partir de sua articulação com a gestão ambiental, sobretudo com respeito à necessidade de recomposição da mata ciliar – ou seja, implicações que dizem respeito a todas as formas de agricultura.

Como resultado, ao se proceder a essa segmentação, legitimamente restringe-se a possibilidade de participação no fórum deliberativo dos agricultores que não são usuários, mas que são chamados a executar medidas de proteção ambiental com o fim último de melhorar a qualidade das águas e controlar as enchentes. As importantes ações de conservação ambiental, que dizem respeito à articulação da gestão das águas com a gestão ambiental e com a do uso do solo, não diriam mais respeito à gestão da água propriamente dita; nem, portanto, aos usuários da água. Poderiam, assim, ser tratadas legitimamente por um grupo de técnicos, com o respaldo da legislação pertinente. Constata-se, então, um segundo resultado da relação de poder estabelecida entre a Diretoria do Comitê e os agricultores: o reforço da legitimidade conferida aos grupos técnicos na elaboração das propostas de conservação ambiental.

Os dados obtidos em nossa pesquisa indicam que a legitimidade conferida ao saber técnico-científico faz com que tampouco os agricultores-membros e usuários significativos da água participem da elaboração das propostas. Eles não satisfariam a condição básica, considerada necessária à sua elaboração – possuir conhecimento técnico-científico.

A necessidade de ser detentor do conhecimento técnico-científico faz com que aos agricultores seja reservada a ação prática. A exemplo da condição de “usuários da água”, os agricultores-membros do Comitê do Itajaí também assumiram a condição de

“executores de propostas” elaboradas por aqueles que detêm o conhecimento técnico. Não repassavam a seus representados informações acerca das regras da gestão, apenas aspectos práticos daquilo que era discutido no Comitê, tais como a importância de melhorar o uso do solo, o cuidado com o uso de agrotóxicos, etc.. Essa atitude reforça a relação de poder estabelecida. Assim, além da incorporação da condição de usuários acontece na prática da participação uma separação entre “participação nas decisões” e “ação concreta”.

Dessa forma, a assunção da “condição de usuário da água” e da “condição de executores de propostas” são resultados do mesmo jogo de verdades, segundo o qual, mediante o conhecimento técnico-científico dos processos naturais (especialmente os hidrológicos) se estabelecem as perspectivas a partir das quais a relação do agricultor com o meio físico pode ser apreendida.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que concerne às possibilidades de decisão dos agricultores familiares na gestão das águas, a divisão entre “usuários e não usuários da água” caracteriza uma importante fragilidade do sistema de participação previsto na Política Nacional de Recursos Hídricos: as medidas conservacionistas dizem respeito a todos, mas as possibilidades de decisão nos fóruns deliberativos, apenas a alguns.

Ademais, pelo fato de que para a gestão das águas os aspectos da agricultura familiar que são oficialmente importantes diriam respeito apenas aos usos significativos da água, outras características desses grupos familiares não são discutidas. Ao se proceder a “objetivação do objeto” a partir de um enfoque técnico-hidrológico, é coerente que os sujeitos legítimos desse objeto sejam os técnicos detentores desse conhecimento. No entanto, o saber do agricultor compreende o conhecimento técnico necessário à produção agrícola e o conhecimento sobre o ambiente que o cerca, além de valores culturais e informações acerca de seu modo de vida. Sob o enfoque técnico, contudo, este saber e características culturais específicas desses grupos familiares – importantes para a gestão das águas – não adquirem visibilidade e importância: se os técnicos competentes não os consideram, o agricultor não está presente para apresentá-los.

Assumir a condição de passividade diante das dificuldades de legitimar suas opiniões reforça a

legitimação conferida ao saber técnico-científico e tende a concretizar o papel dos agricultores como meros executores das propostas elaboradas por técnicos considerados competentes. Da mesma forma, o fato de aceitar proceder à divisão entre “usuários e não usuários da água” legitima a concepção de que apenas os aspectos econômicos vinculados ao uso da água são importantes para os agricultores familiares quando se discute a gestão das águas.

Ressalte-se que não estamos questionando a importância da conservação ambiental (nem mesmo a legislação que a ampara) mas sim a possibilidade de sua construção coletiva, incluindo-se os mais diretamente envolvidos desde a etapa de elaboração das propostas e não apenas na sua execução. Outrossim, o reconhecimento do saber do agricultor no processo de gestão das águas significaria permitir a luta mais igualitária no momento do estabelecimento das verdades em torno das propostas de conservação das águas, com a consideração de conteúdos que

formam a tradição do “colono” – contrabalançando, eventualmente, a importância do conhecimento técnico-científico nas propostas elaboradas. Assim como o cidadão capacitado tecnicamente ao usar seu saber reproduz sua condição social, negar o saber do agricultor significa negar sua condição social, que não pode ser apreendida apenas tecnicamente.

A desconsideração do saber do agricultor (e das informações culturais que lhe são inerentes) leva ao desperdício de muitas informações locais, referentes ao próprio processo de conservação ambiental, que são conhecidas pelos agricultores. Descarta-se ainda a possibilidade de se envolver adequadamente os diferentes tipos de agricultores familiares e de se reverter processos como a expansão da monocultura de eucalipto em detrimento da vegetação nativa.

Referências

- BOHN, N. (coord.) **Comitê do Itajaí: instrumentos normativos da gestão de recursos hídricos**. Blumenau: FURB, 1999. 63p.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o artigo 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. In: SANTA CATARINA. **Leis, decretos, etc. Legislação sobre recursos hídricos**. Florianópolis: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente; Conselho Estadual de Recursos Hídricos, 1998. Tubarão: Ed. Universitária da UNISUL, 1998. 96 p., p. 10-29.
- CABRAL, O. R. **História de Santa Catarina**. Florianópolis: Secretaria da Educação e Cultura do Estado, 1968. 430p.
- CABRAL, O. R. **Brusque: subsídios para a história de uma colônia nos tempos do Império**. Brusque: Edição da Sociedade Amigos de Brusque, 1958. 327 p.
- CARDOSO, M. L. de M. **A democracia das águas na sua prática: o caso dos comitês de bacias hidrográficas de Minas Gerais**. 2003. 227f. Tese (Doutorado em Antropologia Social) - Programa de Pós-graduação em Antropologia Social, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- CORDERO, A. & BUTZKE, I. C. Cota-enchente para a cidade de Blumenau. **Revista Dynamis**, Blumenau, v.3, n.12, p. 27-32, jul./set. 1995.
- DAGNINO, E. (org.). **Sociedade Civil e Espaços Públicos no Brasil**. São Paulo: Paz e Terra, 2002. 364p.
- FRANK, B. Módulo I – Projeto Piava. In: SANTOS, D. S.; GHODDOSI, S. M.; IBBOTSON, D. P.; FRANK, B. (orgs.). **Recuperação de ambientes ciliares da bacia do Itajaí: orientações para os grupos de trabalho municipal**. Blumenau: IPA/FURB, 2005a. p.1-18. (Série Projeto Piava nº 4)
- FRANK, B. (org.) **Concepção do Projeto e das suas atividades**. (Série Projeto Piava nº 3). 2005b. 54p.
- FRANK, B.; BUTZKE, I. C. & ZIMMERMANN C. E. (orgs.) **Programa de recuperação da mata ciliar: capacitação de grupos de trabalho**. Blumenau: Comitê do Itajaí, 2001. 97p.
- FRANK, B. & SCHULT, S. M. Planejamento e gestão do roteiro de trabalho municipal. In: FRANK, B., BUTZKE, I. C. & ZIMMERMANN C. E. (orgs.) **Programa de recuperação da mata ciliar: capacitação de grupos de trabalho**. Blumenau: Comitê do Itajaí, 2001. p. 93-97.
- FRANK, B. O PLADE das obras e o PLADE necessário. **Revista Dynamis**, Blumenau, v.2, n.8, p. 11-36, jul./set. 1994.
- FOUCAULT, M. O sujeito e o poder. In: DREYFUS H. L. & RABINOW, P. **Michel Foucault: uma trajetória filosófica – para além do estruturalismo e da hermenêutica**. Rio de Janeiro: Forense Universitária. 1995. p. 231-249.
- FOUCAULT, M. A ética do cuidado de si como prática da liberdade. In: MOTTA, M. B. (org.) **Michel Foucault: Ética, sexualidade e política. Ditos e Escritos**. Vol V. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2004. p. 264-287.

FOUCAULT, M. Foucault. In: MOTTA, M. B. (org.) **Michel Foucault: Ética, sexualidade e política**. Ditos & Escritos. Vol V. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2004a. p. 234-239.

GOHN, M.G. **Conselhos gestores e participação sócio-política**. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2003. 120p.

GROSSELLI, R. M. **Vencer ou Morrer**. Camponeses trentinos (Vênetos e Lombardos) nas florestas brasileiras. Florianópolis: Editora da UFSC, 1987. 585p.

IBGE, 2004a. **Censo Agropecuário 1995-1996**. Tabela 11. (Dados obtidos com auxílio de funcionário da biblioteca do IBGE em Florianópolis/SC, em consulta pessoal realizada em maio de 2004).

IBGE, 2004b. **Censo Demográfico 2000**. (Dados obtidos com auxílio de funcionário da biblioteca do IBGE em Florianópolis/SC, em consulta pessoal realizada em maio de 2004).

LOCATELLI, N. D. **Uma contribuição a gestão de recursos hídricos na bacia do Itajaí: avaliação da qualidade das águas**. Blumenau: 2003. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

MAÇANEIRO, L. C. **O uso da água na rizicultura na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí: estudo de caso no Médio Vale**. 2003, 113f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

PIAZZA, W. **A colonização de Santa Catarina**. 2ª ed., revista e ampliada. Florianópolis: Lunardelli, 1988. 376p.

PIAZZA, W. **Santa Catarina: sua história**. Florianópolis: Editora da UFSC, Ed. Lunardelli, 1983. 750p.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Zoneamento ecológico-econômico – Vale do Itajaí**. Florianópolis, 1999. 170p.

SANTOS, D. S.; GHODDOSI, S. M.; IBBOTSON, D. P.; FRANK, B. (orgs.). **Recuperação de ambientes ciliares da bacia do Itajaí: orientações para os grupos de trabalho municipal**. Blumenau: IPA/FURB. 2005, 92p. (Série Projeto Piava nº 4).

SEYFERTH, G. Identidade camponesa e identidade étnica (um estudo de caso). In: **Anuário Antropológico/91**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1993. p.31-63.

_____. **A colonização alemã no Vale do Itajaí-mirim: um estudo de desenvolvimento econômico**. Porto Alegre: Editora Movimento, 1974. 159 p.

ULLER-GOMÉZ, C. **Agricultura familiar e participação na gestão das águas na Bacia do Itajaí (SC, Brasil)**. 2006. 295f. Tese (Doutorado em Ciências Humanas) – Programa de Pós-graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

VALENCIO, N. F. L. S. & MARTINS, R. C. Novas institucionalidades na gestão de águas e poder local: os limites territoriais da democracia decisória. **Interações Revista Internacional de Desenvolvimento Local**, Campo Grande/MS, v. 5, n. 8, p. 55-71, 2004.

WOORTMANN, K. "Com parente não se negueia". O campesinato como ordem moral. In: **Anuário Antropológico/87**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1990. p.11-73. Cíntia Uller-Gómez.

Cíntia Uller-Gómez Engenheira Agrônoma, Doutora em Ciências Humanas pelo PPGICH/CFH/UFSC. E-mail: cintiaug@yahoo.com.br.

Luiz Fernando Scheibe Professor titular do Departamento de Geociências e do PPGICH/CFH/UFSC, Florianópolis/SC. E-mail: scheibe@cfh.ufsc.br.

Maria José Reis Professora colaboradora do Programa de Pós-graduação em Antropologia Social/CFH/UFSC e Professora titular da UNIVALI/SC. E-mail: masereis@hotmail.com.

La reforma de la gestión del agua en el estado de Río Grande del Sur (Brasil), 1979-2006

Janine F. Haase
Ricardo A. Gutiérrez

RESUMEN: Este artículo analiza la reforma de la gestión del agua llevada a cabo en el estado Río Grande del Sur (Brasil) entre 1979 y 2006. Nuestro análisis se centra en el rol de los técnicos estaduais y su interacción con actores partidarios y organizaciones de la sociedad civil. Dados el constante cambio de gobierno y la baja prioridad gubernamental de la política hídrica, argumentamos que la actividad continua de un grupo de técnicos reformistas ha constituido el principal motor de la implementación gradual (aunque lenta e incompleta) del nuevo modelo de gestión hídrica. Argumentamos también que la activa participación de organizaciones sociales en el proceso de reforma se vio favorecida por el “aprovechamiento” deliberado que los técnicos hicieron de ella para obtener apoyo político para su proyecto de introducir un nuevo modelo de gestión hídrica.

PALABRAS CHAVES: Política de Recursos Hídricos, Burocracia, Participação Social, Rio Grande do Sul, Brasil

ABSTRACT: This article examines the water management reform undertaken in the state of Rio Grande do Sul (Brazil) between 1979 and 2006. Our analysis focuses on the role of state *técnicos* and their interaction with party actors and civil society organizations. In light of the constant party turnover and the low government priority of water issues, we argue that the gradual (though slow and incomplete) implementation of the water management reform was made possible by the constant activity of a group of reformist *técnicos*. We also argue that the active participation of civil society organizations was facilitated by the *técnicos*, who made use of that participation to gain political support for their project to introduce a new management model.

KEYWORDS: Water Resources Policy, Bureaucracy, Social Participation, Rio Grande do Sul, Brazil

INTRODUCCIÓN

En 1997, el Congreso brasileiro aprobó una nueva ley de recursos hídricos (Ley 9.433/97) con el objetivo de sustituir el modelo de gestión entonces vigente –centralizado, burocrático y sectorial– por un nuevo modelo basado en los principios de integración, descentralización y participación¹. La nueva ley sentó las bases jurídicas de un proceso nacional de reforma destinado a modificar significativamente tanto la gestión de las aguas federales como la de las aguas estaduais².

¹ Para una comparación de ambos modelos, cf. Lanna, 1995, 2000.

² La Constitución Federal de 1988 divide todos los cursos de agua en dos dominios exclusivos: federal y estadual. Esa división resulta en la distinción entre las cuencas hidrográficas federales y el sistema nacional de recursos hídricos, por un lado, y las cuencas hidrográficas estaduais y los sistemas estaduais de recursos hídricos, por el otro. La Constitución Federal de 1988

es ambigua en lo que respecta a la distribución de autoridad legislativa sobre recursos hídricos entre la unión y los estados. Mientras que el artículo 22 establece que es derecho *exclusivo* de la unión legislar sobre “agua”, el artículo 24 determina que es autoridad de la unión y de los estados legislar *concurrentemente* sobre “la defensa del suelo y los recursos naturales”. A pesar de esta ambigüedad, el espíritu del artículo 24 (i.e. la *doctrina de la legislación concurrente*) parece haber predominado entre los reformistas federales y estaduais (cf. Dewes, 2000:85). Además, el artículo 24 también establece, en párrafos 1 a 4, que “la autoridad de la unión se limita a establecer normas generales”, lo cual no “excluye la autoridad complementaria de cada estado”, mientras que “el predominio de la ley federal sobre las normas generales suspende la eficacia de la ley estadual”. Así, la Constitución Federal establece ambiguamente que la unión o bien tiene el poder de legislar exclusivamente sobre recursos hídricos, o bien, como en la práctica sucede, tiene la autoridad de legislar concurrentemente normas generales para la gestión de los recursos hídricos; de aquí la validez de la ley federal de las aguas (9.433/97) no sólo como una norma específica para

En la práctica, la implementación de la reforma de la gestión hídrica en los distintos estados brasileiros se ha caracterizado por una amplia variación temporal e institucional³. Entre los estados precursores de esa reforma se encuentra Río Grande del Sur, donde la ley estadual de recursos hídricos fue sancionada tres años antes que la ley federal 9.433/97 (ambas inspiradas en el modelo francés de gestión de cuencas) y donde los primeros comités estaduais (basados en ese mismo modelo) fueron creados aún más temprano, entre 1988 y 1989⁴. Dentro de la constelación de estados brasileiros, Río Grande del Sur se distingue también por la alta y activa participación de organizaciones de la sociedad civil en la creación y funcionamiento de los comités de cuenca. Ambos elementos hacen de Río Grande del Sur un caso interesante para evaluar, no sólo el grado de avance de la actual reforma hídrica, sino también el alcance y las potencialidades de la participación de usuarios y representantes de la sociedad civil en la gestión de recursos hídricos – uno de los pilares del nuevo modelo a ser implantado.

El objetivo de este trabajo es analizar las principales características y variaciones de la política hídrica del estado de Río Grande del Sur entre 1979 y 2006, prestando especial atención al rol de los técnicos estaduais y su interacción con actores partidarios y organizaciones de la sociedad civil⁵. Dados el constante cambio de gobierno y la baja prioridad política de la política hídrica, argumentamos que la actividad continua de un grupo de técnicos reformistas ha constituido el principal motor de la implementación gradual (aunque lenta) del nuevo modelo de gestión hídrica. Entendemos incluso que la activa participación de organizaciones sociales en el proceso de reforma se vio favorecida no sólo por la disposición de los técnicos a colaborar con esas organizaciones, sino también por el “aprovechamiento” deliberado

que éstos hicieron de ella para obtener apoyo político para su proyecto de reformar el modelo de gestión hídrica.

Considerando sus aspectos institucionales y legales, el proceso de reforma de la gestión hídrica de Río Grande del Sur puede ser dividido en tres fases: la primera abarca el período previo a la aprobación de la ley 13.350/97 (la llamada Ley Gaucha de las Aguas), cuando fueron creados los comités Sinos, Gravataí y Santa María y fue formulado el nuevo modelo de gestión; la segunda comprende el inicio de la implementación del Sistema Estadual de Recursos Hídricos (SERH), antes de la creación de la Secretaría Estadual de Medio Ambiente (SEMA); la última fase corresponde a la implementación del sistema después de la creación de la SEMA y la vinculación del sistema a esa secretaria.

Las secciones 2 a 4 analizan cada una de esas fases explorando tres ejes de análisis: la importancia del papel de los técnicos en el proceso; el origen “doble” de la participación de la sociedad civil, considerando la emergencia de una movilización social en torno a cuestiones hídricas y el modo en que algunos técnicos supieran aprovecharla para implantar un nuevo sistema de gestión; y la influencia de los cambios de gobierno y de cuestiones político-partidarias en el desarrollo del proceso de reforma. La quinta sección ofrece una evaluación del proceso de reforma de la gestión hídrica de Río Grande del Sur y presenta conclusiones específicas sobre el rol de los agentes estatales, la participación de las organizaciones de la sociedad civil y la influencia de los cambios de gobierno y de las cuestiones partidarias.

Metodológicamente, este trabajo se apoya en un estudio de caso basado en tres técnicas para la recolección de información: entrevistas en profundidad, análisis documental y observación participante. Un total de 62 entrevistas fueron realizadas, entre Julio de 2001 y Mayo de 2005, con participantes claves del proceso de reforma: altos oficiales del gobierno estadual (vg. secretarios, directores de departamento), empleados del servicio civil pertenecientes a diferentes agencias vinculados con la gestión de recursos hídricos (vg. recursos hídricos, medio ambiente, obras públicas, saneamiento, planificación), pequeños y grandes usuarios pertenecientes a distintos sectores (vg. agricultura, saneamiento, industria), organizaciones de la sociedad civil (vg. ONGs ambientalistas, asociaciones profesionales, asociaciones comunitarias) e investigadores universitarios y con-

la gestión de las aguas federales sino también como un marco general para la gestión de las aguas estaduais.

³ Para una visión general de la reforma hídrica en Brasil, cf. ANA, 2002; Barth, 2003; Lobato, 2003; Formiga Johnsson & Lopes, 2003; Conca, 2006:257-310.

⁴ Para un análisis general del modelo francés desde una visión comparativa, cf. Lanna, 1995, 2000; Barraqué, 1997. Para una comparación entre el modelo francés y el modelo de Río Grande del Sur, cf. Cánepa et al., 2001:1525; Génin, 2005.

⁵ Los técnicos constituyen un tipo especial de burócratas definidos del siguiente modo: “1) empleados del servicio civil que poseen 2) posiciones de nivel medio funcionalmente vinculadas con su 3) formación científica o profesional” (Gutiérrez, 2006:2).

sultores privados especializados en recursos hídricos o áreas conexas⁶.

La información recabada mediante las entrevistas fue contrastada y enriquecida con un exhaustivo análisis documental (leyes, decretos, resoluciones, informes y estudios) y con la observación participante de reuniones formales e informales del Consejo Estadual de Recursos Hídricos y de varios comités de cuenca. Adicionalmente, la participación de uno de los autores en el proceso de reforma como integrante de una de las organizaciones del sistema estadual de recursos hídricos permitió complementar la investigación de campo desde la perspectiva y la experiencia de un *insider*.

PRIMERA FASE: FORMULACIÓN DEL NUEVO MODELO Y CREACIÓN DE LOS PRIMEROS COMITÉS (1979-1994)

En los años 1970s, comenzó a difundirse en Brasil la idea de tomar la cuenca hidrográfica como unidad de gestión de los recursos hídricos. El gobierno federal instituyó, para esa época, colegiados interinstitucionales para el estudio integrado de algunas de las principales cuencas federales del país, bajo la coordinación del Departamento Nacional de Aguas y Energía Eléctrica (DNAEE). Aún sin ser federal, la cuenca del Lago Guaíba fue contemplada con la creación del Comité Ejecutivo de Estudios Integrados del Guaíba (CEEIG) en 1979. De carácter consultivo, el CEEIG sólo operó hasta comienzo de los años 1980s. A pesar de su pronta desactivación, el CEEIG fue el primer ámbito institucional en el cual los expertos que liderarían el proceso de reforma (en su mayoría técnicos estaduais) comenzaron a interactuar y a discutir nuevas ideas para la gestión de los recursos hídricos⁷.

⁶ La investigación de campo que hizo posible este artículo fue realizada en el marco de un amplio estudio comparativo titulado *Projeto Marca D'Água*. El *Projeto Marca D'Água*, pensado para durar de 5 a 10 años, tiene por objetivo investigar los aspectos institucionales y sociales de la creación y operación de comités de cuenca en distintas regiones de Brasil (cf. Formiga Johnsson & Lopes, 2003). Entre 2001 y 2005, las actividades del *Projeto Marca D'Água*, incluida nuestra investigación de campo, fueron financiadas por las siguientes instituciones: John D. and Catherine MacArthur Foundation, William and Flora Hewlett Foundation, The Johns Hopkins University's Center for a Livable Future y el Conselho Estadual de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

⁷ De acuerdo con las actas de las reuniones del Comité, participaron de los trabajos en el período 1979-82, entre otros, Maria

En 1981, el gobierno estadual creó el Sistema Estadual de Recursos Hídricos (Decreto 30.132/81), cuyo órgano principal era un consejo con funciones consultivas –CONRHIRGS–, constituido exclusivamente por órganos públicos de las esferas estadual y federal e inicialmente vinculado con la Secretaría de Planificación. Según Cánepa & Grassi (2000), ese consejo habría sido creado por influencia de usuarios ligados a la agricultura irrigada, los que tenían interés en un préstamo del Ministerio de Agricultura supeditado a la existencia de un sistema y de un plan de recursos hídricos.

Si bien el CONRHIRGS en la práctica no funcionó hasta fines de los años 1980s, su creación en 1981 fue importante en la puesta en marcha de la reforma por dos motivos. En primer lugar, porque el decreto de creación del consejo ya contenía, aunque en forma embrionaria, varios de los elementos que luego compondrían el nuevo modelo de gestión. Además de la creación del CONRHIRGS, el Decreto 30.132/81 estipulaba la creación del sistema estadual de recursos hídricos, la planificación integrada, la elaboración de un plan estadual de recursos hídricos y la formación de comités de cuenca – elementos todos que, con variaciones, integrarían más tarde la nueva legislación hídrica estadual y federal. En segundo lugar, porque ese mismo decreto creaba los espacios institucionales que luego serían utilizados por los reformistas en ciernes para introducir el nuevo modelo – i.e. la Secretaría Ejecutiva y la Comisión Consultiva del CONRHIRGS. Pese a ser órganos subordinados, la Secretaría Ejecutiva y la Comisión Consultiva funcionaron más activamente que el propio consejo durante los años 1980 y se convirtieron de hecho en ámbitos donde técnicos y especialistas de distintas organizaciones comenzaron a interactuar y a intercambiar conocimiento y experiencias. De allí saldría el grupo de reformistas (luego bautizados como los “padres de la reforma”) que darían impulso a la creación de los primeros comités de cuenca y después redactarían la ley estadual de las aguas.

En 1985, ya bajo el primer gobierno estadual democrático (Jair Soares/PDS), fue formado, por iniciativa del Secretario Ejecutivo del CONRHIRGS, un grupo de trabajo para “promover los estudios necesarios para la definición de instrumentos jurídicos administrativos en vista al disciplinamiento del uso de las aguas públicas del estado” (Diario Oficial,

L. Coelho Silva (FEPAM), Paulo Paim (METROPLAN), Rogério Dewes (DNAEE) y A. Eduardo Lanna (IPH).

17/12/85)⁸. Si bien llegó a reunirse algunas veces, ese grupo no alcanzó resultados efectivos.

A fines de 1987, ya bajo el gobierno de Pedro Simón (PMDB), la diputada Hilda de Souza (PMDB) elaboró una primera ley de aguas (Ley 8.735/88) con el asesoramiento, según testimonio de entrevistados, de Luiz Grassi (CORSAN) y Verena Nygaard (Procuraduría-General de Estado). Se trataba de una ley genérica que establecía principios y normas básicas para el uso y protección de las aguas del estado, pero cuya gran contribución para el proceso de reforma fue la definición de un plazo para que el poder ejecutivo elaborase el Plan Estadual de Recursos Hídricos. Según varios entrevistados, en esa época el CONRHIRGS se concentraba en desarrollar estudios para la construcción de diques destinados a la agricultura irrigada y la idea de la Comisión Consultiva de crear un sistema integrado y participativo aun no hacía parte de la agenda del consejo.

Simultáneamente, en las cuencas de los dos ríos más contaminados del estado (Sinos y Gravataí), se registraban algunas movilizaciones de la sociedad para discutir la situación de los recursos hídricos, al mismo tiempo que surgían nuevas iniciativas dentro de algunos órganos estaduais preocupados con la calidad de las aguas de esos ríos, como la CORSAN, la FEPAM y la METROPLAN. Progresivamente, representantes de organizaciones de la sociedad civil y técnicos estaduais comenzaron a interactuar en un proceso que desembocaría en la creación de los primeros comités de todo el país inspirados en el modelo francés, bien antes de la promulgación de la ley estadual de las aguas en 1994 y de la de la ley federal en 1997.

La preocupación con la calidad de las aguas del río Sinos era antigua. A partir de 1985, el movimiento ecológico de la región comenzó una intensa campaña de movilización con el apoyo de las iglesias católica y luterana. Según Haase (2002), varios factores instigaron el proceso de formación del comité: el activismo de los ambientalistas; las denuncias en los diarios; la campaña SOS Río dos Sinos, del Grupo Editorial Sinos; la campaña Sinos Que Te Quero Vivo, promovida por las ONGs ambientalistas UPAN e Movimento Roessler; la intensificación de

la fiscalización industrial en la región por parte de la FEPAM; y la presión del ministerio público – todo ello culminando en la realización de un seminario en la universidad regional, UNISINOS, durante el cual se formalizó la propuesta de crear un comité de cuenca. Según su primer presidente, el comité fue fundado como respuesta a la necesidad de crear un espacio interinstitucional que coordinase los esfuerzos de recuperación del río.

El Comité Sinos fue oficialmente instalado en marzo de 1988 (Decreto 32.774/88), tratándose del primer comité del país creado con base en el modelo francés (Haase & Silva, 2003). Participaron del proceso de creación del comité el gobierno estadual (a través de CORSAN, METROPLAN y FEPAM) y representantes del Grupo Editorial Sinos, la UNISINOS, ONGs ambientalistas y el sector industrial.

El segundo comité a ser creado tuvo un origen semejante. El Comité Gravataí nació como resultado de la iniciativa e interacción de dos grupos (técnicos estaduais y representantes de ONGs ambientalistas) preocupados con la grave contaminación del río Gravataí y la destrucción de los bañados de la cuenca. Por un lado, entre 1979 y 1986, surgieron dos organizaciones ambientalistas locales cuyos integrantes, particularmente preocupados con la degradación ambiental de los bañados provocada por el cultivo de arroz, luchaban por la construcción de un dique que permitiese la restitución parcial de sus características originales⁹.

Paralelamente, técnicos vinculados con la gestión de las aguas también veían con preocupación el estado de degradación de la cuenca, iniciando, en la segunda mitad de los años 1980s, una interacción con los ambientalistas en busca de una solución integral para los problemas de la cuenca. Fue realizado entonces un seminario promovido por la agencia estadual de planificación metropolitana (METROPLAN) y la Asociación de Ex-Becarios de Alemania (AEBA), resultando en la creación del Comité Gravataí en febrero de 1989 (Decreto 33.125/89)¹⁰.

⁸ Entre otros, integraban ese grupo Verena Nygaard (Procuraduría-General) y Maria L. Coelho Silva (Secretaría da Salud y Medio Ambiente). Según testimonio de entrevistados, también hicieron parte del grupo Luiz Grassi (CORSAN) y Ronaldo Néri y Eduardo Zorrilla (Secretaría Ejecutiva del CONRHIRGS).

⁹ Según Gutiérrez (2001), la mayoría de los miembros del comité entrevistados afirma que el dique fue una bandera de lucha con la cual los ambientalistas consiguieron movilizar la opinión pública, realizando inclusive una "procesión ecológica" con la participación de aproximadamente 10.000 personas en pleno gobierno militar, cuando las manifestaciones políticas estaban prohibidas.

¹⁰ Participaron de la comisión organizadora y de la comisiones temáticas del seminario, 40 técnicos, entre ellos: Luiz Grassi (CORSAN), Enio Hausen (AEBA/METROPLAN), Paulo Paim

Ya creados los comités Sinos y Gravataí, en 1989 un grupo de técnicos y otros expertos organizó un seminario donde fueron presentadas varias experiencias de otros países referidas a gestión del agua¹¹. Ese grupo continuó luego profundizando el estudio de modelos de gestión de otros países. Según testimonio de uno de sus miembros,

en determinado momento alguien se dio cuenta de que ya existía un Consejo de Recursos Hídricos y una ley sobre las aguas y que ellos, por tanto, deberían ser accionados.¹²

Los técnicos buscaron entonces el apoyo de sus organizaciones y solicitaron al entonces secretario del CONRHIRGS, Rogério Porto, la revitalización de la Comisión Consultiva. Bajo la presidencia de Adalberto Pereira de Souza (DNAEE), nuevos miembros fueron incorporados a la Comisión (llegando a representar más de treinta organizaciones) para ampliar el espacio de discusión e intercambio. En la época, la principal tarea encomendada a la Comisión fue elaborar el Plan Estadual de Recursos Hídricos, pero en la práctica la Comisión funcionó como el “embrión” de la futura ley estadual de las aguas.

En la constitución estadual de 1989 fue incluido un artículo (Art. 171) que instituyó el Sistema Estadual de Recursos Hídricos, adoptó la cuenca hidrográfica como unidad básica de planificación y definió criterios de otorga de uso y de tarificación del agua. El artículo 171 fue propuesto y luego defendido por miembros de la Comisión Consultiva, lo cual indica que, para 1989, el grupo de expertos reformistas que se habían agrupado en torno a dicha Comisión ya estaban preparados para formular una ley de las aguas inspirada en el modelo francés (Gutiérrez, 2006:132-33). Así, mientras los primeros comités creados representaban la “práctica” del nuevo modelo de gestión, la Comisión Consultiva proveía la “teoría”.

En 1991, hubo un nuevo cambio de gobierno: del PMDB al PDT. Gracias a sus contactos con el PDT, Rogério Dewes, técnico del DNAEE y miembro de la Comisión Consultiva, fue elegido para comandar

la Secretaría Ejecutiva del CONRHIRGS. Dewes convidó a otro integrante de la Comisión Consultiva para trabajar con él en la Secretaría Ejecutiva: Paulo Paim, técnico de la METROPLAN.

Dewes convenció al nuevo presidente del CONRHIRGS (De Biaggi) de que, tal como había sido recomendado por la Comisión Consultiva, debía formularse una ley estadual de las aguas. Consecuentemente, el presidente del CONRHIRGS nombró, por sugerencia de Dewes, un grupo de expertos (en su mayoría técnicos estaduais) para formular un proyecto de ley en octubre de 1991. Ese grupo (más tarde reconocido como los “padres de la reforma”) estaba integrado por siete expertos que representaban distintas organizaciones: Antonio Lanna (profesor e investigador del IPH), Luiz Grassi (técnico de la CORSAN), y Eugênio Cánepa (técnico de la CIEN-TEC) en representación de la Comisión Consultiva; Rogério Dewes (técnico del DNAEE) y Paulo Paim (técnico de la METROPLAN) en representación de la Secretaría Ejecutiva; Maria Lúcia C. Silva en nombre de la FEPAM; y Verena Nygaard en nombre de la Procuraduría General de Estado.

Para mediados de 1992, el proyecto de ley ya estaba listo y fue enviado al poder ejecutivo. Se suponía que el proyecto debía ser revisado por distintos departamentos dentro del ejecutivo y luego sería eventualmente enviado a la legislatura. Los autores del proyecto esperaban ser consultados por el poder ejecutivo y por la legislatura para discutir el proyecto. Mientras se preparaban para el debate legislativo, realizaron varias reuniones con organizaciones sociales y agencias estatales para discutir el borrador entre 1992 y 1993. De hecho, algunos de ellos pensaban que una amplia negociación en la legislatura sería beneficiosa en la medida en que aumentaría el apoyo político de la ley de las aguas y sus chances de implementación, aun si debían ser introducidas algunas enmiendas al proyecto original. Sin embargo, la discusión legislativa nunca tuvo lugar.

A pesar del interés inicial del secretario de Obras Públicas y Saneamiento, a la sazón presidente del CONRHIRGS¹³, pronto fue evidente que la ley de las aguas no era una prioridad en la agenda del gobierno. El proyecto “fue guardado en un cajón” por un

(METROPLAN), Janine Haase (FEPAM) y Rogério Dewes (DNAEE).

¹¹ Entre los técnicos presentes, E. Cánepa (CIEN-TEC) presentó el caso francés, Z. Simon (CORSAN) el de Inglaterra y L. Grassi (CORSAN) el de los Estados Unidos.

¹² Entrevista de los autores con Luiz Grassi realizada en Porto Alegre el 3 de junio de 2004.

¹³ En 1986, la presidencia del CONRHIRGS fue transferida de la Secretaría de Planificación a la Secretaría de Interior, Desarrollo Regional y Obras Públicas, más tarde convertida en Secretaría de Obras Públicas y Saneamiento (Decreto 32.256/86).

par de años y sus autores no pudieron hacer mucho para sacarlo de allí. Sorpresivamente, a mediados de 1994, el poder ejecutivo envió a la legislatura un “paquete de leyes” conteniendo el proyecto de ley de las aguas y otros dos proyectos referidos a la construcción y privatización de sistemas de irrigación. El secretario de Obras Públicas tenía mucho interés en que las leyes de los sistemas de irrigación fuesen aprobadas y de algún modo había especulado que esas leyes tendrían más chances de ser aprobadas si eran presentadas juntas con el proyecto de ley de las aguas. Y no estaba equivocado. Algunos legisladores, especialmente del PT, se interesaron en la ley de las aguas pero se oponían a la construcción y privatización de sistemas de irrigación. El partido gobernante (PDT) y el PT finalmente llegaron a un acuerdo y el paquete de tres leyes fue unánimemente aprobado y sin discusión alguna de su contenido específico el 28 de diciembre de 1994, esto es, escasos días antes del final de la gestión del PDT.

SEGUNDA FASE: PRIMEROS PASOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA LEY GAUCHA DE LAS AGUAS (1995-1998)

El Cuadro 1 presenta una descripción sucinta de la Ley 10.350/94, también llamada Ley Gaucha de las Aguas – principios, directrices, integrantes del sistema estadual e instrumentos de planificación y gestión. Aprobada esa ley en el minuto final del gobierno del PDT, la nueva administración debía ahora encarar su implementación.

Las elecciones estaduais de 1994 implicaron un nuevo cambio de gobierno. En 1995 el Gobernador Collares (PDT) fue reemplazado por Antônio Britto (PMDB). Al igual que en 1991, este nuevo cambio de gobierno no perjudicó la continuidad de la causa reformista. Paulo Paim (un técnico de la METROPLAN que en 1991 había sido “cedido” a la Secretaría Ejecutiva del CONRHIRGS) había colaborado como asesor ambiental de la campaña electoral de Britto. A cambio, el Gobernador Britto lo nombró, según parece por pedido del propio Paim, Secretario Ejecutivo del nuevo Consejo Estadual de Recursos Hídricos (CRH), sucesor del CONRHIRGS. Simultáneamente, Britto creó, en cumplimiento de la ley de las aguas, el Departamento de Recursos Hídricos y Saneamiento, vinculado a la Secretaría de Obras Públicas y Saneamiento. El nuevo departamento tenía dos divisiones, Saneamiento y Recursos Hídricos, y Britto nombró al Secretario Ejecutivo saliente,

Rogério Dewes, al frente de la División de Recursos Hídricos. Adicionalmente, Luiz Grassi negoció su transferencia desde la CORSAN hacia la oficina de la Secretaría Ejecutiva. Así, gracias a esas *trocadinhas*, las mismas personas que se habían puesto al frente del área de recursos hídricos durante la gestión del PDT continuaron en esa posición durante la nueva gestión del PMDB, garantizando de ese modo la continuidad de la reforma.

Después de la aprobación de la ley estadual de las aguas, la Secretaría Ejecutiva del CRH tenía que enfrentar dos importantes tareas de implementación: 1) la creación de nuevos comités y de las agencias de región hidrográfica y 2) la aplicación de los instrumentos de gestión estipulados por la ley de las aguas. Las restricciones presupuestarias del gobierno estadual y la baja prioridad de recursos hídricos en la agenda del gobierno hacían prever que este último no autorizaría la implementación de aquellos elementos del nuevo modelo de gestión que serían más costosos, tanto en términos financieros como políticos. Así, la Secretaría Ejecutiva decidió focalizarse en la formación de nuevos comités y en la implementación de la clasificación de las aguas, posponiendo la creación de las agencias y la aplicación de cruciales instrumentos de gestión como los planes de cuenca y la cobranza.¹⁴

¹⁴ De ese modo, los reformistas gauchos se distanciaron de la experiencia francesa, donde la creación de las agencias de agua fue concomitante con (y quizás más importante que) la creación de los comités – de hecho, el modelo francés es usualmente referido como el “modelo de las agencias de agua” (cf. Barraqué, 1997, 1999). El funcionamiento de las agencias de agua y la implementación de la cobranza eran tan fundamentales en la experiencia francesa como en el nuevo modelo gaucha: la cobranza era concebida como el mecanismo financiero que garantizaría la operación efectiva de los comités, y las agencias de agua debían ser las encargadas de implementarla siguiendo las instrucciones de los comités. Así, tanto los reformistas franceses como los gauchos tuvieron que lidiar con el mismo desafío inicial: ¿cómo crear las agencias de agua toda vez que se suponía que las agencias debían ser financiadas a través de la cobranza y que la cobranza debía ser implementada a través de las agencias? En teoría, había (y todavía hay) dos posibles salidas de este círculo vicioso: o bien el gobierno financia la creación y operación de las agencias hasta que la implementación plena de la cobranza es alcanzada, o bien el gobierno comienza a implementar una cobranza inicial con el objetivo de reunir fondos para poner en marcha los comités y las agencias. Mientras que en Francia se optó por la segunda solución, ambas opciones fueron descartadas en Río Grande del Sur por ser políticamente inviables: el gobierno no podía (o no estaba dispuesto a) afrontar

CUADRO 1

Descripción sucinta de la Ley 10.350/94

59

La Política Estadual de Recursos Hídricos adopta los siguientes **principios**: cuenca hidrográfica como unidad básica de intervención; compatibilización del desarrollo económico e social con la protección ambiental; otorga y cobranza por el uso del agua.

Son **directrices** de esa política: descentralización; participación comunitaria a través de la creación de Comités de Gerenciamiento de Cuencas Hidrográficas, integración de la gestión de los recursos hídricos y de la gestión ambiental; articulación del Sistema Estadual de Recursos Hídricos con el sistema nacional homónimo y con otros sistemas estaduais y actividades afines; compensación financiera a los municipios que sufran perjuicios resultantes de la inundación de áreas por embalses o restricciones decurrentes de leyes de protección a los manantiales; incentivo financiero a los municipios afectados por áreas de protección ambiental de especial interés para los recursos hídricos.

Integran el **SERH**: El Consejo de Recursos Hídricos (CRH), el Departamento de Recursos Hídricos (DRH), los Comités de Gerenciamiento de Cuenca Hidrográfica y las Agencias de Región Hidrográfica, además del órgano ambiental del estado.

El **CRH** es la instancia deliberativa superior del sistema, siendo constituido por Secretarios de Estado y tres representantes de los comités, uno por cada región hidrográfica. Sus competencias incluyen la propuesta de modificaciones en la política estadual; la apreciación y seguimiento del Plan Estadual; la aprobación de informes anuales sobre la situación de los recursos hídricos, de los criterios de otorga y de los reglamentos de los comités; la decisión en última instancia sobre los conflictos en torno al uso del agua. Será asistido en sus funciones administrativas por una **Secretaría Ejecutiva** y en sus funciones técnicas por el DRH.

Al **DRH** compete: elaborar, coordinar y monitorear la ejecución del Plan Estadual, a través de la propuesta de criterios de otorga de uso; reglamentar y coordinar la operación de los equipamientos y mecanismos de gestión (redes y bancos de datos hidrometeorológicos y catastro de usuarios; elaborar el informe anual sobre la situación de los recursos hídricos.

Los Comités de Cuenca son constituidos por tres grupos:

1. Usuarios de agua (40 %) – individuos, grupos, entidades públicas y privadas y colectividades que usan los recursos hídricos como insumo productivo o para consumo final, como receptor de residuos o como medio de soporte de actividades de producción y consumo.
2. Población de la cuenca (40 %) – poderes legislativos municipales o estaduais y organizaciones y entidades de la sociedad civil.
3. Administración directa estadual y federal (20 %) – órganos relacionados con recursos hídricos, exceptuados los que poseen competencias de otorga de uso de agua o licenciamiento ambiental, los que tienen asiento y participan de las deliberaciones, pero sin voto.

Los comités serán presididos por uno de sus integrantes pertenecientes a los grupos 1 y 2.

Las atribuciones de los comités incluyen: aprobación y monitoreo del Plan de Cuenca, así como de los valores a ser cobrados y de los programas de inversión en servicios y obras de interés de la cuenca; conocimiento y apreciación del Plan Estadual y del informe anual sobre la situación de los recursos hídricos; propuesta al órgano competente de clasificación de los cuerpos hídricos en clases de uso y conservación; compatibilización en primera instancia de los eventuales conflictos de uso.

Las **Agencias de Región Hidrográfica** serán instituciones de la administración indirecta del estado con las siguientes atribuciones: asesorar técnicamente a los comités en las propuestas referentes a los Planes de Cuenca y Estadual; asistir a los comités con los estudios necesarios para la propuesta de clasificación, la fijación de los valores de cobranza y prorrateo de costos; asistir al DRH en la elaboración de informes anuales sobre la situación de los recursos hídricos y del Plan Estadual; mantener y operar los equipamientos y mecanismos de gestión; recaudar y aplicar los recursos correspondientes a la cobranza, de acuerdo con el respectivo Plan de Cuenca. El estado fue dividido en tres regiones hidrográficas: Uruguay, Guaíba y Litoral.

La **FEPAM**, órgano ambiental del estado, tiene la atribución de aprobar las propuestas de clasificación de los cuerpos de agua elevadas por los comités, así como conceder otorga en lo referente a las condiciones cualitativas de los recursos hídricos.

De los **instrumentos de planificación y gestión**:

El **Plan Estadual de Recursos Hídricos** (PERH) deberá ser instituido por ley, debiendo contar con los siguientes elementos constitutivos: traducción de los objetivos de la política estadual en metas a ser alcanzadas en plazos definidos; inventario de las disponibilidades y demandas, así como de los conflictos existentes; proyección de los usos y disponibilidades y previsión de los conflictos potenciales; directrices para la otorga y cobranza por el uso del agua.

Los **Planes de Cuenca Hidrográfica** deberán tener como elementos constitutivos: los objetivos de calidad a ser alcanzados en determinado horizonte (clasificación); los programas de intervención estructural y no estructural y sus respectivos esquemas de financiamiento, a través de la determinación de los valores a ser cobrados, del prorrateo de costos y de la previsión de otros recursos complementarios.

Requerirá **otorga** cualquier emprendimiento o actividad que altere la cantidad o calidad de las aguas, a excepción de los usos de carácter individual para satisfacción de las necesidades básicas de la vida. La otorga estará condicionada a las prioridades de uso establecidas por los planes de recursos hídricos y será emitida por el DRH, en lo referente a los aspectos cuantitativos, y por el órgano ambiental, en lo referente a los aspectos cualitativos.

La **cobranza** será aplicada tanto por la derivación de agua como por el lanzamiento de efluentes, estando sus valores establecidos en los Planes de Cuenca. Los valores recaudados serán aplicados exclusivamente en la cuenca de origen, de acuerdo con las intervenciones previstas en los respectivos Planes de Cuenca. Hasta 8 % de esos recursos podrán ser destinados al costeo del Comité y de la Agencia y hasta 2 % podrá ser destinado al costeo de actividades de monitoramiento y fiscalización desarrolladas por el órgano ambiental en la propia cuenca.

El **prorrateo de costos** de obras de uso múltiple o de interés común o colectivo deberá ser negociado en el ámbito del Comité, según criterios y normas a ser reglamentadas.

La **clasificación** de los cuerpos de agua en clases de uso y conservación será propuesta por los comités de cuenca al órgano competente.

Al priorizar la creación de más comités, la Secretaría Ejecutiva no sólo optaba por la estrategia de implementación menos costosa y menos controvertida, sino que también buscaba estimular la movilización social y fortalecer el apoyo social y local de la reforma. Para ello, los reformistas contaban con la contribución del reformulado Fondo de Recursos Hídricos (FRH)¹⁵. Los recursos obtenidos a través del FRH estaban lejos de compensar la falta de cobranza pero ayudaron a financiar algunos ítems mínimos tales como la creación y los costos operacionales de los comités y la realización de estudios diagnósticos de las cuencas del estado.

Para promover la creación de nuevos comités, la Secretaría Ejecutiva siguió una metodología de movilización que típicamente incluía los siguientes pasos: 1) identificación de actores locales que luego liderarían el proceso de movilización; 2) formación de una comisión pro-comité con la participación de actores sociales locales que debían representar la configuración socio-política específica de cada región; 3) eventos de diseminación y movilización organizados por la comisión pro-comité con la asistencia de la Secretaría Ejecutiva; 4) definición de la composición del comité; 5) aprobación de la composición del comité por parte del CRH; 6) organización y realización de elecciones entre organizaciones pre-registradas a tales efectos; 7) creación del comité mediante decreto del Gobernador; 8) elección de la comisión directiva del comité y aprobación del estatuto. Mientras el tercer comité (Comité Santa María) había sido creado en 1994, aun antes de la sanción de la ley estadual de las aguas, cuatro comités (Taquarí-Antas, Caí, Guaíba y Pardo) *plus* varias comisiones pro-comité fueron creados entre 1995 y 1998.

la creación de nuevas agencias burocráticas y tampoco apoyaría la imposición en los usuarios de una tarifa de servicio que muy difícilmente era distinguida de un nuevo impuesto (cf. Cánepa et al., 2001:4; Gutiérrez, 2006:145-51).

¹⁵ El FRH fue creado en 1989 con el objetivo de financiar servicios de ingeniería y obras para aprovechamiento de los recursos hídricos, con fuerte énfasis en la agricultura irrigada (Ley 8.850/89). En 1995, los objetivos del FRH fueron reformulados de modo de incluir la organización de eventos y estudios necesarios para la implementación del sistema estadual de recursos hídricos a través de la Secretaría Ejecutiva del CRH (Decreto 33.282/95). En 1998, el FRH fue fortalecido mediante la incorporación de regalías por generación hidroeléctrica transferidas al estado por el gobierno federal (Decreto 38.697/98).

Esa metodología para la creación de comités ha sido frecuentemente caracterizada como un proceso de abajo-hacia-arriba (Cánepa et al., 2001:25). Debe remarcarse, sin embargo, el rol promotor ejercido por la Secretaría Ejecutiva: diseminación de la nueva legislación, búsqueda de aliados locales, participación en la organización de reuniones y campañas, asistencia en las cuestiones legales, etc. La crucial participación de la Secretaría Ejecutiva se refleja en el hecho de que ninguna propuesta de creación de comité fue rechazada por el CRH – porque que todas las propuestas habían sido previamente guiadas y “acompañadas” por la Secretaría Ejecutiva. A diferencia de los tres primeros comités creados antes de 1995, la creación de comités era ahora una política estadual legalmente establecida y la Secretaría Ejecutiva encaró esa política seriamente. Pero, la Secretaría Ejecutiva siempre fue clara respecto de la importancia de la movilización social: ningún comité sería creado allí donde una demanda local no existiese o no pudiese ser forjada – sólo de esa manera los reformistas podrían argüir que los comités y la reforma contaban con el apoyo de organizaciones y actores locales.

En cuanto a la implementación de los instrumentos de gestión, durante este período (1995-98) sólo se comenzó a implementar la clasificación de las aguas. La agencia a cargo de la clasificación de las aguas, FEPAM, decidió llevar a cabo su implementación sólo allí donde ya hubiese un comité operando, siguiendo para ello un enfoque participativo que, con modificaciones, también sería aplicado bajo los siguientes gobiernos (Haase et al, 2001; Gutiérrez, 2001; Haase & Silva, 2003)¹⁶.

Mientras tanto, la Comisión Consultiva, aún sin tener un papel bien definido en el sistema a partir de la promulgación de la Ley 10.350/94, continuó reuniéndose y ejerciendo la función de asesoramiento hasta 1998, en tanto el propio consejo sólo se reunía una o dos veces al año. Luego de la creación de la Secretaría Estadual de Medio Ambiente (SEMA) en 1999, el rol de la Comisión Consultiva sería asumido por la Cámara Técnica del CRH, creada en 2001.

¹⁶ La clasificación de las aguas consiste en la definición de “clases” de calidad a ser alcanzadas en el futuro en un determinado cuerpo de agua. Funciona como un *target* o estándar prospectivo que en teoría constriñe las directrices del plan de cuenca y, consecuentemente, los proyectos a ser ejecutados en una determinada cuenca.

TERCERA FASE: IMPLEMENTACIÓN DE LA REFORMA BAJO EL MANDO DE LA SEMA (1999-2006)

En 1999, tuvo lugar un nuevo cambio de gobierno: el PT ganó las elecciones y Olívio Dutra asumió como nuevo gobernador de estado. A diferencia de los dos cambios anteriores, este nuevo cambio implicó un reemplazo total de los puestos de mando del área de recursos hídricos, pero sin que ello significase ningún cambio sustantivo ni en el modelo de gestión ni en el ritmo de implementación de la reforma.

Cuando asumió el Gobernador Olívio Dutra (PT, 1999/2002), se iniciaron tratativas para la creación de la Secretaria Estadual de Medio Ambiente (SEMA), con el liderazgo del entonces presidente de la FEPAM, Claudio Langone. Cuando la SEMA fue creada, en el segundo semestre de 1999, Langone asumió como Secretario de Medio Ambiente, Volney Fraga fue nombrado en el Departamento de Recursos Hídricos y Virgínia Muzell asumió la Secretaria Ejecutiva del CRH. Por primera vez asumieron el mando del sistema de recursos hídricos personas que tenían poca o ninguna experiencia en el proceso de reforma. Sin embargo, los técnicos estaduais que venían motorizando la reforma desde los años 1980 consiguieron, como veremos, seguir participando del proceso de reforma desde distintas posiciones del sistema.

Inicialmente, la SEMA incorporó la División de Recursos Hídricos (DRH), mientras que el Consejo de Recursos Hídricos (CRH) y el Fondo de Recursos Hídricos (FRH) continuaron vinculados a la Secretaria de Obras Públicas y Saneamiento, creándose así una división del sistema de recursos hídricos y una duplicidad de papeles. Hasta que la SEMA logró reunir todas las funciones del sistema en diciembre de 2000 (mediante Ley 11.560/00), hubo una transición marcada por fuertes divergencias partidarias y por el hecho de que varios técnicos que habían participado muy activamente durante el gobierno anterior pasaron a integrar los comités, en algunos casos como dirigentes de los mismos (Haase & Silva, 2003).

En 1998, un año antes del cambio de gobierno, se formó el Foro Gaúcho de Comités de Cuenca. Según entrevista concedida por Paulo Paim, esa iniciativa partió de su propia persona, quien en la época era Secretario Ejecutivo del CRH y del FRH, y de Luiz Grassi, quien estaba cedido por la CORSAN a la Secretaria Ejecutiva del CRH. Durante la entrevista,

el propio Paim explicitaba sus preocupaciones del siguiente modo:

Estábamos en 1998, el año siguiente terminaría el gobierno del cual yo participaba, y me preocupaba mucho que el gobierno que entrase, fuese de la línea que fuese, manipulasen los comités de cuenca. Entonces, yo quería independizarlos lo máximo posible de la tutela del estado, sin romper la constelación del sistema... crear canales horizontales de comunicación, de intercambio de experiencias, en fin, de fortalecimiento de la figura del comité.¹⁷

Durante el gobierno PT, Paim fue el primer presidente del Foro en representación del Comité Sinos (1999/00), sucedido por Isidoro Zorzi (Comité Taquari-Antas, 2000/01), Luiz Antônio Timm Grassi (Comité Lago Guaíba, 2001/02) y Sérgio Cardoso (Comité Gravataí, a partir de 2003). El Foro Estadual de Comités, a pesar de no ser una institución formal del sistema, se fue fortaleciendo como una instancia colegiada de integración entre los organismos de cuenca.

Durante este período, también fue instalada la Cámara Técnica de Asesoramiento Permanente del CRH (Resolución CRH 05/2001), con la inclusión de técnicos que venían participando del proceso de reforma desde hacía varios años y que habían actuado en gobiernos anteriores, como Paulo Paim, Eugênio Cánepa y Luiz Grassi. Así, la Cámara Técnica se constituyó, junto con los comités y con el Foro Estadual de Comités, en un espacio a través del cual los “padres de la reforma” consiguieron seguir participando de la reforma y hacer oír su voz aún “desde afuera” del gobierno.

Mientras ello sucedía, la SEMA pasó a enfatizar la elaboración de los planes de cuenca vis-à-vis los otros instrumentos de gestión. La principal innovación fue la institución de un grupo coordinador del proceso de elaboración, con la participación de representantes del DRH, la FEPAM y el comité respectivo ya desde la fase de elaboración de los términos de referencia utilizados para la contratación de consultores encargados de preparar los planes.

En la práctica, esto no implicó un cambio de modelo sino tan sólo un “cambio metodológico”, como algunos entrevistados señalaron. A pesar de las fuertes disputas políticas y personales entre los

¹⁷ Entrevista de los autores con Paulo Paim realizada en Porto Alegre el 17 de julio de 2002.

TABLA 1
Número de resoluciones del CRH por tipo de asunto 1995-2003

Asunto	1995	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Total	%
1. Comités de cuenca		1	9	4	2	4	2	2	24	50
2. Sistemas de irrigación	1	1	1	1	1	1	2	1	9	18
3. FRH		1					1	2	4	8
4. Agencia						1	1		2	4
5. Cámara Técnica Asesora						1		1	2	4
6. Regiones Hidrográficas							1	1	2	4
7. Comité Gestor L. Patos							2		2	4
8. Capacitación						1			1	2
9. Otorga		1							1	2
10. Encuentro Nacional Comités								1	1	2
11. Proyecto de Ley N° 4147						1			1	2
Total	1	4	10	5	3	9	9	8	49	100
Gobierno Estadual	PMDB			PT				PMDB		

Fuente: Haase, 2005:129

“padres de la reforma” y los expertos que tomaron el control de la política hídrica bajo el gobierno del PT, estos últimos nunca pusieron en discusión el modelo de gestión sancionado por la ley de 1994. Ello expresaba que ese modelo había alcanzado un alto grado de consenso entre quienes estaban interesados en la gestión de los recursos hídricos, más allá de las divergencias partidarias y personales existentes. Sin embargo, la reforma seguía siendo aún un asunto de baja prioridad en la agenda del gobierno estadual, y ello se traduciría en un bajo grado de implementación tanto de los instrumentos de gestión como de las agencias de región hidrográfica.

A pesar de que la SEMA organizó en 2002 un seminario para discutir alternativas institucionales para las agencias de región hidrográfica, ninguna agencia fue creada durante el gobierno del PT, hecho considerado por mucho expertos como uno de los principales obstáculos para la continuidad y efectividad del sistema de gestión de los recursos hídricos. En cuanto a los instrumentos de gestión previstos en la Ley 10.350/94, poco fue ejecutado entre 1999 y 2002, a pesar de la intención declarada de la SEMA de priorizar la elaboración de los planes de cuenca¹⁸.

La razón de esa falta de implementación fue la misma que habían enfrentado los “padres de la reforma” en la anterior gestión del PMDB: la baja prioridad de recursos hídricos en la agenda del gobierno estadual y las restricciones presupuestarias a ella vinculadas.

El análisis del contenido de las resoluciones del CRH del periodo 1995-2003 (Tabla 1) también ofrece una idea del estado incipiente de implementación del sistema como un todo: la mitad de las resoluciones aprobadas se refieren a la formación y funcionamiento de comités, mientras un 18 % corresponde a la reglamentación y operación de sistemas de irrigación ya existentes antes de ser instituido el nuevo sistema de gestión. Es de notar la escasez de resoluciones referidas a la implementación de agencias y de instrumentos de gestión.

Un nuevo cambio de gobierno tuvo lugar en 2003, esta vez del PT al PMDB. Con la asunción del Gobernador Germano Rigotto, los expertos del PT abandonaron el comando de la SEMA y los “padres de la reforma” (también llamados “los dinosaurios”) volvieron a ocupar las primeras posiciones del SERH gracias a sus contactos partidarios y personales: Rogério Dewes fue nombrado jefe del

¹⁸ Cf. Haase et al., 2001; SEMA, 2002; Haase & Silva, 2003;

Haase, 2005:109-41; Gutiérrez, 2006:118-62.

Departamento de Recursos Hídricos y Paulo Paim asumió nuevamente como Secretario Ejecutivo del CRH, mientras otros “dinosaurios” como Luiz Grassi y Eugênio Cánepa siguieron haciéndoles compañía desde la Cámara Técnica del CRH y desde los comités y otras organizaciones.

En vez de adoptar un nuevo enfoque, Paim y Dewes siguieron la estrategia del gobierno anterior y continuaron priorizando la elaboración de los planes de cuenca. Ellos recurrieron, incluso, a la misma metodología diseñada por los expertos del PT. Pero, a diferencia de sus sucesores, consiguieron un compromiso para que los recursos del FRH no fuesen “contingenciados” por la Secretaría de Hacienda del estado sino aplicados en la implementación de la reforma y otros gastos de infraestructura. Así, una resolución del CRH aprobada en enero de 2006 (Resolución CRH 18/06) asignó tres millones de reales dentro del presupuesto del FRH para comenzar, continuar y consolidar los planes de ocho de cuencas hidrográficas (Pardo, Caí, Gravataí, Taquarí-Antas, Ibicuí, Vacacaí, Santa Maria e Guaíba)¹⁹.

Con todo, pese a los esfuerzos renovados de los “padres de la reforma” y a los de sus colegas del PT, más de diez años después de la sanción de la ley de las aguas de 1994 (y más de veinte años después de comenzado el proceso de reforma) poco se ha avanzado, al menos hasta 2006, en la implementación de las agencias y de los instrumentos de gestión.

Particularmente notoria ha sido la escasa discusión pública, entre quienes han participado activamente del proceso de reforma desde 1994, respecto de la implementación de la cobranza. Según un alto funcionario de la SEMA entrevistado en 2004, aún para entonces no estaban dadas las condiciones políticas y sociales para comenzar a discutir la cobranza, la cual, en su opinión, no sería implementada antes de los próximos cinco años. Esa percepción pudo ser corroborada por los autores durante el III Encuentro Estadual de Comités de Cuencas Hidrográficas, realizado en Porto Alegre en 2004. Uno de los principales *encaminhamentos* de los participantes en el encuentro fue la efectiva implementación del sistema estadual

de recursos hídricos. Sin embargo, ninguna mención se hacía al instrumento de la cobranza, el cual, pese a constituir la pieza financiera clave para que los comités puedan funcionar efectivamente y cumplir los objetivos para los cuales son creados, prácticamente no fue discutido en los distintos grupos de trabajo y paneles del encuentro.

LA REFORMA GAUCHA EN PERSPECTIVA

La reforma hídrica de Río Grande del Sur ha alcanzado hasta ahora resultados ambiguos. Por un lado, Río Grande del Sur se ha destacado entre los estados brasileiros por aplicar uno de los modelos de gestión más descentralizados y participativos. Ningún otro estado, con la posible excepción de Minas Gerais²⁰, ha avanzado tanto como Río Grande del Sur en lo que respecta a la participación de organizaciones de la sociedad civil en la creación y operación de comités de cuenca²¹. Además, la legislación hídrica gaucha ha otorgado a los comités una gran dosis de autonomía al estipular que los recursos de la cobranza no son transferibles y al asegurar a los comités una representación significativa en el Consejo Estadual de Recursos Hídricos²².

Por otro lado, la implementación de los instrumentos de gestión diseñados para convertir a los comités en organizaciones efectivas era, al menos hasta 2006, muy pobre. Durante los últimos años, la SEMA ha estado trabajando en la elaboración de algunos planes de cuenca y también en distintas alternativas para la creación de agencias. Sin embargo, aun cuando todos los planes estuvieran terminadas y algunas agencias fueren eventualmente creadas, la pregunta pendiente es cómo serán financiados las intervenciones y programas definidos en esos planes toda vez que la implementación de la cobranza parece, aún después de 2006, estar lejos de ser comenzada.

El retraso en la implementación de los instrumentos de gestión se debe a la falta de interés o de apoyo de parte de los máximos tomadores de decisión en el poder ejecutivo y en el parlamento. Esa falta de apoyo político tiene varias raíces: 1) la baja prioridad gubernamental de las cuestiones vinculadas con recursos

¹⁹ Adicionalmente, la SEMA negoció un acuerdo de cooperación con la UNESCO para estudiar alternativas financieras y legales para la creación de agencias regionales de agua. También financiado a través del FRH, el estudio debía ser comenzado en julio de 2005 y concluido para mediados de 2006, pero aún estaba inconcluso cuando este artículo fue sometido a aprobación en diciembre de 2006.

²⁰ Cf. Lobato, 2003:97-110.

²¹ Hasta 2003, 16 comités (de un total de 25 cuencas) habían sido instalados en Río Grande del Sur (www.sema.rs.gov.br/sema - visitado el 3 de febrero de 2006)

²² En 2001, el número de representantes de los comités en el CRH fue elevado de 3 a 7 (Ley 11.685/01).

hídricos frente a otras cuestiones; 2) las restricciones presupuestarias y fiscales del gobierno estadual y finalmente 3) la falta de percepción clara sobre qué es exactamente la cobranza – algunos confunden la cobranza con otro (impopular) impuesto en vez de verlo como un mecanismo de financiación.

La pregunta que inmediatamente surge frente a este cuadro es cómo fueron posibles la emergencia temprana y el avance gradual de la reforma hídrica a pesar de la baja prioridad gubernamental de los temas hídricos y de las restricciones presupuestarias del gobierno estadual. Más aun, cómo fue posible la continuidad de la reforma a pesar del constante cambio de gobierno. La razón primaria de semejante logro reside en el trabajo constante de un grupo de técnicos reformistas y de sus múltiples conexiones personales, burocráticas, sociales y partidarias.

El análisis de los nombres de los participantes en las diferentes actividades desarrolladas corrobora la continuidad de un grupo de técnicos involucrados en la implantación del nuevo sistema. Sólo como ilustración, y sin menospreciar la reconocida actuación que muchas otras personas tuvieron en el proceso de reforma ni las otras actividades en que las personas a continuación referidas participaron, la Tabla 2 y el Cuadro 2 muestran la participación y continuidad de los llamados “padres de la reforma” a lo largo de todo el proceso, así como sus múltiples conexiones burocráticas, sociales y partidarias.

Uno de los rasgos salientes de los técnicos que lideraron el proceso de reforma es su compromiso con un amplio modelo de participación que privilegia la actuación de usuarios y organizaciones sociales. En realidad, si se analiza todo el proceso de reforma, pueden sacarse dos conclusiones en lo que respecta a la participación de organizaciones sociales. Por un lado, ha habido un importante grado de movilización de organizaciones sociales en torno a cuestiones concretas en las cuencas con mayores problemas de cantidad o calidad, tal como aconteció en los ríos Sinos, Gravataí y Santa María. Por otro lado, los técnicos estaduais que lideraron la reforma supieron aprovechar esa movilización para instalar un nuevo modelo integrado y participativo.

Varios estudios destacan que la implementación de un proyecto de gestión participativo se ve favorecida cuando en determinadas posiciones-clave del aparato estatal existen individuos que se comprometen con ese proyecto²³. Ese compromiso es apreciado por las

organizaciones sociales involucradas como un elemento decisivo para la implementación exitosa de experiencias participativas. Lo inverso también es cierto: personas que, ocupando ciertas posiciones, son hostiles a cualquier enfoque participativo pueden inviabilizar la construcción de nuevos espacios públicos de gestión (Dagnino, 2002).

Igualmente, los estudios sobre consejos gestores de políticas sociales realizados por Fuks (2002) indican la necesidad de matizar el concepto de “participación ampliada”, frecuentemente asociado a la idea de una nueva “institucionalidad”. El análisis de los sectores que son representados en cada consejo sugiere una evaluación más cuidadosa respecto del consejo como espacio privilegiado para abrigar nuevas relaciones estado-sociedad. En su caso de estudio, Fuks (2002) observa que 70 % por ciento de los entrevistados ejercen alguna actividad pública, hecho en parte asociado a la participación de representantes de hospitales públicos en el segmento “prestadores de servicio”. Pero aún en el segmento “usuarios”, 50 % de los entrevistados ejerce alguna actividad pública. Una situación semejante puede ser observada en los comités de cuenca de Río Grande del Sur.

Gutiérrez (2001), al estudiar quiénes participan en el Comité Gravataí, hace una distinción entre técnicos y ambientalistas (asociada a la distinción estado-sociedad), pero resalta algunos aspectos interesantes. Aun cuando los técnicos aludidos sean empleados estatales y los ambientalistas sean miembros de ONGs, es notable el número de casos de “doble afiliación” o “doble camiseta”. De un total de 12 miembros y ex-miembros entrevistados en 2001, 5 pertenecen tanto a una agencia estatal (estadual o municipal) como a una organización social o a una universidad. En el caso de los ambientalistas, se trata de personas que son miembros de organizaciones ambientalistas pero que también ejercen funciones en órganos públicos estaduais o municipales. En el caso de los técnicos, se trata fundamentalmente de personas que, además de ser empleados públicos, también forman parte de asociaciones técnico-científicas. De los 5 casos, tres son particularmente interesante porque participaron del proceso con diferentes camisetas: como técnicos y como miembros de organizaciones sociales alternativamente²⁴.

En cuanto al propio papel del conocimiento técnico, es importante hacer una distinción entre técnicos-estado y técnicos-sociedad (Haase, 2002; 2005:131-141). En el

²³ V.g. Lemos, 1998; Dagnino, 2002; Fuks, 2002.

²⁴ Este fenómeno puede estar expresando la existencia de una “red” hídrica que, más allá de posibles diferencias “instrumentales”, se habría formado entre miembros de ONGs y técnicos estaduais y municipales, sustentando, se podría decir, la propia existencia del comité.

TABLA 2
"Padres de la Reforma" de Río Grande del Sur
Participación en eventos, grupos y organizaciones seleccionados

	CEEIG 1979-80	Grupo de Trabajo Sistema Estadual 1985	Elabo- ración Ley Hilda Souza 1987-88	Comisión Consultiva 1987-90	Semina- rio Río Gravataí 1988	Secretaría Ejecutiva CRH 1991-94	Grupo de la Ley de las Aguas 1991-92	Secretaría Ejecutiva/ Depar- tamento Recursos Hídricos 1995-99	Cámara Técnica CRH 2001-02	Secretaría Ejecutiva/ Depar- tamento Recursos Hídricos/ Cámara Técnica 2003-05	III En- cuentro Estadual de Co- mités de Cuenca 2004
Rogério Dewes (técnico DNAEE)	X			X	X	X	X	X		X	X
Paulo Paim (técnico METROPLAN)	X			X	X	X	X	X	X	X	X
Eugênio Cánepa (técnico CIENTEC)				X	X		X		X	X	X
Luiz Grassi (técnico CORSAN)		X	X	X	X		X	X	X	X	
Antonio Lanna (profesor IPH)	X			X			X				
Maria Lúcia Silva (técnico FEPAM)	X	X		X			X				X
Verena Nygaard (Procuradora-General)		X	X	X			X				

Fuente: Gutiérrez, 2006:126

CUADRO 2

Trayectoria de los “padres de la reforma”

Antônio Eduardo Lanna fue profesor del Instituto de Investigaciones Hidráulicas (IPH) de la UFRGS, donde fue responsable del área de gestión de recursos hídricos. Participó de reuniones del CEEIG en el período 1979-82. Además de numerosas actividades académicas y de consultoría, tuvo participación en situaciones claves, como ser la Comisión Consultiva del CONRHIRGS, reactivada en 1989-90 y considerada como el “embrión” de la futura Ley Gaucha de las Aguas, y el grupo instituido por el gobierno estadual en 1991 para elaborar el texto de esa ley. Actualmente, está retirado pero continúa actuante en el área a través de consultorías.

Eugênio Cânepe es economista de la CIENTEC. Participó de las siguientes actividades: comisión temática del seminario que resultó en la creación del Comité Gravataí y del grupo de trabajo en 1988; seminario de 1989 sobre modelos de gestión, en el cual presentó la experiencia francesa; grupo de trabajo instituido en 1991 para elaborar el texto de la ley estadual; comisión de gestión del Comité Gravataí en 1991-93; Cámara Técnica del CRH en 1999-02. Actualmente es representante de la CIENTEC en el Comité Taquari-Antas, donde tuvo participación fundamental desde su creación.

Luiz Antônio Timm Grassi fue técnico de la CORSAN hasta su jubilación en 1999, desempeñándose en la Asesoría de Recursos Hídricos. En 1985, participó del grupo formado por el gobierno estadual con vistas a disciplinar el uso de las aguas del estado. En 1988, asesoró a la diputada Hilda Souza (PMDB) en la formulación de la ley 8735/88 que mandaba crear el SERH. Ese mismo año, participó de la comisión coordinadora del seminario que resultó en la creación del Comité Gravataí y de un grupo de técnicos preocupados con el problema del agua. Presentó la experiencia de los Estados Unidos en seminario realizado en 1989 para discutir modelos de gestión. Participó del grupo instituido por el gobierno en 1991 para elaborar el texto de la ley de recursos hídricos. Participó de la comisión técnica de gestión del Comité Gravataí en 1991-93. Fue presidente de la Comisión Consultiva del CRH en 1999. Actualmente participa, en representación de la ABES, del Comité Lago Guaíba, habiendo ocupado previamente su presidencia.

Maria Lúcia Coelho Silva es ingeniera sanitaria de la FEPAM, actuando la mayor parte de su carrera en el área de recursos hídricos y habiendo ejercido varios cargos de jefatura. Entre 1979 y 1982, fue asesora del representante de Medio Ambiente en el CEEIG. Vinculada con el PMDB, en 1985 participó, junto con Luiz Grassi, del grupo formado para disciplinar el uso de las aguas del estado. También participó de un grupo de técnicos identificados con la problemática del agua formado en 1988; del grupo instituido en 1991 por el gobierno estadual para elaborar el texto de la ley de recursos hídricos; y de la comisión técnica de gestión del Comité Gravataí en 1991-93. Actualmente es Presidenta de la ABES/RS, la cual cuenta con representación en 9 comités de cuenca (incluidas 2 presidencias y 1 vice-presidencia), representado ella misma a la ABES en el Comité Sinos.

Paulo Paim es técnico de la METROPAN. Participó de reuniones del CEEIG, como suplente del representante de la METROPAN, entre 1979 y 1982. En 1988, participó de una comisión temática del seminario que resultó en la creación del Comité Gravataí. Participó del grupo instituido en 1991 por el gobierno estadual para elaborar el texto de la ley de recursos hídricos. Gracias a sus vínculos con el PMDB, fue secretario ejecutivo del CRH entre 1995 y 1998 y entre 2003 y 2006. Fue integrante de la extinta Comisión Consultiva del CONRHIRGS/CRH, de la cual llegó a ser presidente. Fue presidente del Comité Sinos en representación de ABES entre 1999 y 2002 y miembro de la Cámara Técnica del CRH durante ese mismo período. Durante la última administración del PMDB (2003-2006), acumuló las funciones de Secretario Ejecutivo del CRH y Jefe de la División de Planificación del DRH.

Rogério Dewes fue técnico del DNAEE hasta su extinción a comienzos de los años 1990s. Participó del CEEIG creado en 1979, de la Comisión Consultiva del CONRHIRGS entre 1987 y 1990 y del Seminario del Río Gravataí en 1988. Gracias a sus vínculos con el PDT, en 1991 fue nombrado Secretario Ejecutivo del CONRHIRGS. Como tal, integró el grupo de expertos que entre 1991 y 1992 formuló la ley estadual de recursos hídricos, el cual fue conformado por iniciativa suya. En 1995, con la asunción del PMDB, hizo una *trocadinha* con Paulo Paim, quien lo reemplazó en la Secretaría Ejecutiva mientras él asumía la jefatura de la nueva División de Recursos Hídricos. Cuando el PMDB volvió al gobierno en 2003, fue nombrado Director del Departamento de Recursos Hídricos.

Verena Nygaard es procuradora general de estado. Especializada en legislación ambiental, participó en 1985 del grupo formado por el gobierno para discutir el uso de las aguas públicas del estado. Participó de la Comisión Consultiva entre 1987 y 1990. En 1988, asesoró a la diputada Hilda Souza (PMDB) en la formulación de la ley 8735/88 que mandaba crear el SERH y al relator constitucional en la redacción del Artículo 171 de la Constitucional Nacional, el cual sentó las bases jurídicas del nuevo modelo de gestión. Entre 1991 y 1992, formó parte del grupo instituido por el gobierno para elaborar el texto de la ley de recursos hídricos. Vinculada al PMDB, fue presidenta de la FEPAM bajo el gobierno Simón y presidenta de la Fundación Zoobotánica entre 2003 y 2005.

Fuente: elaborado en base a Haase, 2005:133-34; Gutiérrez, 2006:118-162.

Comité Sinos, por ejemplo, además de los técnicos que representan a las secretarías y agencias estatales, varios representantes de otras categorías (usuarios privados y organizaciones sociales) también presentan un “perfil técnico” – el representante de una ONG también es técnico municipal, el representante de las empresas mineras es un consultor técnico contratado para tramitar licenciamientos ambientales, etc. Este fuerte componente técnico de los miembros de comité puede ser al mismo tiempo un facilitador, en la medida en que coloca el saber técnico a disposición del comité, como un obstaculizador, en la medida en que dificulta el diálogo con el saber local de participantes legos, tal como ocurre, según entrevistados, con los agricultores.

En términos generales, aunque la participación de las organizaciones sociales haya sido muy importante en la creación de los primeros comités y, por extensión, en la implementación del nuevo modelo de gestión, tres aclaraciones deben ser hechas respecto de la interacción entre actores estatales y actores de la sociedad civil:

1. Quienes formularon la política estadual fueron en su inmensa mayoría (cosa nada sorprendente) técnicos estaduais – basta con sólo estudiar el currículo de los “padres de la reforma”: ninguno de ellos representa pura o prioritariamente a la sociedad civil.
2. Varios miembros de comité visten la doble camiseta estado-sociedad, representando ora al estado, ora a la sociedad civil, lo cual se complementa con la alta formación técnica de la mayoría de los miembros, sin importar a qué sector representan.
3. La participación y movilización de las organizaciones sociales en el nivel de los comités fue “aprovechada” por los técnicos reformistas para impulsar y dar continuidad a la reforma en el nivel estadual. Como ilustración emblemática, el currículo de los “padres de la reforma” muestra cómo varios técnicos recurren a la camiseta “sociedad” para presionar al estado y garantizar la continuidad de la reforma “desde afuera” del estado cuando los cambios de gobierno desfavorecen sus posiciones dentro del sistema estadual de recursos hídricos – y esa es sólo una de las maneras en que puede pensarse cómo la participación de la sociedad es aprovechada por los técnicos.

De aquí se deduce que la participación directa de la sociedad civil (usuarios privados incluidos) ha tenido lugar sobre todo en la creación y funciona-

miento de los comités, mientras que la formulación y la dirección de la política hídrica estadual ha estado dominada por técnicos, los cuales se han valido de la participación de la sociedad (incluso a través de sus propias personas) como un recurso para obtener apoyo político e influir en el proceso de reforma. En resumen, es posible afirmar que el nuevo modelo de gestión hídrica en implantación en Río Grande del Sur fue generado en la intersección entre sociedad civil y administración estatal, con fuerte predominio de los técnicos reformistas.

Estas observaciones pueden indicar un proceso más pautado por la sumatoria de voluntades individuales que por una voluntad política de un gobierno determinado. Aún más si consideramos que, desde que comenzó el proceso de reforma, pasaron varios gobiernos pero los técnicos que participaban en la reforma continuaban siendo los mismos. Todos los que fueron acompañando el proceso desde el principio pueden observar que, en todos los eventos sobre el tema, era posible encontrar siempre las mismas personas, todos técnicos y todos “viejos conocidos”. La continuidad de ese grupo de técnicos se debió no sólo a su inserción dentro de los aparatos burocráticos sino también a sus contactos partidarios y personales con los sucesivos gobiernos y a su capacidad de construir alianzas con actores locales y con organizaciones de la sociedad civil (llegando a veces, incluso, a cambiar de “camiseta” para seguir involucrados en el proceso de reforma).

Se registra, por tanto, una cierta paradoja en lo respecta a la participación estatal: si, por un lado, el estado garantiza la continuidad de la reforma permitiendo, de diversas formas, que un grupo de técnicos de distintos sectores continúe trabajando en los comités, en el CRH y en otros órganos de estado, el gobierno estadual como un todo, o más específicamente, el poder ejecutivo electo, dificulta o demora la implementación de los instrumentos y organizaciones necesarios para el funcionamiento pleno del nuevo modelo de gestión.

En cuanto a las cuestiones político-partidarias, existen controversias respecto de cómo las mismas han afectado la implantación del sistema, especialmente respecto de la asunción del PT en 1999. En la página de internet del Comité Sinos (www.comitesinos.com.br), dice que el Foro Estadual de Comités fue creado “medio en rebeldía con el gobierno” (en referencia al gobierno de Olívio Dutra/PT) por haberse “detectado la necesidad de una acción conjunta frente al nuevo gobierno estadual en

el sentido de defender la consolidación del SERH, garantizando la unicidad de su coordinación”. Para varios miembros del comité entrevistados, el hecho de que el PT asumiera el gobierno, tanto por su *modus operandi* como por los cambios de cartera ocurridos, atrasó la implementación del sistema, aun cuando el gobierno PT no intentó cambiar el modelo de gestión promulgado por la ley de 1994 (Haase, 2002; 2005:109-41).

Gutiérrez (2001), estudiando el Comité Gravataí, también verifica que varios entrevistados opinaban que los cambios de gobierno y las divisiones partidarias habrían retardado la implementación del sistema. Con todo, al trazar una *time-line* desde el gobierno Simón (PMDB, 1987/90) hasta el tercer año del gobierno Dutra (PT, 1999/04) con las acciones relativas a la política hídrica de cada período, concluye que durante esos quince años la política de recursos hídricos de Río Grande del Sur fue avanzando gradualmente, con demoras y algunos reflujos, a lo largo de los sucesivos cambios de gobierno. El análisis de las resoluciones aprobadas por el CRH a lo largo de los diferentes gobierno estaduais conduce a una conclusión semejante (cf. Tabla 2).

Con todo, no hay que restar importancia a las dificultades que resultan del constante cambio de gobierno y de la baja prioridad que la reforma hídrica ha tenido hasta ahora en la agenda de todos los gobiernos. Si esta última dificulta la implementación de elementos claves como las agencias de región hidrográfica y la cobranza, el primero ciertamente no ayuda a que se consoliden los pequeños avances que los técnicos reformistas puedan ir logrando en la implementación de los instrumentos de gestión. Esta situación conlleva dos riesgos.

El primero riesgo es que los “padres de la reforma” y los técnicos reformistas que los han venido acompañado no logren “acomodarse” con el próximo cambio de gobierno (una posibilidad que siempre hay que tener en cuenta), minando de ese modo la continuidad de la reforma o, en todo caso, la continuidad del actual modelo de gestión. El segundo riesgo es que, ante la falta de resultados concretos, los individuos y las organizaciones públicas y privadas que participan en los comités pierdan interés en seguir haciéndolo, amenazando de ese modo con paralizar la reforma “desde abajo”.

Hasta 2006, los técnicos reformistas y todos aquellos que han estado participando de las actividades de los comités y de otras instancias colegiadas

del sistema consiguieron sortear esos riesgos. La pregunta pendiente es si podrán seguir haciéndolo ante cada nuevo cambio de gobierno y sin contar con el concurso de las agencias de región hidrográfica y de la cobranza – o de otros instrumentos que cumplan las mismas funciones que los “padres de la reforma” esperaban garantizar con ellas.

ACRÓNIMOS

- ABES – Asociación Brasileira de Ingeniería Sanitaria
- AEBA – Asociación de Ex-Becarios da Alemania
- ANA – Agencia Nacional de Aguas
- CEEIG – Comité Ejecutivo de Estudios Integrados del Guaíba
- CIENTEC – Fundación de Ciencia y Tecnología
- CONRHIRGS – Consejo de Recursos Hídricos de Río Grande del Sur (1981-1994)
- CORSAN – Companhia Riograndense de Saneamiento
- CRH – Consejo Estadual de Recursos Hídricos de Río Grande del Sur (desde 1995)
- DNAEE – Departamento Nacional de Aguas y Energía Eléctrica
- DRH – División de Recursos Hídricos de de Río Grande del Sur
- FEPAM – Fundación Estadual de Protección Ambiental de Río Grande del Sur
- FRH – Fondo de Recursos Hídricos de Río Grande del Sur
- IPH – Instituto de Investigaciones Hidráulicas de la Universidad Federal de Río Grande del Sur
- METROPLAN – Fundación Estadual de Planificación Metropolitana y Regional
- MMA – Ministerio de Medio Ambiente
- PDS – Partido Democrático Social
- PDT – Partido Democrático Trabalhador
- PMDB – Partido Movimento Democrático Brasileiro
- PT – Partido de los Trabajadores
- SEMA – Secretaría Estadual de Medio Ambiente de Río Grande del Sur
- SERH – Sistema Estadual de Recursos Hídricos
- UFRGS – Universidad Federal de Río Grande del Sur
- UPAN – Unión Protectora del Ambiente Natural

Referências

- ANA, 2002. "Plano Nacional de Recursos Hídricos – Documento Base de Referencia." Agência Nacional das Águas, Brasília, Dezembro de 2002.
- BARRAQUÉ, B., 1997. *As políticas da água na Europa*. Instituto Piaget, Lisboa.
- BARRAQUÉ, B., 1999. "Subsidiary Water in a Complex Europe: Decision Levels, Federalism, and Decentralization." Trabalho apresentado na Semana Internacional de Estudos sobre Gestão de Recursos Hídricos, Foz do Iguaçu, Brasil, Abril 19-23, 1999.
- BARTH, F., 2003. "The Experience of the State of São Paulo, Brazil, and its Repercussions on the National Scene." In: TORTAJADA, C. et al. (eds.), *Water Policies and Institutions in Latin America*. Oxford University Press, Oxford.
- CÂNEPA, M. E. & GRASSI, L. A. T., 2000. "A lei das águas no Rio Grande do Sul: no caminho do desenvolvimento sustentável?" *Revista Ciência & Ambiente*, 21, Julho-Dezembro 2000, 135-52.
- CÂNEPA, M. E., ZORZI, I. GRASSI, L. A. T. & SOARES NETO, P. B., 2001. "Os comitês de bacia no Rio Grande do Sul: formação, dinâmica de funcionamento e perspectivas." Comitê de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica Taquari-Antas, Agosto de 2001.
- CONCA, K., 2006. *Governing Water: Contentious Transnational Politics and Global Institution Building*. The MIT Press, Cambridge and London.
- DAGNINO, E., 2002. "Sociedade civil, espaços públicos e a construção democrática no Brasil: limites e possibilidades." In: DAGNINO, E. (org.). *Sociedade civil e espaços públicos no Brasil*. Ed. Paz e Terra, São Paulo. www.pazeterra.com.br.
- DEWES, Rogério. 2000. "O sistema estadual de recursos hídricos no Rio Grande do Sul." In: BALARINE, O. F. O. (org.). *Projeto Rio Santa Maria: a cobrança como instrumento de gestão das águas*. EDIPUCRS, Porto Alegre.
- FORMIGA JOHNSSON, R. M. & LOPES, P. D. (orgs.). 2003. *Projeto Marca d'Água: seguindo a mudança na gestão das bacias hidrográficas do Brasil. Caderno 1: retratos 3x4 das bacias pesquisadas*. Finatec/UnB, Brasília. www.marcadagua.org.br.
- FUKS, M., 2002. "Participação política em conselhos gestores de políticas sociais no Paraná". 3º Encontro Nacional da Associação Brasileira de Ciência Política. Niterói, 2002.
- GÉNIN, B., 2005. "Comparação entre os sistemas da França e do Brasil: planejamento territorial e Gestão de Recursos Hídricos." Relatório de Estágio Realizado na METROPLAN, Porto Alegre, Setembro de 2005.
- GUTIÉRREZ, R. A., 2001. "Projeto Marca D'Água - Relatórios de Pesquisa 2001: Bacia Hidrográfica do Rio Gravataí, Rio Grande do Sul." Núcleo de Pesquisa em Políticas Públicas/UnB, Brasília. www.marcadagua.org.br.
- GUTIÉRREZ, R. A., 2006. *Between Knowledge and Politics: State Water Management Reform in Brazil*. PhD Dissertation, The Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland (USA), October 2006.
- HAASE, J., 2002. "Projeto Marca D'Água - Relatórios de Pesquisa 2001: Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul." Núcleo de Pesquisa em Políticas Públicas/UnB, Brasília. www.marcadagua.org.br.
- HAASE, J., 2005. *O encontro estado e sociedade na política gaúcha das águas*. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre (Brasil), Maio de 2005.
- HAASE, J., SILVA, M. L. C. & COBALCHINI, M. S., 2001. "Evolução do processo de enquadramento na gestão de recursos hídricos – Experiências no Rio Grande do Sul". Anais do IV Diálogo Interamericano de Gerenciamento de Águas. Foz do Iguaçu, 2001.
- HAASE, J. & SILVA, M. L. C., 2003. "Participação da sociedade no processo de enquadramento dos recursos hídricos: experiência no Rio Grande do Sul". Anais do XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. ABRH. Curitiba, 2003.
- LANNA, A. E. L., 1995. *Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos*. IBAMA, Brasília.
- LANNA, A. E. L., 2000. "Sistemas de gestão de recursos hídricos: análise de alguns arranjos institucionais." *Revista Ciência & Ambiente*, 21, Julho-Dezembro 2000, 21-58.
- LEMOES, M. C. M., 1998. "The Politics of Pollution Control in Brazil: State Actors and Social Movements Clearing Up Cubatão." *World Development*, 26, 1, 75-87.
- LOBATO DA COSTA, F. J., 2003. "Estratégias de Gerenciamento dos Recursos Hídricos: Áreas de Cooperação com o Banco Mundial." *Série Água Brasil*, 1, Banco Mundial, Brasília, Abril 2003.
- SEMA, 2002. *Relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos no Estado do Rio Grande do Sul. Secretaria Estadual do Meio Ambiente*. Secretaria Estadual de Meio Ambiente, Porto Alegre, 2002.

Janine F. Haase FEPAM, Porto Alegre, Brasil. janinefh@fepam.rs.gov.br

Ricardo A. Gutiérrez Universidad Nacional de San Martín, Buenos Aires, Argentina. Ricardo.Gutierrez@unsam.edu.ar

Gestão integrada das águas urbanas

Carlos E. M. Tucci

RESUMO: A população e o meio ambiente têm sofrido impactos por práticas insustentáveis de desenvolvimento urbano que inicia pelo uso do solo e segue na limitada capacidade de gestão estratégica das cidades para resolver os problemas relacionados com gestão das águas urbanas. A sociedade brasileira está no estágio que os países desenvolvidos se encontravam antes da década de 70, denominada de higienista, já que procura distribuir água segura, coletar o esgoto e transferir para jusante sem tratamento, desta forma evitando doenças na vizinhança de quem gera o esgoto, mas transferindo para outros e deixando para o meio ambiente o ônus do tratamento e desta forma recebendo um subsídio. Com o crescimento urbano os impactos aumentaram tornando-se generalizados dentro e fora da cidade e reduzindo a qualidade da água segura para a própria população.

Este artigo analisa esta tendência dentro de uma visão comparativa internacional e os desafios que o país se encontra na busca das metas do milênio. Trata também de discutir como integrar a gestão dos recursos hídricos em implantação e a gestão da cidade na busca da sustentabilidade estratégica de longo prazo.

PALAVRAS CHAVE: desenvolvimento urbano; estratégico; águas urbanas; saneamento.

ABSTRACT: Human development and environment has been received major impacts due to the lack of sustainable practices in the urban developments which starts with the soil use and is followed by the lack of strategic capacity of the cities in solving its issues related to urban waters management. Brazilian society is in the same level of stage of developed countries before 70's. It is called hygienist phase which supplied safe water, collecting waste and transferring to downstream river without treatment, avoiding diseases but leaving the environment to treat the waste and receiving a subsidy. However with the population grow the impacts starts to be unsustainable inside and outside of the cities.

This paper presents the tendencies in a national and international comparative vision together with challenges for the country in the way to reach the millennium development goals. It also presents the integrated urban water management and its relations with the water resource management as a strategic long term policy.

KEY WORDS: urban development; strategic; urban waters; sanitation.

INTRODUÇÃO

O século vinte passou por várias transições que marcaram o desenvolvimento dos recursos hídricos e o meio ambiente no Brasil e a nível internacional. A população urbana no Brasil era pouco mais de 50% em 1970, passando para 83% na virada do milênio. A urbanização concentrou a população no espaço sem um adequado planejamento e ocupação sustentável e com limitada infra-estrutura de saneamento ambiental (água, esgoto sanitário, drenagem e resíduos sólidos). Os impactos resultantes são

principalmente: (a) contaminação das fontes de abastecimento (mananciais), (b) contaminação dos sistemas hídricos urbanos por efluentes doméstico e pluvial e a produção de resíduos sólidos; (c) erosão e sedimentação com áreas degradadas; (d) áreas de risco de inundação, escorregamento; (e) proliferação de doenças. O resultado final é a degradação da qualidade de vida urbana e de uma tendência de maior agravamento do problema dentro do cenário atual de desenvolvimento urbano.

Os principais impactos são resultantes são os seguintes: (a) *grande concentração populacional* em

pequena área; (b) *aumento da periferia das cidades de forma descontrolada* pela migração rural em busca de emprego; (c) *a urbanização é espontânea, já que* o planejamento urbano é realizado para a cidade ocupada pela população de renda média e alta, resultando na *cidade formal e a informal*; e (d) *ocupação das áreas de mananciais*.

As principais consequências diretas da desorganização na gestão das cidades, quanto à infra-estrutura de água são as seguintes: (a) falta de tratamento de esgoto e contaminação dos rios; (b) ocupação de risco de inundação ou de encostas com potencial deslizamento; (c) impermeabilização e canalização dos rios urbanos com aumento da vazão de cheia; (d) contaminação das águas pluviais; (e) aumento dos resíduos sólidos sem controle; (f) áreas degradadas pela erosão e sedimentação e (g) contaminação dos mananciais urbanos.

As principais causas deste processo estão relacionadas com a limitada gestão do uso do solo da infra-estrutura de água, práticas inadequadas de sustentabilidade urbana e o baixo investimento.

Neste artigo é apresentado a uma visão comparativa entre o desenvolvimento da infra-estrutura de água na cidade a nível internacional e nacional e as metas internacionais. A seguir é apresentada a integração da gestão da cidade e dos recursos hídricos no Brasil, caracterizando suas interfaces institucionais e os desafios a serem superados e a proposta de uma gestão estratégica.

GESTÃO NAS CIDADES E CENÁRIO INTERNACIONAL

Cenário evolutivo internacional

No final do século 19 e parte do século 20 a *água urbana* se resumia no abastecimento, entregar a água à população e retirar o esgoto para longe e dispor na natureza sem tratamento. Esta fase tem sido chamada de *higienista* (Silveira, 1999), em função da preocupação dos sanitaristas em evitar a proliferação de doenças e reduzir as doenças de veiculação hídrica, retirando de perto das pessoas. Neste período a solução sempre foi de coletar a água a montante e dispor o esgoto à jusante. O escoamento pluvial disposto por canais, retificando os rios urbanos ou drenando por galerias enterradas.

Os países desenvolvidos saíram desta fase (tabela 1) para a fase corretiva com o tratamento de esgoto doméstico e controle das inundações urbanas com

detenções (amortecimento). O esgoto doméstico foi implementado até a cobertura quase total, desta forma o ambiente urbano se tornou melhor, mas não recuperou sua condição natural. Observou-se que além do esgoto sanitário existia a carga do esgoto pluvial e a necessidade de uma adequada coleta e tratamento dos resíduos sólidos. O resíduo que não é coletado acaba dentro do sistema de drenagem. Os países desenvolvidos estão atuando para resolver este tipo de problema, além da carga das áreas rurais denominados *de poluição ou carga difusa*. Este impacto necessita de maiores investimentos para seu controle porque é distribuído e difuso na cidade. Na busca das soluções verificou-se que não bastava atuar sobre as consequências, mas é necessário trabalhar preventivamente na origem do desenvolvimento urbano e na gestão dos efluentes.

Para buscar uma solução ambientalmente sustentável para novos empreendimentos é necessário o gerenciamento integrado da infra-estrutura urbana, iniciando-se pela definição da ocupação do espaço com preservação das funções naturais como a infiltração e a rede natural de escoamento. Este tipo de desenvolvimento tem sido denominado por LID (Low Impact Development): Desenvolvimento de baixo impacto nos Estados Unidos (NAHB Research Center, 2004 e U.S. Environmental Protection Agency, 2000) ou *Water Sensitive Urban Design* (WSUD) na Austrália. Este estágio atual tem como princípios: o abastecimento nobre através de água segura, tratamento e reuso dos efluentes, conservação dos caminhos naturais de escoamento, reciclagem dos resíduos e minimização dos aterros, tendendo a sua eliminação com reciclagem.

Cenário Brasileiro

O planejador urbano tem desenvolvido a infra-estrutura urbana ciente de que o engenheiro de transportes, de saneamento e de outras infra-estruturas encontrará uma solução para o uso do solo planejado ou espontâneo que ocorre nas cidades. Neste sentido a água é retirada do manancial de montante (que pode estar poluído) e entregue à jusante sem tratamento, a drenagem é projetada para retirar a água o mais rápido possível de cada local, transferindo para jusante o seu aumento. O resíduo sólido é depositado em algum local remoto para não incomodar as pessoas das cidades. Este conjunto de soluções locais pode ser justificado dentro de um projeto local com todas as equações que foram desenvolvidas ao longo

TABELA 1
Estágios do desenvolvimento sustentável urbano nos países desenvolvidos

Anos	Período	Características
Até 1970	Higienista	Abastecimento de água sem tratamento de esgoto, transferência para jusante do escoamento pluvial por <i>canalização</i>
1970-1990	Corretivo	Tratamento de esgoto, <i>amortecimento</i> quantitativo da drenagem e controle do impacto existente da qualidade da água pluvial. Envolve principalmente a atuação sobre os impactos.
1990 – até o momento	Sustentável	Planejamento da ocupação do espaço urbano, obedecendo aos mecanismos naturais de escoamento; Controle dos micro-poluentes, da poluição difusa e o desenvolvimento sustentável do escoamento pluvial através da recuperação da <i>infiltração</i> .

dos anos pelos engenheiros hidráulicos, hidrólogos e sanitaristas para resolver um “dado problema”.

As cidades cresceram, ficaram mais próximas uma das outras e a estratégia de desenvolvimento se manteve na fase *higienista* (tabela 1), gerando o que é chamado do ciclo de contaminação (Tucci, 2003), onde a cidade de montante polui o rio que escoava para a cidade de jusante e esta deverá poluir a seguinte. Muitas cidades, através de seus decisores, consideraram que o investimento em tratamento de esgoto é muito alto e optaram por investimentos em setores considerados por eles mais importantes, sem entender que estavam deixando de combater o “câncer” na sua origem. Hoje a doença está tomando conta do sistema e o custo para sua solução passou a ser mais alto.

Os problemas de hoje se refletem na saúde da população, nas inundações frequentes, na perda de meio ambiente rico e diversificado em muitas regiões. Com a transformação de um ambiente rural para urbano, este problema cada vez mais se agrava e quanto mais tempo isto perdurar, maior será a herança de prejuízos para as próximas gerações, que receberão um passivo muito alto.

Os países em desenvolvimento estão tentando sair da primeira fase (tabela 1) para uma ação corretiva com pouco desenvolvimento dentro da fase sustentável. A terceira fase (tabela 1) envolve a integração entre o projeto de implantação no espaço, o projeto arquitetônico e as funções da infra-estrutura de água dentro do ambiente urbanizado e não apenas a busca de espaço de infiltração dentro do *projeto*.

Atendimento dos Serviços de Saneamento e as Metas de desenvolvimento do Milênio (MDG) no Brasil

As metas do milênio propostas pelas Nações Unidas envolvem vários aspectos nos quais a gestão das águas urbanas faz parte necessariamente. Os principais são: (a) redução da falta de água potável e coleta e tratamento de esgoto em 50% até 2015; (b) redução da pobreza, onde a vulnerabilidade a eventos naturais e antrópicos tem peso muito grande, já que a vulnerabilidade a secas e inundações é um dos principais fatores de pobreza. Para atingir as Metas do Milênio em 2002, em Johannesburgo na Cúpula de Desenvolvimento Sustentável, foi acordado que os países deveriam buscar desenvolver Planos de Recursos Hídricos para atingir as várias metas. Estes Planos na realidade envolviam desenvolver a Gestão dos Recursos Hídricos nos países.

Na tabela 2 pode-se observar uma comparação entre os estágios de desenvolvimento institucional esperado pelos países e o cenário brasileiro. Grande parte dos países ainda está no primeiro estágio.

O Brasil evoluiu no processo quanto à Gestão de Recursos Hídricos, pois ao implantar a Política de Recursos Hídricos deu o primeiro passo instituindo o mecanismo amplo de gestão das águas, criou os instrumentos como a outorga, cobrança e o enquadramento dos rios (metas de qualidade da água), estabelecendo as condições de contorno para as cidades em especial quanto à contaminação dos rios. Recentemente o Plano Nacional de Recursos Hídricos (MMA, 2006) foi concluído e foi aprovado (janeiro

TABELA 2
Fases do desenvolvimento dos recursos hídricos no Brasil (adaptado de Tucci, 2005b)

Fase	Características	Brasil
Setorial	Desenvolvimento setorial dos recursos hídricos, sem um marco legal integrador	Período em o setor se baseava somente no Código de Águas
Instituição do Marco legal integrador nacional	Lei Nacional de Recursos Hídricos em 1997, Instituição do Conselho Nacional de Recursos Hídricos e da Agência Nacional de Recursos Hídricos.	Lei das Águas em 1997; Instituição do Conselho Nacional, Agência Nacional de Águas e sua relação com Ministério de Meio Ambiente e Secretaria de Recursos Hídricos
Descentralização e regulamentação setorial	Desenvolvimento institucional dos Estados, Criação do comitê de bacias, federais e estaduais, e regulamentação de setores relacionados com recursos hídricos, Por exemplo, Energia, Saneamento; início da cobrança pelo uso da água; Elaboração de Planos de Recursos Hídricos; órgão gestor de recursos hídricos	Esta fase está em desenvolvimento no Brasil, onde foram criados os comitês de algumas bacias nacionais e muitas estaduais e os marcos regulatórios setoriais estão em desenvolvimento.
Sustentabilidade institucional e econômica	Sustentabilidade econômica e desenvolvimento de medidas sustentáveis em recursos hídricos com resultados avaliados por metas quantitativas perceptiva para a sociedade, como a redução da poluição dos rios.	Esta fase somente se realizará quanto houver recursos arrecadados para a gestão e a efetiva implementação dos instrumentos, com metas definidas.

de 2007) as Diretrizes e Normas sobre Saneamento Básico. Foram implementadas as instituições como a Agência Nacional de Águas e estão em andamento o estabelecimento dos órgãos gestores de águas dos Estados como as agências estaduais e os Conselhos e comitês de bacia. No entanto, no âmbito das ações em saneamento observa-se o seguinte:

(a) Atualmente no país existe um universo de várias cidades com serviços privatizados (empresas de direito privado é da ordem de 10% do total), com serviços públicos municipais e a grande maioria de serviços públicos estaduais. As empresas estaduais representam 82% da população atendida para abastecimento e 77% da população no esgoto nas áreas urbanas (IPEA,2002). Estes serviços possuem limitada fiscalização quanto aos preços e qualidade dos mesmos. Toda a avaliação é realizada pelas próprias companhias. Desta forma, a Gestão é partilhada entre o poder Municipal (uso do solo, drenagem e resíduo sólidos) e Estadual (Água e Saneamento), o que dificulta uma gestão eficiente, já que o espaço de gestão não permite uma visão integrada se não houver um acordo bastante equilibrado entre os atores interessados;

(b) O país tem uma grande cobertura de atendimento do abastecimento de água urbana (tabela 3) e ainda limitada para a população rural. O atendimento é menor nas populações de baixa renda, aumentando para as de maior renda;

(c) A cobertura de coleta de esgoto é média se forem consideradas as fossas (tabela 3), mas é baixa cobertura de tratamento de esgoto que compromete o todo, já que contamina os mananciais (tabela 3). Considerando o total da demanda total da água, o efluente tratado resultante é inferior a 11,4%¹. Isto resulta da ordem de 7 a 11 mil toneladas² de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) por dia nos sistemas hídricos brasileiros. Esta poluição podem ser

¹ Para um total de coletado de 54,27% (área urbana e coleta de rede) e tratamento de 28,2% do coletado, com eficiência de 75% quanto à redução da carga, resulta 11,4% de carga efetivamente tratada.

² Considerando a carga de 183,6 milhões de pessoas, concentração de 250 mg/l de DBO, consumo de 250 l/dia e retorno de 80%, resultam 8,3 mil toneladas por dia, onde parte é despejado em fossas ~ 25% .

TABELA 3
Cobertura de atendimento de Água e Esgoto em % (adaptado de ESBE, 2006 e SNIS,2004)

Tipo	Urbano		Rural		Total	
	Atendimento	Déficit	Atendimento	Deficit	Atendimento	Deficit
População (milhões)	152 (83%)		31,6 (17%)		183,60	
Abastecimento de Água ¹ (%)	91,95	8,05	88,44 ³	11,56	91,35	8,65
Coleta de Esgoto ¹ (%)	77,22	22,78	18,43	81,57	67,10	32,9
Rede (%)	54,27		4,08		45,63	
Fossas (%)	22,95		14,35		21,47	
Tratamento de Esgoto ² (%)					28,2 ⁴	71,8

1 – proporção obtida segundo os domicílios de levantamento IBGE para 2005; 2 – obtido como proporção de entidades amostradas pelo SNIS; 3 - cobertura de água + água de fonte segura 4 – este percentual se refere ao total coletado e não ao total de esgoto.

fontes de doenças de veiculação hídrica (transmissão de microorganismos) e deteriorização do ambiental natural. Cada habitante está recebendo um subsídio ambiental por não pagar pelos seus impactos;

(d) vulnerabilidade a eventos pluviais das cidades é alta, o que agrava a situação de pobreza na periferia das cidades. Os maiores prejuízos não são necessariamente materiais, mas sociais.

Para que o país possa atingir as Metas do Milênio e aumento do abastecimento e atendimento de coleta e tratamento de esgoto, reduzindo este déficit em 50% até 2005, seria necessário atuar principalmente sobre o seguinte:

-  Aumentar o abastecimento de água na área rural e da população de baixa renda, buscando atingir os níveis de cobertura total de água segura (tabela 3);
-  O deficit em coleta de esgoto é ainda de 32,9 %, portanto para buscar as metas representaria reduzir este déficit para 16,4 %;
-  O maior problema, no entanto, se encontra no aumento do tratamento de esgoto, onde o déficit se encontra em 71,8% (somente para o que é coletado). Dentro da Metas do Milênio representaria reduzir para 35,4 % (que ainda seria muito alto).

O programa PRODES (programa de financiamento de tratamento de esgoto para as cidades brasileiras do governo federal) financia 50% das obras e tratamento de esgoto. O princípio do investimento se

baseia na eficiência do sistema, através da fiscalização da quantidade tratada e do nível de tratamento. Os municípios para construir as obras, utilizam os títulos públicos para contratação das empresas. Para que o município possa aderir ao programa é necessária a solicitação ser aprovada no comitê de bacia. Até 2002, 170 empreendimentos foram aprovados num valor total de R\$ 1,15 bilhões, equivalente a 25,6 milhões de pessoas. No entanto, com recursos limitados em 2002 a Agência investiu apenas R \$ 17 milhões para um valor total dos empreendimentos de R\$ 66 milhões (- 22 milhões), ou seja 6% da demanda (ANA, 2003). O cenário não se alterou muito nos últimos anos, já que os investimentos foram pequenos perto da magnitude do problema.

Estudo realizado pelo PMSS (Programa de Modernização do Setor de Saneamento) realizado em 2003-2004 (apud ESBE,2006) menciona a necessidade de um investimento de R\$ 178 bilhões em 20 anos para atingir a universalização. Tucci (2005) apresentou a necessidade de investimento para um Programa Nacional de Águas Pluviais que controlasse os impactos na drenagem e inundação das cidades e identificou um total de R \$ 21,5 bilhões em 24 anos para solução destes impactos, representando até 0,2% do PIB num ano (da época). Atualizando os valores do investimento total representa cerca de 10% do PIB e, representaria 0,5% por em Água, Esgoto e Drenagem para o horizonte de aproximadamente 20 anos. Caso este investimento fosse realizado, como previsto em Tucci (2005), iniciando com as cidades

maiores e depois para as cidades menores, priorizando as maiores cargas.

No entanto, a evolução da cobertura dos serviços nos últimos 5 anos (~1%) é inferior ao crescimento habitacional brasileiro (2001-2005), o que tem levado a um aumento do déficit de cobertura e não necessariamente a uma redução (ESBE,2006). As principais dificuldades existentes são relacionadas com os seguintes aspectos:

(a) Aspectos institucionais relacionados com a gestão das empresas de serviços de saneamento, mudança de legislação e falta de eficiência dos serviços, na medida em que não existem parâmetros, metas bem definidas de atendimento e eficiência dos serviços. A ineficiência é transferida aos usuários, já que os serviços não possuem competitividade;

(b) econômicos – financeiros como o contingenciamento dos recursos e a capacidade de endividamento dos municípios para obtenção do financiamento.

Atualmente falta integrar, efetivamente, as metas da Gestão dos Recursos Hídricos às do Saneamento Ambiental, que apesar de estarem implicitamente previstas na legislação, na prática não ocorre. O Plano da Bacia Hidrográfica prevê o enquadramento dos rios e as cidades deveriam atuar no controle dos efluentes urbanos para atingir a meta do enquadramento dos rios internos e externos à bacia. No entanto, é necessário que existam planos e o mesmo enquadre os rios nos quais as cidades influenciam, seguido de um plano de ações para atingir as metas.

A gestão de recursos hídricos, após 10 anos da Política Nacional de Recursos Hídricos de janeiro de 97, mostra que está ainda distante de atingir resultados palpáveis para a sociedade. Exemplo disto, é a bacia do rio dos Sinos, que possui comitê de bacia dos mais antigos (> 20 anos) e no entanto, esteve no noticiário em função de grande mortandade de peixes, devido à falta de tratamento de efluentes domésticos e industriais. O risco da gestão dos recursos hídricos é ficar somente no processo e não apresentar um efetivo plano de ação estratégico onde estão especificadas metas quantitativas e os meios para atingi-las.

GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS URBANAS

Princípios

A ocupação urbana tradicional não procura compreender como solo, água e plantas estão integradas na natureza para buscar mitigar os efeitos adversos da introdução de superfícies impermeáveis de telhados,

passeios, ruas e o despejo de efluentes. Na Natureza a precipitação que não se infiltra tende a formar ravinamentos naturais de acordo com intensidade e frequência da precipitação, cobertura e resistência do solo. A água que infiltra, escoar pelo sub-solo e no aquífero até chegar aos rios. Com a cidade, fossas, despejos no sub-solo, esgoto são despejados na Natureza. Com a destruição da drenagem natural, o novo sistema é formado por ruas, bueiros, condutos e canais que aceleram o escoamento e aumentam as vazões máximas, em várias vezes, além de lavar as superfícies, transportando assim o poluente gerado pelas emissões de carros, caminhões ônibus, indústrias e hospitais.

Para desenvolver a gestão integrada é necessário conhecer a interface entre os sistemas. O desenvolvimento urbano representado pela ocupação do uso do solo é a fonte dos problemas, como destacado anteriormente.

A seguir são discutidas as interações geradas entre os sistemas hídricos nas áreas urbanas em função de uma gestão deficiente e desintegrada:

Abastecimento urbano: As principais interfaces com os outros sistemas são: (a) os esgotos sanitário e pluvial contaminam os mananciais superficiais e subterrâneos; (b) depósitos de resíduos sólidos como aterros que podem contaminar as áreas de mananciais; (c) inundações podem deixar sem funcionamento o sistema de abastecimento e destruir a infra-estrutura das redes pluvial e sanitária, além de Estação de Tratamento de Esgoto;

Esgoto sanitário e drenagem urbana: as principais inter-relações são: (a) quando o sistema é misto o sistema de transporte é o mesmo, com comportamento diverso nos períodos sem e com chuva. A gestão deve ser integrada; (b) quando o sistema é separador existem interferências de gestão e construtivas, devido à ligação de esgoto sanitário na rede de drenagem e águas pluviais no sistema de esgoto produzindo ineficiências de funcionamento;

Drenagem urbana, resíduo sólido e esgotamento sanitário: (a) na medida em que o sistema de coleta e limpeza dos resíduos é ineficiente ocorre um grande prejuízo para o sistema de escoamento pluvial devido à obstrução dos condutos, canais e riachos urbano; (b) erosão urbana modifica o sistema de drenagem e pode destruir o sistema de esgotamento sanitário.

A visão integrada ocorre no planejamento da gestão dos impactos existentes ou no planejamento

do desmembramento e ocupação do espaço na fase do loteamento, de acordo com o cenário. Neste último caso, o projeto deve procurar preservar o ravinamento natural existente, distribuição de água segura, de forma racional e eficiente, a coleta e tratamento dos efluentes resultantes. Ao contrário do que se propõe atualmente, no projeto sustentável os mananciais são protegidos, o esgoto é tratado ou utilizado com reuso, o sistema natural de drenagem é preservado e a ocupação ocorre em lotes menores, conserva maior área verde comum, retira o meio fio das ruas de menor movimento, integrando o asfalto a gramados ou outros sistemas naturais vegetais, para que toda a água infiltre.

No âmbito de esgotamento sanitário, deve-se desenvolver a ligação a rede de esgoto com padrão adequado e executado através da gestão, pela empresa de serviços de água e saneamento.

Nos resíduos sólidos deve-se buscar aprimorar a coleta domiciliar e limpeza das ruas, disposição automática de retenção de lixo e educação da população com sistemas de reciclagem economicamente eficientes.

No escoamento pluvial, o custo de uma infraestrutura sustentável tende a ser menor que o custo de sistema corretivo e este ainda menor que a infraestrutura tradicional devido à retirada de vários

sistemas como a eliminação de redes de condutos de drenagem, sarjetas, entre outros, que são substituídos por gramados que infiltram, valos gramados, e sistemas naturais protegidos.

Isto parece uma utopia dentro da nossa realidade, no entanto, o empreendedor é sensível ao custo e a população que deseja comprar um ambiente mais adequado, está buscando qualidade de vida. Estes são dois fatores importantes na tomada de decisão. Dificilmente os países em desenvolvimento poderão pular etapas devido ao grande passivo existente nas cidades quanto ao escoamento pluvial (sem falar nos demais). Portanto, é necessário desenvolver estratégias dentro de duas plataformas principais:

-  Controlar os impactos existentes, através do cenário de ações corretivas estruturais que tratam da gestão por sub-bacias urbanas;
-  Medidas não-estruturais que levem aos novos empreendimentos a utilizarem um desenvolvimento com menor impacto e sustentável.

Estas duas medidas podem ser implementadas pelo Plano de Saneamento Ambiental ou por um Plano Diretor Urbano que inclua estes elementos junto com esgotamentos sanitário, resíduo sólido, transportes e uso do solo. Na figura 1 pode-se observar como os componentes das águas urbanas da cidade se integram e buscam identificar os componentes

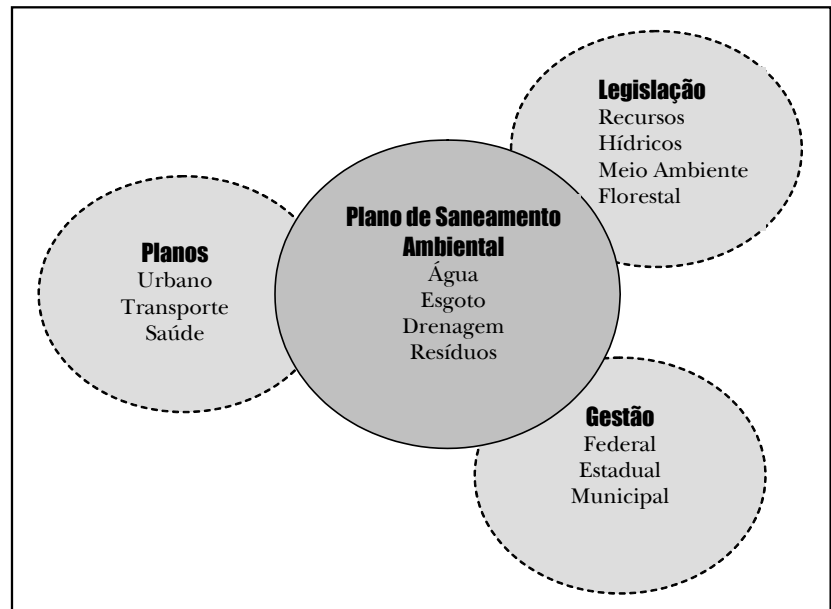


FIGURA 1. Interface entre os Planos da cidade e o Plano de Saneamento Ambiental.

de integração, visando a solução destes aspectos de forma integrada.

A atuação preventiva no desenvolvimento urbano reduz os custos de solução dos problemas relacionados com a água. Planejando a cidade com áreas de ocupação e controle da fonte da drenagem, a distribuição do espaço de risco e o desenvolvimento dos sistemas de abastecimento e esgotamento, os custos serão muito menores do que quando ocorrem as crises, onde o remédio passa a ter custos insuportáveis para o município. Cruz e Tucci (2006) demonstraram que o custo da drenagem em Porto Alegre seria 6 vezes inferior se tivesse sido desenvolvida de forma sustentável, sem considerar os prejuízos provocados de inundação.

O desenvolvimento do planejamento das áreas urbanas envolve principalmente:

- ☒ Planejamento do desenvolvimento urbano;
- ☒ Transporte;
- ☒ Abastecimento de água e saneamento;
- ☒ Drenagem urbana, controle de inundações e da erosão urbana;
- ☒ Resíduo sólido;
- ☒ Controle ambiental.

O planejamento urbano deve considerar os aspectos relacionados com a água, o uso do solo e a definição das tendências dos vetores de expansão da cidade. Considerando os aspectos relacionados com a água, existe uma forte inter-relação entre os mesmos. Algumas destas inter-relações são as seguintes:

- ☒ o abastecimento de água é realizado a partir de mananciais que podem ser contaminados pelo esgoto sanitário e pluvial ou por depósitos de resíduos sólidos;
- ☒ a solução do controle do escoamento da drenagem urbana depende da existência de rede de esgoto cloacal e tratamento de esgoto, além da eliminação das ligações entre as redes;
- ☒ a erosão do solo produz assoreamento e interfere na ocupação do solo, nas ruas, sistemas de esgoto, entre outros;
- ☒ a limpeza das ruas, a coleta e disposição de resíduos sólidos interferem na quantidade e na qualidade da água dos pluviais.

A maior dificuldade para a implementação do planejamento integrado decorre da limitada capacidade institucional dos municípios para enfrentar

problemas tão complexos e interdisciplinares e a forma setorial como a gestão municipal é organizada.

Gestão dos Recursos Hídricos na Bacia e os condicionantes das cidades

A gestão das ações dentro do ambiente urbano pode ser definida de acordo com a relação de dependência da água através da bacia hidrográfica ou da jurisdição administrativa local, estadual ou federal. A tendência da gestão dos recursos hídricos tem sido realizá-la através da bacia hidrográfica, no entanto a gestão do uso do solo é realizada pelo município ou grupo de municípios em se tratando de uma região Metropolitana. A gestão pode ser realizada de acordo com a definição do espaço geográfico externo e interno à cidade (Tabela 4).

Os Planos das bacias hidrográficas têm sido desenvolvidos para bacias grandes (>3.000 km²). Neste cenário existem várias cidades que interferem umas nas outras transferindo impactos. O Plano da bacia dificilmente poderá envolver todas as medidas em cada cidade, mas devem estabelecer os condicionantes *externos* às cidades, como a qualidade de seus efluentes, as alterações da quantidade desses afluentes, que visem a não transferência de impactos.

O ambiente interno das cidades são as gestões dentro do município para atender os condicionantes *externos* previstos no Plano de Bacia para evitar os impactos e buscar a melhoria da quantidade e qualidade da bacia como um todo, além dos condicionantes internos que tratam de evitar os impactos à população da própria cidade.

Estes dois espaços principais definem os gestores, os instrumentos de gestão, as metas, como descritas na tabela 4. A construção integral desta estrutura de gestão esbarra em algumas dificuldades:

- ☒ Limitada capacidade da maioria dos municípios para desenvolver a gestão;
- ☒ Sistema de gestão das bacias ainda não é uma realidade consolidada em todo o país;
- ☒ Reduzida capacidade de financiamento dos municípios, das ações e o alto nível de endividamento governos locais.

No primeiro caso, a solução passa pelo apoio estadual e federal, através de escritórios técnicos que apoiem as cidades, em especial de menor porte, no desenvolvimento de suas ações de planejamento elaboração de projetos para o aumento a financiamento e implementação. O segundo dependerá da

TABELA 4
Espaço de Gestão das águas urbanas

Espaço	Domínio	Gestores	Instrumento	Característica
Bacia Hidrográfica ¹	Estado ou Governo Federal	Comitê e Agências	Plano de bacia	Gestão da quantidade e qualidade da água no sistema de rios que formam a bacia hidrográfica, evitando a transferência de impactos.
Município ²	Município ou Região Metropolitana	Município	Plano Diretor urbano e Plano integrado de Esgotamento, Drenagem Urbana e Resíduo Sólido	Minimizar os impactos de quantidade e qualidade dentro da cidade, nas pequenas bacias urbanas e não transferir impactos para o sistema de rios.

1 – bacias de grande porte (> 1000 km²); 2 – área de abrangência do município e suas pequenas sub-bacias de macrodrenagem (< 50 km²). Os valores de áreas são indicativos e podem se alterar para cidades de grande porte.

transição e evolução do desenvolvimento da gestão no país. O terceiro dependerá fundamentalmente do desenvolvimento de um programa a nível federal e mesmo estadual com um fundo de financiamento para viabilizar as ações.

Gerenciamento de bacias urbanas compartilhadas

Grande parte das cidades compartilham com outros municípios, uma ou mais bacias hidrográficas. Geralmente existem os seguintes cenários: (a) um município está a montante de outro; (b) o rio divide os municípios (figura 2).

O controle institucional das águas urbanas, que envolve pelo menos dois municípios, pode ser realizado pelo seguinte:

-  Comitê de Bacia: o comitê estabelece o enquadramento dos rios e as cidades através dos seus Planos devem estabelecer medidas para atingir as cargas limites para manter os rios dentro do enquadramento. A implementação do Plano se dá por meio de legislação municipal adequada para cada município;
-  Por meio de legislação estadual que estabeleça os padrões a serem mantidos nos municípios de tal forma a não serem transferidos os impactos para jusante (baseado no enquadramento para qualidade da água e na outorga de aumento de vazão, art.12 da lei de recursos hídricos);
-  Estabelecimento de distritos de Drenagem onde cada Distrito englobaria um ou mais

municípios e dentro dos mesmos são estabelecidos normas comuns quanto à gestão territorial relacionada com os elementos das águas urbanas. Estas normas podem ser estabelecidas no Comitê de bacia. Este é o cenário mais provável para rios de Regiões Metropolitanas.

Estes entendimentos podem ser realizados dentro do comitê da bacia e quando do desenvolvimento dos Planos Estaduais de Recursos Hídricos. Portanto, quando forem desenvolvidos os Planos das Bacias que envolvam mais de um município, deve-se buscar acordar ações conjuntas entre os municípios para se obter o planejamento de toda a bacia.

Os problemas atualmente existentes podem ser resumidos nos seguintes cenários:

-  Nas regiões metropolitanas é comum a existência de bacias hidrográficas com grande predominância de urbanização que atravessa mais de uma cidade e as transferências de impactos entre as cidades é muito grande. Por exemplo, uma cidade a montante que canaliza seu escoamento para jusante seguramente irá aumentar as inundações na cidade de jusante, da mesma forma que a poluição ou esgoto não-tratado. Para isto não existem mecanismos legais para que isto seja evitado, apesar de que qualquer projeto deveria ser aprovado ambientalmente e estes são impactos que deveriam fazer parte do licenciamento ambiental, mas isto geralmente não ocorre e as cidades estão sujeitas a serem processadas pelas pessoas prejudicadas;

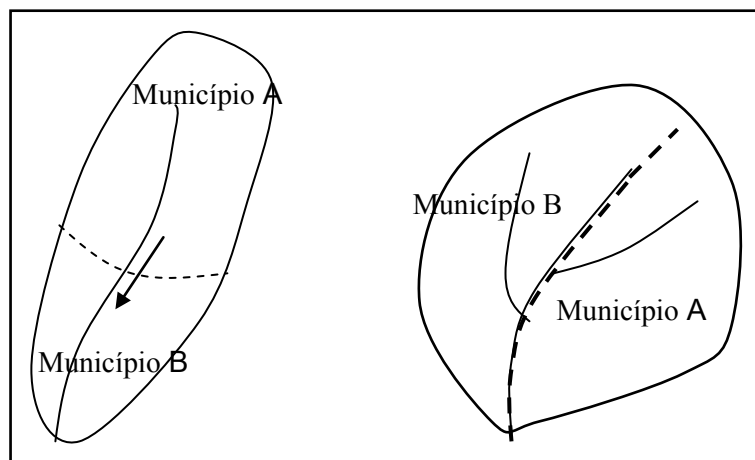


FIGURA 2 Relações básicas entre municípios

≡ No caso de municípios que se encontram em margens opostas, mesmo que um deles adote medidas legais para gestão de sua parte da bacia hidrográfica, a outra margem continuará impactando a jusante, o que inviabiliza uma solução sustentável. Neste caso, também somente é possível o desenvolvimento de medidas sustentáveis de longo prazo, através de estabelecimento de mecanismos legais a serem exigidos dos projetos quando da sua aprovação nas duas cidades.

Potenciais medidas de controle externo às áreas urbanas

O mecanismo previsto nas legislações de recursos hídricos para o gerenciamento externo das cidades é o Plano de Recursos Hídricos da Bacia. No entanto, nesse Plano dificilmente será possível elaborar o Plano de Saneamento Ambiental ou os Planos de Drenagem, Esgotamento Sanitário e Resíduo Sólido de cada cidade contida na bacia. O Plano deveria estabelecer as metas que as cidades devem atingir para que o rio principal e seus afluentes atinjam níveis ambientalmente adequados de qualidade da água. A meta de qualidade da água é estabelecida pela despoluição que permitirá atingir o enquadramento do rio, enquanto que quanto a quantidade de água a meta poderá ficar limitada a capacidade de escoamento no rio para jusante, a ser definido no processo de outorga. O Plano Integrado de Drenagem Urbana, Esgotamento

Sanitários e Resíduos Sólidos deve obedecer aos controles estabelecidos no Plano da bacia no qual estiver inserido. Tucci (2005a) apresenta uma proposta de regulamentação da outorga da legislação de Recursos Hídricos para estabelecer um mecanismo legal de indução ao processo a qual explicitam.

DESAFIOS

O desafio atual para a Gestão de Recursos Hídricos é sem dúvida o controle dos impactos das cidades sobre o sistema natural. Representa o maior problema ambiental do país, devido a grande carga de poluentes despejadas nos rios sem tratamento. Somente dos esgotos domésticos estima-se que a carga esteja entre 7 a 11 mil toneladas/dia de DBO. Nos últimos anos o déficit de atendimento dos serviços urbanos tem aumentado devido ao menor crescimento dos serviços do que o aumento da população. Portanto, a tendência é de não cumprimento pelo país das Metas do Milênio e agravamento das condições sanitárias.

Para alterar este cenário são necessários investimentos da ordem de 0,6 % PIB em Água e Saneamento e 0,2% em Drenagem (falta avaliar a parcela sobre os resíduos sólidos), resultando num total de R\$ 16 bilhões/ano (valores de 2006). No entanto, existem vários arranjos de gestão a serem aprimorados para buscar eficiência no investimento, garantindo o retorno final para a sociedade, o que atualmente não vem ocorrendo. Os principais desafios são:

-  Consolidar as metas de qualidade e quantidade para os rios próximos à cidade através da outorga e enquadramento dos rios segundo o comitê de bacia. Para isto é necessário a implementação dos comitês das principais cidades (maiores cargas) e a efetiva gestão dos recursos hídricos associado a gestão urbana, implementando-se os Planos de Saneamento Ambientais;
-  Desenvolver dentro do processo de outorga e enquadramento metas de eficiência na prestação dos serviços, ligados não as obras, mas aos seus resultados finais;
-  Viabilizar um Fundo de Investimento que atenda as necessidades anuais de investimentos do setor com mecanismos sustentáveis: empréstimos, recuperação de custo, prêmios com subsídios e capacidade de endividamento;
-  Apoio técnico aos municípios através de Programas Estaduais e Federais para minimizar os custos de implementação e gestão dentro das cidades;
-  Institucionalização dos mecanismos de cobrança pelos avanços e cumprimento das etapas do Plano de Saneamento Ambiental e seus resultados associado às legislações existentes.

Referências

- ANA, 2003 <http://www.ana.gov.br> acessado em 15/2/2004.
- CRUZ, M.; TUCCI, C.E.M. 2008. Avaliação dos Cenários de Planejamento na Drenagem Urbana. RBRH, Vol. 13 n° 3, 59-72p. Porto Alegre.
- ESBE, 2006. PNAD 2005 Aumenta o déficit de dos serviços de Saneamento Básico. Projeções indicam Universalização em 50 anos. ESBE Associação das Empresas de Saneamento Estaduais. 2006.
- IPEA, 2002. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos 2001. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento SNIS. Programa de Modernização do Setor de Saneamento PMSS.
- MMA, 2006. Plano Nacional de Recursos Hídricos. Secretaria de Recursos Hídricos. Ministério do Meio Ambiente.
- NAHB RESEARCH CENTER. 2004. Municipal Guide to Low Impact Development. Maryland. Disponível on-line em <http://www.lowimpactdevelopment.org>
- SILVEIRA, A L. L., 1999. *Impactos Hidrológicos da urbanização em Porto Alegre*. 4º Seminário de Hidrologia Urbana e Drenagem. Belo Horizonte ABRH.
- SNIS, 2004. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto – 2003. PMSS Programa de Modernização do Setor de Saneamento. Ministério das Cidades.
- TUCCI, C.E.M. 2003. Inundações e drenagem urbana in: Tucci, C.E.M; Bertoni, J.C. Inundações da América do Sul. Capítulo 3. ABRH GWP. 450p.
- TUCCI, C.E.M, 2005a. Programa de Drenagem Sustentável: Apoio ao Desenvolvimento do Manejo das Águas Pluviais Urbanas - Versão 2.0 Ministério das Cidades.
- TUCCI, C.E.M. 2005b. Desenvolvimento dos Recursos Hídricos no Brasil. REGA V 2 N2. dezembro.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 2000. Low Impact Development (LID): A Literature Review. 35p. Washington D.C.. Disponível on-line em <<ftp://lowimpactdevelopment.org/pub>>

Errata

Na revista *REGA*, v.5 n.1, no artigo “Desafios e oportunidades para a implementação do hidrograma ecológico”, na página 25 e na contra-capas:

Onde se lê:

Christopher Souza
Sidnei Agra
Rutineia Tassi
Walter Collischonn

Leia-se:

Christopher Souza
Sidnei Agra
Rutineia Tassi
Walter Collischonn
Glauco Freitas

Presentación de artículos

Los artículos pueden ser presentados en español, portugués o inglés. El resumen deberá ser enviado obligatoriamente en lo mismo idioma y abstract en inglés (para trabajos en español y portugueses) y, en español (para trabajos en inglés).

FORMATO

El archivo debe ser enviado en medio magnético, acompañado de dos copias impresas. Los archivos deben estar en Word, versión reciente.

Configuración de la página: tamaño: A4 (210 x 297mm); márgenes: 2,5 cm en todas las direcciones;

Espacio doble, letra Times New Roman 12;

Número máximo de páginas igual a 25, incluyendo tablas, figuras, ecuaciones y referencias. Estas deben estar numeradas de 1 a n. Las tablas y figuras deben tener título. Las figuras deben ser enviadas también en archivo separado en formato TIF, 300dpi.;

Todas las referencias citadas en el texto deben estar listadas en la bibliografía. En el texto del artículo la referencia debe ser escrita, en minúsculas y entre paréntesis, como apellido y año e. g. (Araujo, 2001). Referencias con dos autores serán citadas como: (Araujo y Campos, 2001). Para el caso de más de dos autores será: (Araujo et al., 2001). En la bibliografía las referencias serán listadas en orden alfabético del apellido del primer autor, el que debe ser escrito en mayúsculas, e. g. :

ARAUJO, J., Campos, E. y Silva, C., 2001. Política de Recursos Hídricos em Pernambuco. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. vol. 7, nro 1, p. 232-253. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. www.abrh.org.br

Cuando sea posible, deberá ser indicada una página de Internet relacionada a la publicación citada, como indicado en el ejemplo.

La numeración de las ecuaciones debe estar a la derecha y todos sus términos deben estar definidos en el texto.

Todas las tablas y figuras deben estar citadas en el texto.

Los interesados en publicar artículos en la revista deben preparar el mismo de acuerdo con el formato indicado y enviarlo a:

ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos
Av. Bento Gonçalves, 9500 – IPH/UFRGS
Caixa Postal 15029 -
CEP 91501-970 – Porto Alegre, RS, Brasil
E-mail: rega@abrh.org.br

Chamada de artigos

Os artigos devem ser submetidos em espanhol, português ou inglês. Deverá ser enviado, obrigatoriamente, resumo no mesmo idioma e em inglês (para trabalhos em português e espanhol) e, em espanhol (para trabalhos em inglês).

FORMATO

O arquivo deve ser enviado por meio magnético, acompanhado de duas cópias impressas. Os arquivos devem estar em Word, versão recente.

Configurações da página: tamanho A4 (210 x 297mm); margens 2,5 cm em todas as direções;

Espaçamento duplo, tipografia Times New Roman, corpo 12;

Número máximo de páginas igual a 25, incluindo tabelas, figuras, equações e referências. Estas devem estar numeradas de 1 a n. As tabelas e figuras necessitam ter título. As figuras devem ser enviadas também em arquivo separado, em formato TIF, resolução 300 dpi.

Todas as referências citadas no texto devem estar listadas na bibliografia. No texto do artigo a referência deve ser escrita em minúsculas e entre parênteses, como sobrenome e ano (Araujo, 2001). Referências com dois autores serão citadas como: (Araujo e Campos, 2001). Na bibliografia as referências serão listadas em ordem alfabética do sobrenome do primeiro autor, que deve ser em maiúsculas:

ARAUJO, J., Campos, E. e Silva, C., 2001. Política de Recursos Hídricos em Pernambuco. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. vol.7, n.1, p.232-253. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. www.abrh.org.br

Sempre que possível, deverá ser indicada uma página de Internet, relacionada à publicação citada, como no exemplo acima.

A numeração das equações deve estar à direita e todos os seus termos devem ser descritos no texto.

Todas as tabelas e figuras devem ser mencionada no texto.

Os interessados em publicar artigos na revista devem preparar o mesmo de acordo com o formato citado e submetê-lo a:

ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos
Av. Bento Gonçalves, 9500 – IPH/UFRGS
Caixa Postal 15029 -
CEP 91501-970 – Porto Alegre, RS, Brasil
E-mail: rega@abrh.org.br

Fotolitos e impressão:

Editora Evangraf

Rua Waldomiro Schapke, 77 - Porto Alegre, RS

Fone (51) 3336-0422 e 3336-2466

evangraf@terra.com.br