

ISSN 1806-4051
Vol. 6 - no. 2 - (jul./dez. 2009)

Regga

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, IPH, UFRGS, 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 Mendiondo
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 Hespanhol
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
Jussara Cabral Cruz
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. 6,
no. 2 (jul./dez. 2009) –
Porto Alegre - ABRH/Brasil, 2009 –
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 - Associação Paraguaia 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.

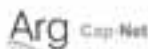
Os objetivos da revista são de divulgar o conhecimento adquirido nas Américas sobre a Gestão Integrada de Recursos Hídricos. Considera-se importante a troca de informações entre os diferentes atores na área de recursos hídricos: técnicos, decisores de governo e instituições privadas, membros de comitê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



Regga

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

Vol.6 - N.2 - Jul./Dez. 2009

Simulação de um modelo econômico para redução de cargas de poluentes, decorrentes da atividade de mineração em bacias hidrográficas / **5**

*Adriano de Paula F. Bandeira
e Carlos A. B. Mendes*

Planos de recursos hídricos e as avaliações ambientais / **19**

Monica Porto e Carlos E. M. Tucci

La gestión de los recursos hídricos en el Ecuador / **33**

Edgar Isch López

Avaliação de instrumentos econômicos alocativos na gestão de bacias hidrográficas usando modelo econômico-hidrológico integrado / **49**

*Márcia G. Alcoforado de Moraes,
Carlos Alberto Amorim Bruno,
Edson Martins de Albuquerque Filho
e Gabriela Mendes*

An Assessment model of Water Resource policies in River Basins: the Piracicaba, Capivari and Jundiá case, Brazil / **65**

Giuliano Marcon e Arlindo Philippi Jr.

Desafios para a gestão de recursos hídricos e o desenvolvimento urbano / **75**

*Arlindo Philippi Jr., Giuliano Marcon
e Luis Eduardo Gregolin Grisotto*

Simulação de um modelo econômico para redução de cargas de poluentes, decorrentes da atividade de mineração em bacias hidrográficas

Adriano de Paula F. Bandeira
Carlos A. B. Mendes

RESUMO: Os impactos ambientais provocados por determinadas atividades econômicas podem causar prejuízos financeiros em terceiros já que o custo de compensar ou aquele de evitar a ação deletéria sobre o meio ambiente prejudica e, em alguns casos, inviabiliza a existência de outras atividades econômicas. Nesse contexto, enquadra-se a mineração de carvão. Em tal atividade, o contato da água – superficial, subterrânea ou pluvial – com elementos específicos resultantes das escavações, na presença de oxigênio e de microorganismos, forma a chamada drenagem ácida de mina, que, em grande parte dos casos, é despejada em cursos d'água adjacentes prejudicando outros usos da água. Assim, o presente trabalho tem por objetivo elaborar uma metodologia para o planejamento da exploração do carvão mineral em bacias hidrográficas, que busque a produção ótima de minério com a internalização dos custos de tratamento do efluente gerado, a fim de que os parâmetros de qualidade da água sejam respeitados e, desse modo, não exista a incidência de prejuízos em terceiros. Tal metodologia é pautada pela elaboração de um modelo de otimização que seja capaz de representar, ao longo do tempo de operação das minas, a carga de poluentes lançada nos cursos d'água de uma bacia hidrográfica.

PALAVRAS CHAVE: Drenagem ácida de mina, Bacia Hidrográfica, Otimização.

ABSTRACT: The environmental impacts provoked by determined economic activities are considered externalities as they can cause financial damages in third parts. The cost of remediation, or that one to prevent the deleterious action, harms and, in some cases, makes impracticable the existence of other economic activities. In this context, the coal mining is considered. In such activity, the contact of superficial water, groundwater or rainwater with specific elements resultant from the mining excavations, in oxygen and microorganisms presence, forms the acid mine drainage (AMD), that, to a large extent of the cases, runoff in adjacent rivers harming other uses of water. Thus, the present work aims to elaborate a methodology of the mineral coal exploitation planning in river basins that achieves the optimal production of the ore with the costs of effluent treatment and closure internalized (environmental costs) so that water quality parameters are respected and there is no incidence of damages in third parts. Such methodology is based on the elaboration of an optimization model that is capable to represent, during the mines' exploitation time, the load of pollutants launched in river basins water.

KEY WORDS: acid mining drainage, river basin, optimization.

INTRODUÇÃO

Contextualização

O aparecimento de novas atividades, aliado à expansão daquelas existentes em determinada região, provoca acréscimos na demanda por recursos naturais, dentre os quais se destaca a água. Assim, a ação de um produtor ou consumidor pode influenciar outros produtores ou consumidores. Quando isto acontece, sem que haja consideração na fixação do

preço de mercado, pode-se dizer que ocorreu uma externalidade. Esta pode ser positiva, quando o efeito é benéfico, ou negativa, caso contrário (PINDYCK; RUBINFELD, 2002).

No que se refere à utilização dos recursos hídricos, a ocorrência de externalidades é agravada por ser a água considerada um bem público, ou seja, aquele cujos consumidores não sofrem restrição para consumir e cujo custo de ampliação de consumo é baixo..

Assim surgem conflitos, protagonizados por empreendedores interessados em diluir resíduos de suas atividades ou em usar a água em determinada fase de seu processo de produção, e pela população, interessada no seu abastecimento e no despejo dos resíduos domésticos. Nesse contexto, cita-se o exemplo da atividade de mineração, em particular daquela relacionada à exploração de carvão. Quando o carvão é retirado, ele é acompanhado por grande quantidade de resíduos, que, depois de separados, são depositados em locais próximos às minas. A chuva, ao percolar através dos resíduos, reage com eles e adquire elementos nocivos. Em paralelo, a lavra subterrânea pode permitir o contato do minério com o lençol freático. O líquido resultante é o efluente conhecido como DAM (Drenagem Ácida de Mina). A DAM pode escoar na superfície do terreno até os cursos d'água, onde são adicionados aos poluentes já transportados, ou infiltrar no solo, contaminando águas subterrâneas. Após a exploração da mina, o lançamento da DAM no meio ambiente pode persistir, pois, em geral, as minas são abandonadas sem que haja uma preparação para evitar tal despejo.

Existem diversas formas de tratamento de DAM. Sua utilização, no entanto, é pouco realizada por apresentar altos custos.

Hipótese e Questão da Pesquisa

O presente estudo partiu da premissa de que o planejamento de uso dos recursos hídricos por parte da atividade de mineração traz benefícios à sociedade. Os empreendedores tornam-se menos suscetíveis a custos imprevistos, próprios ou causados por terceiros, e, portanto, podem fazer um planejamento mais adequado de suas atividades. Supõe-se, também, que todas as empresas mineradoras instaladas na bacia estejam envolvidas no planejamento, embora exista alguma resistência ao processo devido ao receio de surgimento de despesas extras.

O estudo tem como objetivo geral responder à seguinte questão: a internalização dos custos de recomposição da área degradada e dos custos de tratamento de efluentes, a fim de atender aos limites de concentração de parâmetros de qualidade da água (estabelecidos pela Resolução 357 do CONAMA) pode inviabilizar a exploração mineral?

A Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento de uso dos recursos naturais

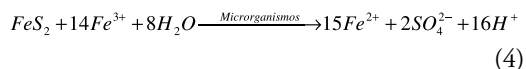
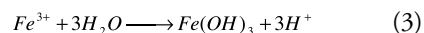
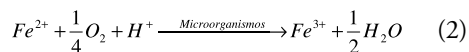
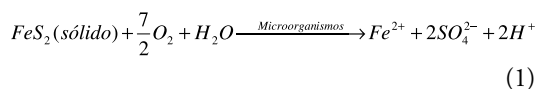
O uso da bacia hidrográfica, como unidade de estudo, para o gerenciamento das diferentes formas de ocupação e uso das potencialidades ambientais tem como objetivo planejar, coordenar, executar e

manejar as melhores formas de apropriação e exploração de seus recursos naturais, proporcionando o desenvolvimento socioeconômico das suas respectivas populações e a sustentabilidade dos recursos naturais, diminuindo ou evitando a degradação da qualidade de vida (BORDALLO, 1995). Segundo Lanna (1995), o gerenciamento de bacia hidrográfica (GBH) é o instrumento que orienta o poder público e a sociedade, no longo prazo, na utilização e monitoramento dos recursos ambientais, naturais e econômicos, de forma a promover o desenvolvimento sustentável.

As abordagens de planejamento e gerenciamento que utilizam a bacia hidrográfica como unidade de trabalho têm evoluído bastante, pois suas características biogeofísicas apresentam sistemas ecológicos e hidrológicos coesos (PIRES; SANTOS, 1995).

Drenagem ácida de mina (DAM)

A DAM é resultado de um conhecido processo químico. Em contato com ar, água e microorganismos, minerais ricos em enxofre, como a pirita (FeS_2), se oxidam e produzem ácido sulfúrico. Concomitantemente, ferro e outros metais são descarregados na água. O problema pode ser associado com a extração de carvão ou com a escavação de rochas nas quais minerais sulfurosos, antes no subsolo, entram em contato com o oxigênio e com a água. Gusek (2005) apresenta as quatro reações do processo de formação de DAM:



Em solução com baixo pH, as reações (1), (2) e (4) são catalisadas por organismos unicelulares que aceleram a oxidação da pirita fazendo com que a acidez aumente. O aumento da acidez provoca a dissolução de outros metais pesados (STUMM et al. apud SEYLER, 2005). Dessa forma, pode haver a contaminação da água também por cobre, zinco, chumbo e manganês, entre outros metais.

Assim, de forma análoga ao triângulo do fogo, o qual apresenta os elementos necessários para a

combustão (oxigênio, combustível e calor), pode-se elaborar o tetraedro da DAM mostrando-se os elementos imprescindíveis à formação da substância.

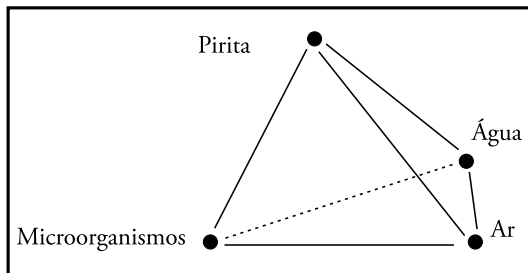


FIGURA 1. Tetraedro de DAM

Tecnologias de extração de carvão mineral

A escolha do método de mineração é determinada, entre outros fatores, pela geologia no local de extração. Assim, a combinação da profundidade da camada de carvão e do tipo de solo que a cobre estabelece se o método de lavra será subterrâneo ou de superfície.

A lavra subterrânea se dá, em geral, quando a camada de carvão mineral está localizada em grandes profundidades ou quando as camadas de solo e rochas que a cobrem (*overburden*) apresentam dificuldades de remoção. A lavra em superfície apresenta viabilidade econômica quando a camada de carvão se localiza próxima ao nível do terreno. Ela consiste na escavação e remoção da camada de solo e rochas que cobre o carvão mineral. A partir daí, com o carvão exposto, a lavra, propriamente dita, se inicia (WCI, 2006).

Em relação à contaminação dos corpos d'água, especial atenção deve ser dada à entrada de águas pluviais nas escavações. A retirada do *overburden*, o beneficiamento e o a construção de vias de acesso, são responsáveis pela alteração da drenagem natural do terreno e do regime de infiltração e de retenção de água no subsolo (GIBSON, 1987).

TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS

As formas de tratamento de resíduos de operações de minas são classificadas em ações para o tratamento de efluentes e ações para a desmobilização do empreendimento. As ações para o tratamento do efluente são, por sua vez, classificadas como tratamento passivo e tratamento ativo.

As principais estruturas para a realização do tratamento passivo são as lagoas anaeróbica e aeróbica, o canal calcário óxico, o dreno calcário anóxico, a bacia de fluxo vertical (BFV) e o leito de remoção de manganês (LRM). As lagoas, a BFV e o LRM são estruturas semelhantes que consistem em uma escavação trapezoidal para onde é conduzido o efluente (DAM). A lagoa aeróbica apresenta uma cobertura vegetal para redução do oxigênio dissolvido e a anaeróbica possui também uma camada de calcário. A bacia de fluxo vertical também apresenta uma camada de matéria orgânica e uma de calcário, mas seu efluente é drenado pelo fundo da escavação. O leito de remoção de manganês não possui camada de matéria orgânica, mas apresenta uma espessa camada de calcário. O canal óxico e o dreno anóxico destinam-se à condução do efluente para as unidades de tratamento e para o destino final (em geral, os cursos d'água). A diferença entre eles consiste

TABELA 1
Contaminante objeto do tratamento

Tecnologia de tratamento passivo	Elemento-alvo do tratamento
Lagoa Anaeróbica	SO ₄ , acidez
Lagoa Aeróbica	Fe, U, Mg, As, CN
Canal calcário óxico	Acidez, Zn, Cd, As, Mg, Ca
Dreno calcário anóxico	Acidez, Zn, Cd, As, Mg, Ca
Bacia de fluxo vertical	Acidez, SO ₄
Leito de remoção de manganês	Mn

(Fonte: Adaptada de Rees, 2005)

no fato de o dreno ser revestido. A tabela 1 apresenta as principais substâncias removidas pelo tratamento.

O tratamento ativo de drenagem ácida de mina consiste na adição de um reagente químico capaz de provocar a precipitação de substâncias contaminantes, a fim de que estas sejam posteriormente removidas. É mais utilizado em águas com elevado grau de contaminação ou quando há pouca disponibilidade de espaço (COULTON *et al*, 2005).

Os principais reagentes utilizados no tratamento ativo são o hidróxido de sódio (soda cáustica, NaOH), cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), cal virgem (CaO) e amônia (NH_3). Também podem ser utilizados o óxido de magnésio (MgO), o hidróxido de magnésio ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) e o carbonato de sódio (Na_2CO_3).

Desmobilização do empreendimento mineiro

A desmobilização do empreendimento mineiro é determinada pelo parágrafo 2º do artigo 225 da Constituição Federal Brasileira, o qual estabelece que “aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei” (BRASIL, 1988).

O tratamento de recomposição é constituído por um trabalho de terraplenagem que consiste no assentamento de uma camada de solo sobre a área impactada. Tal camada pode ser revestida com vegetação, impermeabilizada pela urbanização ou, ainda, não possuir revestimento algum.

METODOLOGIA

Operação de recursos naturais não renováveis

Conrad e Clarke (1987) estabelecem um modelo da dinâmica de exploração dos recursos não-renováveis. Sejam $X(t)$ e $w(t)$, respectivamente, as descobertas acumuladas e o esforço de exploração, pode-se dizer que:

$$\frac{\partial R(t)}{\partial t} = \frac{\partial X(t)}{\partial t} - q(t) \quad (5)$$

$$\frac{\partial X(t)}{\partial t} = f(w(t), X(t)) \quad (6)$$

Em outras palavras, a variação da reserva de recurso com o tempo depende da variação das novas descobertas com o tempo e da produção mineral. Assim, tem-se que: $\frac{\partial f}{\partial w} > 0$, pois quanto maior o esforço de exploração, mais descobertas

serão feitas; e $\frac{\partial f}{\partial X} < 0$, pois à medida que novas descobertas são feitas, menores são as chances de que sejam realizadas outras descobertas.

Sejam C_i ($q_i(t)$) o custo de extração da i -ésima mineradora, R_i suas reservas iniciais e p o preço de venda do minério em um mercado competitivo. Cada firma tenta maximizar os lucros de acordo com a seguinte formulação matemática, na qual δ refere-se à taxa de juros:

$$\text{Max } \pi = \int_0^{T_i} [p(t)q(t) - C(q(t)) - C(w(t))]e^{-\delta t} dt \quad (7)$$

$$\text{Sujeito a } R(t-1) - R(t) = f(w(t), X(t)) - q(t) \quad (8)$$

$$R_i(0) = R_i \quad (9)$$

$$\frac{\partial X}{\partial t} = f(w(t), X(t)) \quad (10)$$

$$X(0) = 0 \quad (11)$$

As restrições significam, respectivamente, que a variação da reserva com o tempo é igual, em módulo, à diferença entre descobertas e produção da mina; a reserva inicial de cada mina é igual à reserva total estimada; as novas descobertas são uma função do esforço para realizá-las e da quantidade de descobertas já realizadas; e a descoberta inicial é nula.

Obtenção de dados

Os dados necessários para o modelo podem ser organizados segundo seu relacionamento com a bacia hidrográfica, a extração do carvão mineral e o tratamento do minério, o tratamento de efluentes e com o fechamento do empreendimento. A tabela 2 exhibe esses conjuntos de dados necessários ao desenvolvimento do estudo.

Construção de funções econômicas e de equações de restrição

As funções econômicas necessárias para o desenvolvimento do modelo dizem respeito à receita da mineradora, aos seus custos de extração e de beneficiamento e aos seus custos de tratamento de efluentes e de fechamento de mina.

TABELA 2
Variáveis de entrada do modelo.

Variáveis de entrada	Variáveis da bacia	
	$Q_{\text{mensal}}(i,t)$	Vazão mensal nos cursos d'água
	$P(t)$	Precipitação mensal
	$\text{Lim}(l)$	Limite tolerável de cada contaminante
	$Q_{\text{sub}}(t)$	Vazão bombeada para fora das minas oriunda do lençol freático
	Variáveis de extração	
	i	Número de minas na bacia
	$T(i)$	Tempo de exploração das minas
	$A(i)$	Área de superfície minerada de cada mina
	$R_0(i)$	Reserva inicial da mina i
	p	Preço da tonelada de carvão
	e	Percentual de rejeitos no carvão
	ex	Alternativas de exploração
	$CExp(i)$	Custo fixo de exploração de cada mina
	$CBen(i)$	Custo de beneficiamento do carvão extraído pela mina i
	d	Taxa de juros
	Variáveis de tratamento de efluentes	
	j	Alternativas de tratamento de efluentes
	$CTrat(i)$	Custo de tratamento de efluentes da mina i
	l	Contaminante considerado
	$\text{Conc}(l,i)$	Concentração do contaminante l na DAM da mina i
	$\eta(l,i)$	Percentual remanescente do contaminante l na mina i
	Variável de fechamento da mina	
	$CFec(i)$	Custo para recompor a área da mina i

A receita da mineradora pode ser dada pelo produto entre a quantidade de minério por ela produzida (*run of mine*) e o preço unitário do carvão mineral, descontando-se a quantidade de resíduos presentes por tonelada de ROM:

$$\text{Receita} = p \cdot q(i,t) \cdot (1 - \varepsilon) \quad (12)$$

Os custos de extração do carvão mineral dependem da tecnologia de extração adotada pela empresa ou analisada no cenário proposto. Assim, com base nos dados apresentados formula-se a equação 11:

$$\text{Extração} = CExp_{ex}(i) \cdot q(i,t) \quad (13)$$

Os custos de tratamento de efluentes serão divididos em parcelas mensais ao longo do tempo de exploração da mina. Assim, as parcelas do custo de tratamento j ($CTrat_j$) terão seu valor dado pela equação 12, onde M corresponde ao valor total do tratamento:

$$CTrat_j(i) = \frac{M_{0j} (1 + \delta)^t \delta}{(1 + \delta)^t - 1} \quad (14)$$

Por fim os custos de fechamento são dados pelas ações de terraplenagem necessárias à execução de uma cobertura na área da mina e representam-se pela equação 13, onde M_{id} corresponde ao custo total de fechamento:

$$CFec_d(i) = \frac{M_{id} \xi}{(1 + \delta)^t - 1} \quad (15)$$

As restrições consideradas no modelo são referentes ao balanço de massa e à concentração de poluentes nos cursos d'água. O balanço de massa é dado pela equação 14:

$$R(i,t) = R(i,t-1) - q(i,t) \quad (16)$$

No entanto, deve ser considerada a reserva inicial de cada jazida, bem como o seu esgotamento ao final do tempo de exploração. Tais restrições são dadas, respectivamente, pelas equações 15 e 16:

$$R(i,t=0) = R_i \quad (17)$$

$$R(i,t=T) = 0 \quad (18)$$

Para a concentração de poluentes nos cursos d'água são necessárias as seções dos rios onde são analisados os limites de concentração de contaminantes (aquelas nas quais as minas despejam seus efluentes), os limites de concentração toleráveis do poluente l (Lim(l)) e as vazões mensais do rio no trecho considerado e no tempo t (Q(i,t)).

Seja, ainda, a carga de poluentes despejada nos rios da bacia hidrográfica em estudo dada pelo produto entre a vazão do efluente do tratamento e a concentração de cada contaminante após o devido tratamento. Assim, formula-se a equação 17:

$$Carga(l,i,t) = Q_{efluente}(i,t) * \eta(i,t) * Conc(l,i) \quad (19)$$

Para que seja possível a comparação da descarga de contaminantes com os valores de concentração previstos em lei, deve-se dividir o valor encontrado acima pela vazão no trecho de rio receptor dos efluentes da mina considerada. Então, a contaminação causada por uma mina pode ser calculada conforme a equação 18:

$$Cont(l,i,t) = \frac{Q_{efluente}(i,t) * \eta(i,t) * Conc(l,i)}{Q(i,t)} \quad (20)$$

Sabe-se que a vazão efluente de cada mina varia com o tempo, pois é fruto de características hidrológicas do local, tais como precipitação e vazão oriunda de aquíferos subterrâneos. A esse respeito, ressalta-se que a água precipitada diretamente nas minas, ou aquela que para ela flui devido às alterações da drenagem na área minerada, é esgotada em sua totalidade e descarregada para tratamento.

Além disso, contribui o processo de beneficiamento do carvão mineral para um maior volume de despejos, já que para cada tonelada de minério extraída é necessária uma quantidade de água (K) para que se consiga separar os resíduos. Dessa forma a vazão efluente mensal (Q_{efluente}) originada por cada mina pode ser dada pela equação 19:

$$Q_{efluente}(i,t) = Prec(i,t) * A(i) - Q_{subt}(i,t) - K * q(i,t) \quad (21)$$

De posse de tais parâmetros, pode-se construir o conjunto de restrições dado pela equação 20:

$$\frac{\sum_{i=1}^m Q_{efluente}(i,t) * \eta(i,t) * Conc(l,i)}{Q(i,t)} \leq Lim(l), \quad (22)$$

A variação do somatório de 1 a m refere-se às minas que contribuem para o acúmulo de contaminantes em determinada seção de rio e o parâmetro Lim (l) diz respeito à concentração de determinado contaminante permitida. Cabe salientar que a equação não considera o fenômeno de autodepuração dos cursos d'água.

Aplicação do modelo de otimização

Para a aplicação do modelo adota-se a discretização mensal do tempo. O objetivo do modelo é a maximização do valor presente líquido (VPL) sob a consideração do despejo de efluentes em uma bacia hidrográfica. As restrições são o balanço de massa e o limite de concentração de contaminantes.

Matematicamente:

$$\begin{aligned} \text{Max} \\ \sum_{i=1}^I \sum_{t=1}^T \rho^t [p * q(i,t) * (1 - \varepsilon) - CExp_{es}(i) * q(i,t) - \\ - CBen * q(i,t) - CTrat_j(i) - CFec_d(i)] \end{aligned} \quad (23)$$

$$\text{Sujeito a: } R(i,t=0) = R(i); \quad (24)$$

$$R(i,t) = R(i,t-1) - q(i,t); \quad (25)$$

$$R(i,t=T) = 0; \quad (26)$$

$$\frac{\sum_{i=1}^m Q_{efluente}(i,t) * \eta(i,t) * Conc(l,i)}{Q(i,t)} \leq Lim(l) \quad (27)$$

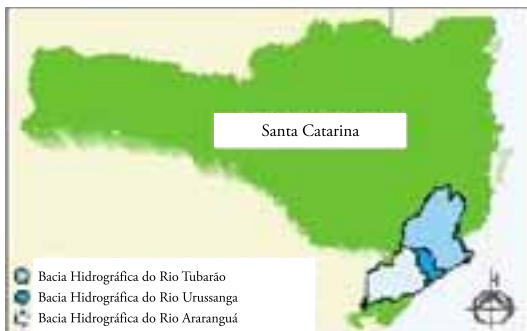


FIGURA 2. Localização das bacias dos Rios Tubarão, Urussanga e Araranguá. Fonte: Adaptada de Gomes (2005).

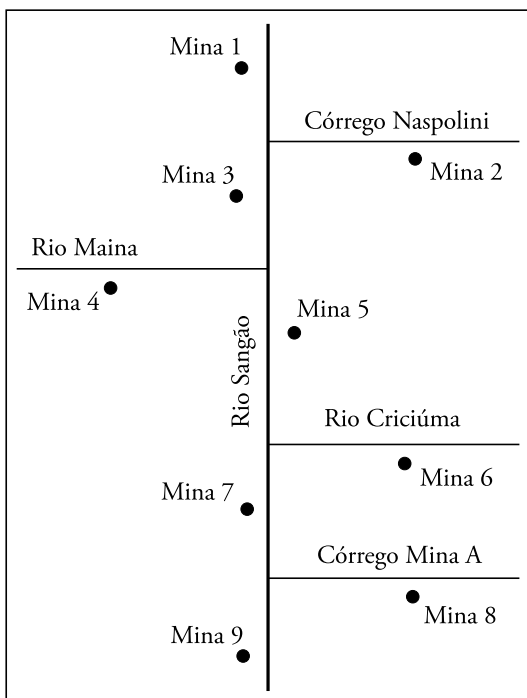


FIGURA 3. Desenho esquemático da sub-bacia do Rio Sangão

RESULTADOS

A sub-bacia do Rio Sangão

O presente trabalho será focado na área drenada pelo Rio Sangão, a qual representa uma sub-bacia do Rio Araranguá. A figura 2 exhibe a localização da área.

Em sua nascente, o Rio Sangão já apresenta pH próximo de 3,0, altas concentrações de sulfatos e de metais pesados. O rio recebe contribuições de efluentes industriais (cerâmica, metal-mecânica, vestuários, curtumes etc.), hospitalares, urbanos, além de atividades ligadas à exploração e beneficiamento de carvão mineral. No presente trabalho, considera-se apenas a existências de atividade de mineração. De forma esquemática, pode-se representar a sub-bacia do Rio Sangão conforme a figura 3.

Dados hidrometeorológicos da sub-bacia do Rio Sangão

Os rios formadores da sub-bacia do Rio Sangão não possuem postos de medição sendo, portanto, necessária uma abordagem de regionalização para a caracterização hidrológica da Bacia do Rio Araranguá em qualquer seção fluvial (SANTA CATARINA, 1997a). A tabela 3 apresenta as vazões mensais dos rios da sub-bacia do Rio Sangão.

Como não há estações pluviométricas localizadas na sub-bacia do Rio Sangão, a precipitação é considerada constante em todos os pontos onde há minas na área de estudo. No presente trabalho, considera-se que a vazão mensal bombeada para fora das minas corresponde ao volume de água precipitado sobre a área de superfície minerada. Os valores de precipitação adotados referem-se à medição realizada no município de Forquilha, vizinho ao município de Criciúma, onde se localiza parte da sub-bacia do rio Sangão. A tabela 4, adaptada de Gomes (2005), exhibe os valores adotados.

Condições de qualidade da água

Gomes (2005) relata a concentração média dos principais componentes da drenagem ácida de treze bocas de minas abandonadas nas bacias hidrográficas dos Rios Araranguá e Urussanga. A tabela 5 exhibe tais concentrações, além do valor de pH, e compara com os valores da Resolução Conama 357.

TABELA 3
Vazões mínimas em m³/s na bacia do Rio Sangão.

Mês	Rio Sangão (trecho norte)	Córrego Napolini	Rio Maina	Rio Sangão (trecho sul)	Rio Criciúma	Córrego Mina A
Jan	0,374	0,014	0,048	0,321	0,027	0,007
Fev	0,675	0,026	0,086	0,580	0,048	0,012
Mar	0,531	0,020	0,068	0,456	0,038	0,010
Abr	0,470	0,018	0,060	0,404	0,034	0,008
Mai	0,320	0,012	0,041	0,275	0,023	0,006
Jun	0,278	0,011	0,035	0,239	0,020	0,005
Jul	0,349	0,013	0,044	0,299	0,025	0,006
Ago	0,308	0,012	0,039	0,264	0,022	0,006
Set	0,393	0,015	0,050	0,337	0,028	0,007
Out	0,405	0,015	0,052	0,348	0,029	0,007
Nov	0,335	0,013	0,043	0,287	0,024	0,006
Dez	0,369	0,014	0,047	0,317	0,026	0,007

TABELA 4
Valores de precipitação adotados no modelo.

Mês	Precipitação (mm)
Jan	170,28
Fev	188,35
Mar	129,09
Abr	99,87
Mai	98,84
Jun	96,05
Jul	123,71
Ago	104,22
Set	124,63
Out	135,62
Nov	132,73
Dez	162,82

(Fonte: Adaptada de Gomes, 2005)

TABELA 5
Composição da DAM nas minas da bacia do Rio Araranguá

Parâmetro	Padrão Classe 1	Padrão Classe 3	Padrão apresentado
pH	Entre 6,0 e 9,0	Entre 6,0 e 9,0	3,17
Fe	0,3 mg/L	5,0 mg/L	29,48 mg/L
Al	0,1 mg/L	0,2 mg/L	18,63 mg/L
Mn	0,1 mg/L	0,5 mg/L	2,63 mg/L
Zn	0,18 mg/L	5,0 mg/L	2,15 mg/L
Cu	0,009 mg/L	0,013 mg/L	0,001 mg/L
Sulfatos	250 mg/L	250 mg/L	1460 mg/L

(Fonte: Adaptada de Gomes, 2005)

TABELA 6
Dados relacionados às minas.

Mina	Área minerada (m ²)	Corpo d'água receptor	Reserva de minério (ton)	Tempo de exploração da mina (anos)
Mina 1	17.500	Rio Sangão	9.000.000	15 anos
Mina 2	10.000	Córrego Napolini	6.000.000	15 anos
Mina 3	17.500	Rio Sangão	9.000.000	15 anos
Mina 4	10.000	Rio Maina	3.750.000	15 anos
Mina 5	17.500	Rio Sangão	9.000.000	15 anos
Mina 6	4.000	Rio Criciúma	4.500.000	15 anos
Mina 7	17.500	Rio Sangão	9.000.000	15 anos
Mina 8	850	Córrego Mina A	3.000.000	15 anos
Mina 9	17.500	Rio Sangão	9.000.000	15 anos

Dados relacionados à extração

Os resíduos gerados no beneficiamento serão despejados no trecho de rio em cuja área de drenagem a mina se encontra. A verificação do atendimento aos parâmetros de qualidade da água será realizada no mesmo ponto. A tabela 6 apresenta a localização das minas, sua área aproximada, a reserva de minério e o tempo de exploração do carvão mineral.

Segundo o SIECESC (Sindicato da Indústria de Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina), o preço da tonelada de carvão beneficiado é de R\$ 110,00, considerando-se a produção de CE 4.500 kcal/kg (carvão com poder calorífico de 4500 kcal/kg) cujo índice de rejeitos é de, aproximadamente, 65%. A taxa de juros considerada foi de 0,8% ao mês. As minas da área de estudo são subterrâneas com utilização exclusiva da técnica de câmaras-e-pilares. O custo da lavra subterrânea, nesse caso, é de aproximadamente R\$30,00 por tonelada ROM. O beneficiamento do carvão mineral tem um custo aproximado de R\$3,00 por tonelada, conforme informações cedidas pelo SIECESC.

Cumprido ressaltar que os dados apresentados variam de acordo com a empresa mineradora. No entanto, podem ser vistos como uma média apresentada pelas empresas estabelecidas na área de estudo.

Dados relacionados ao tratamento de efluentes

O custo de tratamento de efluentes varia de acordo com a concentração de metais presentes na

drenagem ácida. Segundo Gusek (2005), o custo de tratamento por quilograma de metal retirado do efluente, em preços de 1995, pode variar de US\$ 0,33 a US\$ 0,38, no caso de tratamento passivo. Para o tratamento ativo, o mesmo autor estima seu custo em US\$ 0,77. A tabela 7 relaciona tratamentos, custos e a remanescência de metais.

TABELA 7
Tratamentos, custos e remanescência de metais.

Tratamento	Custo (R\$/kg)	Percentual remanescente (h)
Passivo simples	1,12	2%
Passivo com lagoa anaeróbica	1,29	1%
Ativo	2,61	0

Pode-se prever o volume de efluentes a tratar a partir da consideração de que são necessários 2,0m³ de água para beneficiar uma tonelada de carvão mineral (SANTA CATARINA, 1997b). Soma-se ao volume de efluentes o produto da precipitação total ao longo do tempo da atividade pela área minerada para a determinação do volume de águas pluviais destinadas ao tratamento. A massa total de metais a tratar será o produto da concentração total de metais pelo volume de efluentes gerado. Aplicando-se a Eq. (18), com a taxa de juros mensal de 0,8%, nos valores totais, obtêm-se os custos de tratamento mensais. A tabela 8 apresenta tais custos arredondados para a centena superior mais próxima.

TABELA 8
Parcelas mensais dos custos de tratamento

Minas	Custo do tratamento passivo simples (C _{Trat} , (i))	Custo do tratamento passivo com lagoa anaeróbica (C _{Trat} , (ii))	Custo do tratamento ativo (C _{Trat} , (i))
Mina 1	R\$ 11.500,00	R\$ 13.200,00	R\$ 26.700,00
Mina 2	R\$ 7.700,00	R\$ 8.800,00	R\$ 17.800,00
Mina 3	R\$ 11.500,00	R\$ 13.200,00	R\$ 26.700,00
Mina 4	R\$ 4.700,00	R\$ 5.400,00	R\$ 11.000,00
Mina 5	R\$ 11.500,00	R\$ 13.200,00	R\$ 26.700,00
Mina 6	R\$ 5.700,00	R\$ 6.600,00	R\$ 13.200,00
Mina 7	R\$ 11.500,00	R\$ 13.200,00	R\$ 26.700,00
Mina 8	R\$ 3.800,00	R\$ 4.400,00	R\$ 8.800,00
Mina 9	R\$ 11.500,00	R\$ 13.200,00	R\$ 26.700,00

Dados relacionados ao fechamento de mina

A previsão dos custos com o fechamento de mina é feita estimando-se quantidade de rejeitos produzidos pela exploração do carvão. Desse modo, a partir da reserva inicial estabelecida para cada mina e do percentual de rejeitos contidos no minério e, ainda, tendo em vista o fato de que as minas esgotam-se dentro de um tempo estabelecido, pode-se definir a quantidade de rejeito gerado. De posse da quantidade de rejeito a ser gerada durante a operação da mina, pode-se estimar o custo total de fechamento, tendo como base o valor de US\$ 0,80 por tonelada de rejeito, com taxa de juros de 0,8% ao mês. A tabela 9 apresenta os resultados obtidos com arredondamento para a centena superior mais próxima.

TABELA 9
Custos mensais para o fechamento de mina

Minas	Custo total de fechamento	Custos mensais de fechamento (CFec(i))
Mina 1	R\$ 10.530.000,00	R\$ 20.100,00
Mina 2	R\$ 7.020.000,00	R\$ 13.400,00
Mina 3	R\$ 10.530.000,00	R\$ 20.100,00
Mina 4	R\$ 4.287.500,00	R\$ 8.400,00
Mina 5	R\$ 10.530.000,00	R\$ 20.100,00
Mina 6	R\$ 5.265.000,00	R\$ 10.100,00
Mina 7	R\$ 10.530.000,00	R\$ 20.100,00
Mina 8	R\$ 3.510.000,00	R\$ 6.700,00
Mina 9	R\$ 10.530.000,00	R\$ 20.100,00

O caso-base: sem tratamento de efluentes e sem plano de fechamento

O caso-base consiste na situação em que não há qualquer tipo de tratamento para o efluente gerado e não é considerada a responsabilidade de recomposição da área degradada. Assim sendo, verificou-se o valor de R\$ 246.360.674,38 para a função-objetivo. Devido à ausência de tratamento, o valor encontrado é o maior entre os cenários analisados em detrimento da qualidade das águas da bacia. Conforme Wildemann (2005), um projeto que não integra o tratamento de efluentes e o fechamento do empreendimento é considerado um projeto fraco, pois provoca prejuízos futuros. Na figura 4, observa-se que as minas de número ímpar, as situadas às margens do rio Sangão, apresentaram a mesma produção e suas linhas estão sobrepostas, sendo nítida apenas a representação da mina 9. Tal se deve ao fato de que, para essas minas, são idênticas as reservas iniciais. Pode-se também verificar que a maximização da produção impõe que as minas operem com sua máxima capacidade de produção no início do período analisado a fim de que se possa obter maior retorno financeiro, evidenciado pelo Valor Presente Líquido.

A falta de tratamento de efluentes fez com que fossem atingidas altas concentrações dos parâmetros analisados. No caso de ferro, verificaram-se valores quase mil vezes maiores que aqueles permitidos para enquadramento na classe 1 (0,3 mg/L) e cerca de 60 vezes maiores que o tolerável em enquadramento classe 3 (5,0 mg/L). No caso de concentração de sulfatos foram atingidos valores 50 vezes maiores que

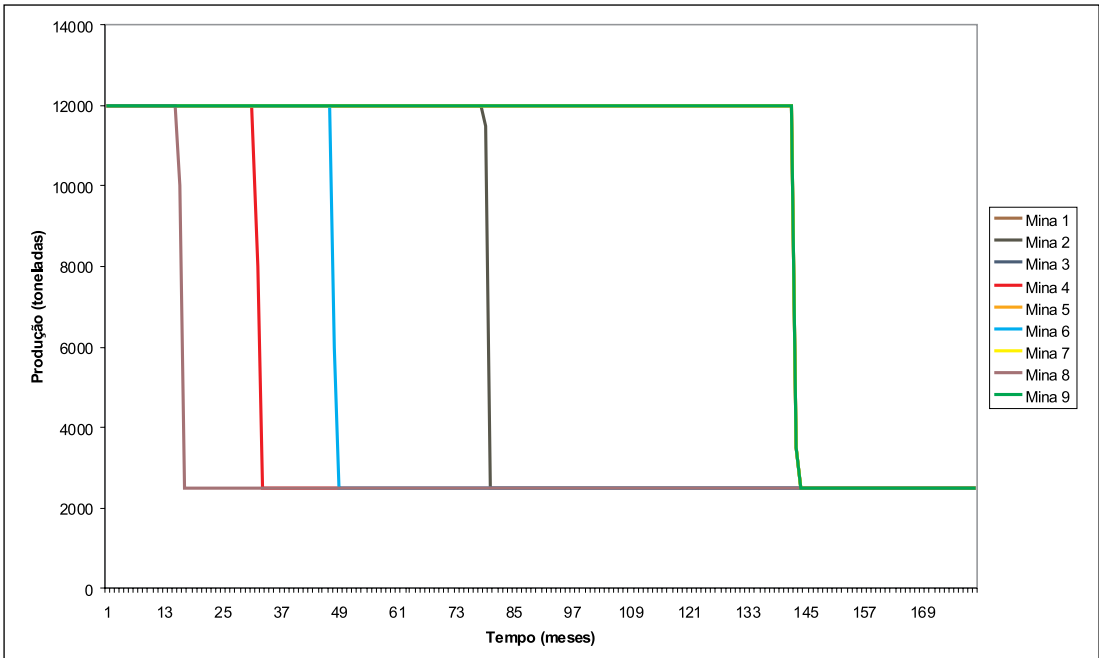


FIGURA 4. Gráfico de produção das minas no caso base.

o permitido para ambas as classes (250 mg/L). No caso do manganês o limite para classe 1 (0,1 mg/L) foi violado por valores cerca de 250 vezes maiores e para classe 3 (0,5 mg/L) por valores 50 vezes maiores.

Após a apresentação de tais resultados, realiza-se a tentativa de enquadramento das águas da bacia nas classes 1 e 3, respectivamente.

Caso 1: Enquadramento das águas da bacia na classe 3

Nesse caso, a função objetivo é reduzida, como era de se esperar, em relação ao caso base, e toma o valor de R\$ 224.743.760,66. A diferença de rendimentos representa, aproximadamente, 8,77% do VPL obtido no caso base. Ressalta-se, no entanto, que se incluem na redução do VPL os gastos com o fechamento das minas, os quais no caso base não deixariam de existir. Ademais, o respeito aos parâmetros de qualidade da água possibilita a existência de outras atividades econômicas que dela dependam, fazendo com que toda a sociedade tenha benefício.

A figura 5 evidencia que as concentrações de ferro foram mantidas abaixo do limite de 5,0 mg/L, imposto pela resolução CONAMA 357.

Caso 2: elevação dos gastos com tratamento de efluentes para enquadramento na classe 1.

Para que os limites sejam respeitados, é necessário o emprego de técnicas de tratamento que sejam capazes de garantir uma maior redução das cargas, ainda que para isso se devam elevar os gastos com tratamento. Assim, no caso 2, não se adota o tratamento passivo simples. Seis minas terão o tratamento ativo de seus efluentes (1, 2, 3, 5, 6 e 8) e três delas (4, 7 e 9) terão o tratamento passivo com lagoa anaeróbica. Dessa forma, obtém-se o valor de R\$ 218.585.329,07 para a função objetivo, o que implica uma redução de 11,27% em relação ao caso base. A figura 6 apresenta a produção das minas.

Percebe-se, com clareza, que a mina 4, que recebeu a forma intermediária de tratamento, teve de diminuir sua produção nos primeiros meses de operação a fim de atender os limites para enquadramento na classe 1. A figura 7 evidencia que as concentrações de ferro foram mantidas abaixo do limite de 0,3 mg/L, imposto pela resolução CONAMA 357. Com a comparação entre as duas figuras anteriores, verifica-se que nos meses em que a concentração de ferro atinge o limite máximo

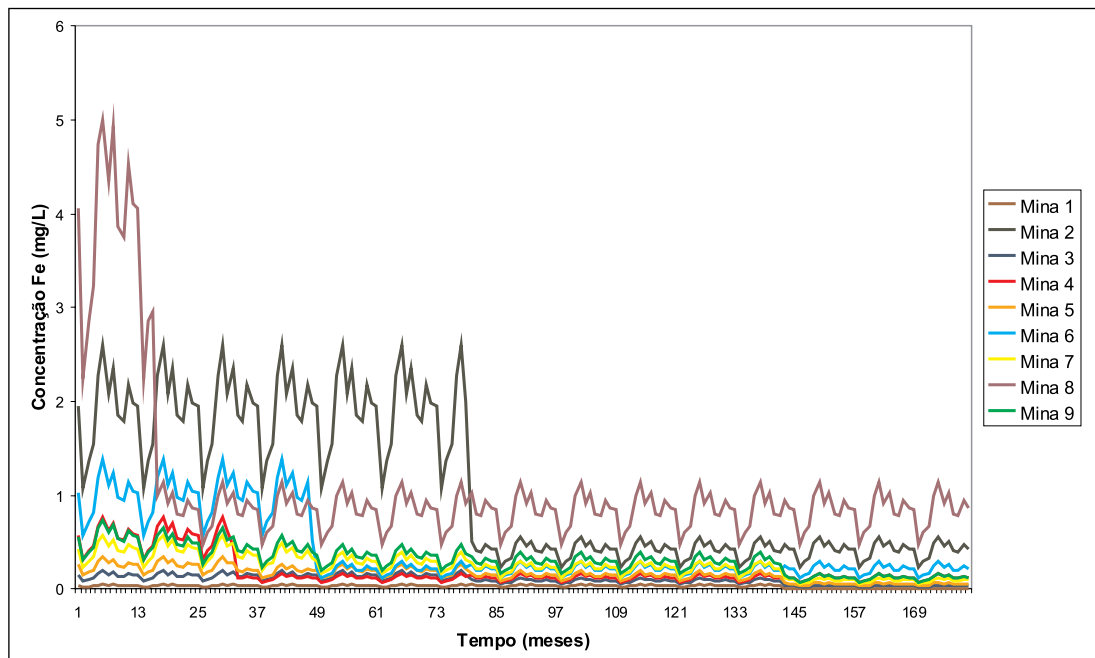


FIGURA 5. Gráfico das concentrações de ferro no caso 1.

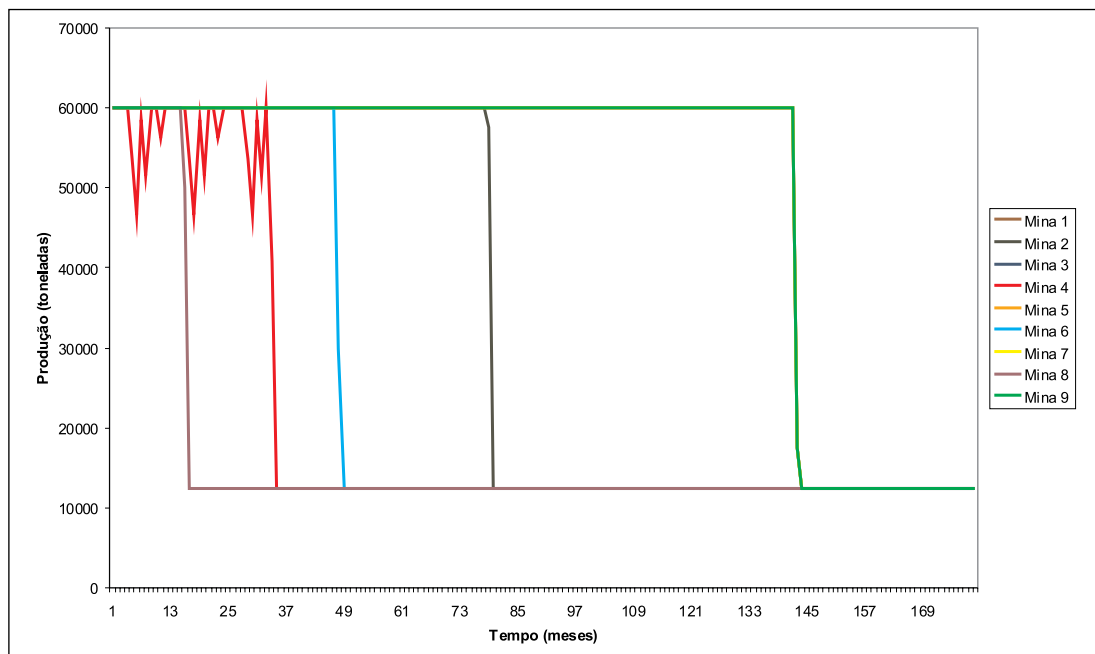


FIGURA 6. Gráfico de produção de minas para o caso 3.

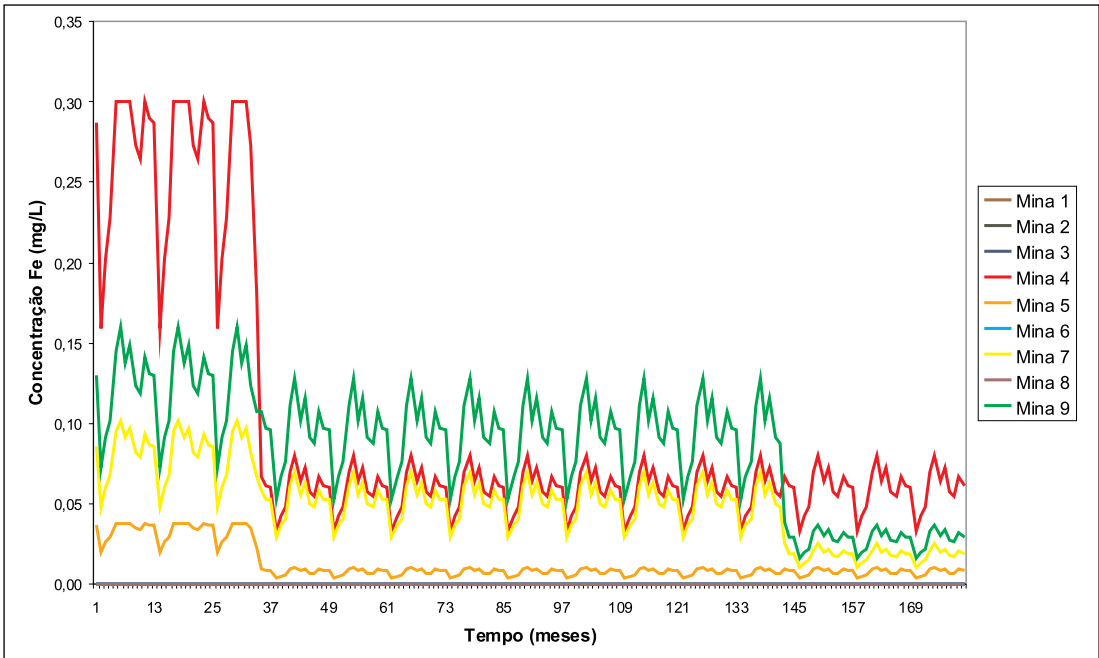


FIGURA 7. Gráfico das concentrações de ferro no caso 3.

previsto na lei, a produção de minério da mina 4 é diminuída, fazendo com que seja gerada uma menor vazão efluente e, em consequência, se reduzam as emissões de cargas poluentes. A figura 7 mostra as concentrações de ferro.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que, com o uso do modelo elaborado, é possível realizar a internalização dos custos ambientais na atividade de mineração de carvão e, assim, reduzir a incidência de prejuízos em outros agentes decorrentes da poluição dos cursos d'água. Ademais, percebe-se que tal internalização pode, ainda, caracterizar corte de despesas tendo em vista que reduz gastos imprevistos, impedindo que o empreendedor seja surpreendido com despesas extras. A esse respeito, cumpre salientar o efeito positivo da distribuição, ao longo do período de exploração,

de parte dos custos de fechamento, o que reduz sua concentração nos períodos finais – mais críticos pela diminuição de rendimentos. Ainda quanto à internalização dos custos ambientais, destaca-se que ações tardias podem consumir os ganhos realizados, a partir da incidência de custos acumulados, inclusive daqueles advindos de eventuais ações legais.

A utilização da bacia hidrográfica como unidade de estudo mostra-se uma metodologia eficaz de controle da poluição das águas superficiais, pois a propagação e o transporte dos sedimentos se dão por elas. Cabe, ainda, ressaltar que foram utilizados os valores de vazões mínimas mensais, o que, tornou a situação bastante restritiva, porém coerente quanto aos aspectos preventivos.

Por fim, cabe destacar mais uma vez, que é possível internalizar os custos ambientais e, assim, respeitar a classificação de uso das águas sem que isso inviabilize a mineração de carvão.

Limitações e Proposta de novos trabalhos

Ressalte-se a utilidade do modelo apresentado para os órgãos de controle e fiscalização de bacias hidrográficas. Um novo tema seria a aplicação de modelo semelhante para diversas atividades econômicas instaladas na bacia.

Com uma dinâmica hidrológica distinta daquela verificada no escoamento das águas superficiais, as águas subterrâneas não foram consideradas no modelo. Assim, deixou-se de analisar a questão da contaminação dos aquíferos subterrâneos, tema de relevada importância à sociedade.

Referências

- BORDALLO, C. L. A. 1995. A Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento dos recursos hídricos. NUMA/UFGA. Belém.
- BRASIL. 1988. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado.
- CONAMA. Resolução n. 357 de 18 de mar. de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em www.mma.gov.br, acesso em 12 de mar. de 2006.
- CONRAD, J.M., CLARKE, C.W. 1987. Natural Resource Economics: Notes and Problems. Cambridge: Cambridge University Press, 231p.
- COULTON, R., WILLIAMS, K. 2005. Active Treatment of Mine Water: A European Perspective. In: Contemporary Reviews of Mine Water Studies in Europe, Part 2. *Mine Water and the Environment*. V24 N4 p23-26.
- GIBSON, J. 1987. Coal and the Environment. Rio de Janeiro: Science Reviews, 59p.
- GOMES, C. 2005. Projeto de Recuperação Ambiental: Áreas Impactadas Pela Mineração de Carvão. In: *I Workshop da Companhia Vale do Rio Doce sobre Drenagem Ácida de Mina*.
- GUSEK, J. 2005. Passive Treatment System Design, Construction and Operating Costs: How Much it Really costs Comparative to the Alternatives? In: *I Workshop da Companhia Vale do Rio Doce sobre Drenagem Ácida de Mina*.
- LANNA, A. 1995. Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos. IBAMA. Brasília, 170p.
- PINDYCK, R., RUBINFELD, D. 2002. Microeconomia. São Paulo: Prentice Hall, 711p.
- PIRES, J., SANTOS, J. 1995. Bacias Hidrográficas. Integração entre Meio Ambiente e Desenvolvimento. In: *Ciência Hoje, Águas no Brasil: má utilização e falta de planejamento*. N110. SBPC. Rio de Janeiro.
- REES, B. 2005. An Overview of Passive Mine Water Treatment in Europe. In: Contemporary Reviews of Mine Water Studies in Europe, Part 2. *Mine Water and the Environment*, Springer-Verlag.
- SANTA CATARINA. 1997a. Plano de Gestão e Gerenciamento da Bacia do Rio Araranguá. Vol II: *Caracterização Hidrológica*. Florianópolis: Epagri.
- SANTA CATARINA. 1997b. Plano de Gestão e Gerenciamento da Bacia do Rio Araranguá. Vol IV: *Disponibilidade das Águas Superficiais*. Florianópolis: Epagri.
- SEYLER, J., FIGUEROA, L., AHMANN, D., WILDERMAN, T., ROBUSTELLI, M. 2005. Effects of Solid Phase Organic Substrate Characteristics on Sulfate Reducer Activity and Metal Removal in Passive Mine Drainage Treatment Systems. *National Meeting of American Society for Mining and Reclamation*.
- WORLD COAL INSTITUTE. 2006. The Coal Resource: a Comprehensive Overview of Coal. Disponível em www.worldcoal.org Acesso em 03 de abril de 2006.

Adriano de Paula F. Bandeira Doutorando em Recursos Hídricos do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS (adrianopfb@yahoo.com.br)

Carlos A. B. Mendes Professor do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS. Mendes@iph.ufrgs.br

Planos de recursos hídricos e as avaliações ambientais

Monica Porto
Carlos E.M. Tucci

RESUMO: A gestão dos recursos hídricos e do meio ambiente apresenta diversos pontos de conexão nos seus instrumentos de ação. Os processos de avaliação ambiental e os planos de recursos hídricos são alguns desses pontos. É clara a necessidade do desenvolvimento desses instrumentos de forma integrada, mas deve-se reconhecer que seus objetivos são distintos, assim como os arranjos institucionais com competências para seu desenvolvimento também o são. Este trabalho analisa as características distintas dos processos de Avaliação Ambiental Estratégica e Integrada e dos Planos de Recursos Hídricos, com vistas à discussão das formas possíveis de integração.

PALAVRAS CHAVE: planos de recursos hídricos, avaliação ambiental, instrumentos.

ABSTRACT: Water resources management and the environment assessment have many connections in its actions instruments. The processes in the environment assessment and the Water Resources Plans are some of these aspects. It is clear the need or instruments of integrate development, but it should understand that the objectives are not the same. In the same way the institutional aspects have different. This paper presents an analysis and differences of the characteristics of the Strategic Environment Assessment, Integrated Environment Assessment and Water Resources Plans in the way of finding theirs interface and integration.

KEY WORDS: water resource plans/environment assessment/instruments.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável envolve o equilíbrio entre o crescimento econômico-social e a capacidade de suporte do meio ambiente. Este equilíbrio depende de uma estrutura de gestão institucional adequada, com metas bem definidas e com o aporte de mecanismos efetivos que permita alcançar e manter a sustentabilidade.

A gestão do meio ambiente e de recursos hídricos deve buscar o equilíbrio possível entre uma visão de caráter preservacionista e outra com ênfase mais utilitária (Porto e Lobato, 2004). Há um contínuo entre um extremo e outro, cabendo a cada sociedade encontrar o seu ponto de equilíbrio. As políticas de gestão dos recursos hídricos devem identificar quais os valores das comunidades locais, assim como as grandes diretrizes estabelecidas para a bacia hidrográfica, refletindo e explicitando, de um lado, o caráter antropocêntrico de decisões pautadas pela busca do crescimento econômico e, no outro extremo, preocupações relativas à restauração e/ou preservação da integridade dos ecossistemas (Perry e Vanderklein, 1996).

Nas últimas décadas, as sociedades têm mostrado disposição para encontrar um caminho que atenda parcialmente as perspectivas mencionadas, buscando e segundo suas formas peculiares de valoração, as faixas de maior benefício social líquido.

A preocupação de se encontrar formas de manter a sustentabilidade ambiental foi reafirmada nos Objetivos do Milênio (objetivo n.7), a qual determina que se deve **Garantir a Sustentabilidade Ambiental** (UN, 2000). A concretização deste objetivo está definida através de três metas:

- ☞ Meta n.9: Integrar os princípios do desenvolvimento sustentável nas políticas e programas nacionais e reverter a perda de recursos ambientais;
- ☞ Meta n. 10: Reduzir pela metade, até 2015, a proporção da população sem acesso permanente e sustentável a água potável segura;
- ☞ Meta n.11: Até 2020, ter alcançado uma melhora significativa nas vidas de pelo menos 100 milhões de habitantes de bairros degradados.

Estas metas se baseiam numa avaliação global e integrada para das políticas, planos e programas que envolvam o uso ou ameaças aos recursos naturais disponíveis no planeta. Estas formas de avaliação ambiental buscam promover estratégias melhores para a avaliação ambiental, de modo a se garantir abordagens estratégicas de longo prazo, que requerem a visão integrada do homem e do ambiente.

A água é um dos recursos ambientais mais importantes para o homem. Faz parte não só da sua sobrevivência e atividades básicas de manutenção da vida, mas também tem importância fundamental para os processos produtivos e o desenvolvimento econômico.

A Política Nacional de Recursos Hídricos reconhece esta importância no (Brasil, 1997): artigo 2, onde traça os objetivos da política em: “(i) - *assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos*; (ii) *a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável*; e (iii) *a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrente do uso inadequado dos recursos naturais*”.

Este artigo nos itens seguintes analisa como os **Planos de Recursos Hídricos** de recursos hídricos como instrumento da Política de Recursos, integra a abordagem sócio-ambiental no conjunto da bacia hidrográfica.

AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA

A gestão dos bens ambientais é realizada através de instrumentos legais e de instituições fortes e independentes, capazes de implantar de forma eficaz o conjunto dos mecanismos necessários para sua concretização. O principal instrumento utilizado no setor ambiental que contempla os aspectos de sustentabilidade dos projetos é o EIA (Estudo de Impacto Ambiental) e respectivo RIMA (Relatório de Impacto Ambiental). São documentos preparados pelo interessado nos empreendimentos e avaliados pelas instituições de Estado responsáveis por zelar pelo bem de uso comum que é o meio ambiente. Esse tipo de estudo avalia pontualmente os impactos econômicos, sociais e ambientais de um empreendimento e apresenta diretrizes para a sua mitigação.

A avaliação de um projeto através de um EIA (CONAMA, 1986) é um processo que analisa as decisões tomadas pelo empreendedor sobre projetos

individualizados. Observa-se que este instrumento não faz uma análise integrada no espaço, setorial ou intersetorial de interesse da sociedade de forma estratégica. Torna-se cada vez mais difícil dar respostas a questões de grande complexidade através de análises muito focadas em um único propósito como são os Estudos de Impacto Ambiental de empreendimentos específicos.

A avaliação ambiental estratégica (AAE) trata da avaliação antecipada e integrada das políticas, planos e programas que afetam o meio ambiente (Figura 1). Como instrumento de política ambiental, a Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) tem por objetivo auxiliar, antecipadamente, o conjunto dos decisores de políticas, planos e programas sobre a identificação, avaliação e minimização dos efeitos positivos e adversos que suas decisões possam ter sobre o ambiente e sobre o processo de sustentabilidade (Partidário, 2003).

Assim, o conceito de AAE geralmente está associado com (Partidário, 1995 apud Suzuki, 2004):

- ☞ *A natureza estratégica das decisões*: intenção, orientação, direção, regulamentação; estratégias podem ser revistas ou substituídas, mas não são construídas ou removidas;
- ☞ *O processo contínuo de tomada de decisão como oposto ao processo discreto de tomada de decisão*: a AAE lida com o processo de desenvolver políticas, planos e programas, que são contínuos em sua natureza, e não com estes instrumentos *per se*. Uma política, plano ou programa pode ser criado, revisado ou substituído, o que faz parte da natureza contínua do processo de tomada de decisão neste nível estratégico;
- ☞ *O valor comparativo*, referindo-se às várias alternativas das questões múltiplas envolvidas no processo estratégico, tais como quais são as opções possíveis para lidar com um problema específico ou uma necessidade particular, ou quais podem ser as conseqüências ambientais dessas opções, e quais podem ser escolhidas como a melhor opção ambiental, ao invés do tradicional *isso é o que será feito – quais são seus impactos ambientais?*

No Quadro 1, Goodland (2005) apresenta uma síntese do consenso existente na literatura sobre a definição da AAE, destacando sete elementos principais que compõem a base da sua estrutura. Partidário (2003) distingue a diferença entre AAE e EIA, reproduzido na Tabela 1. Deveria existir uma

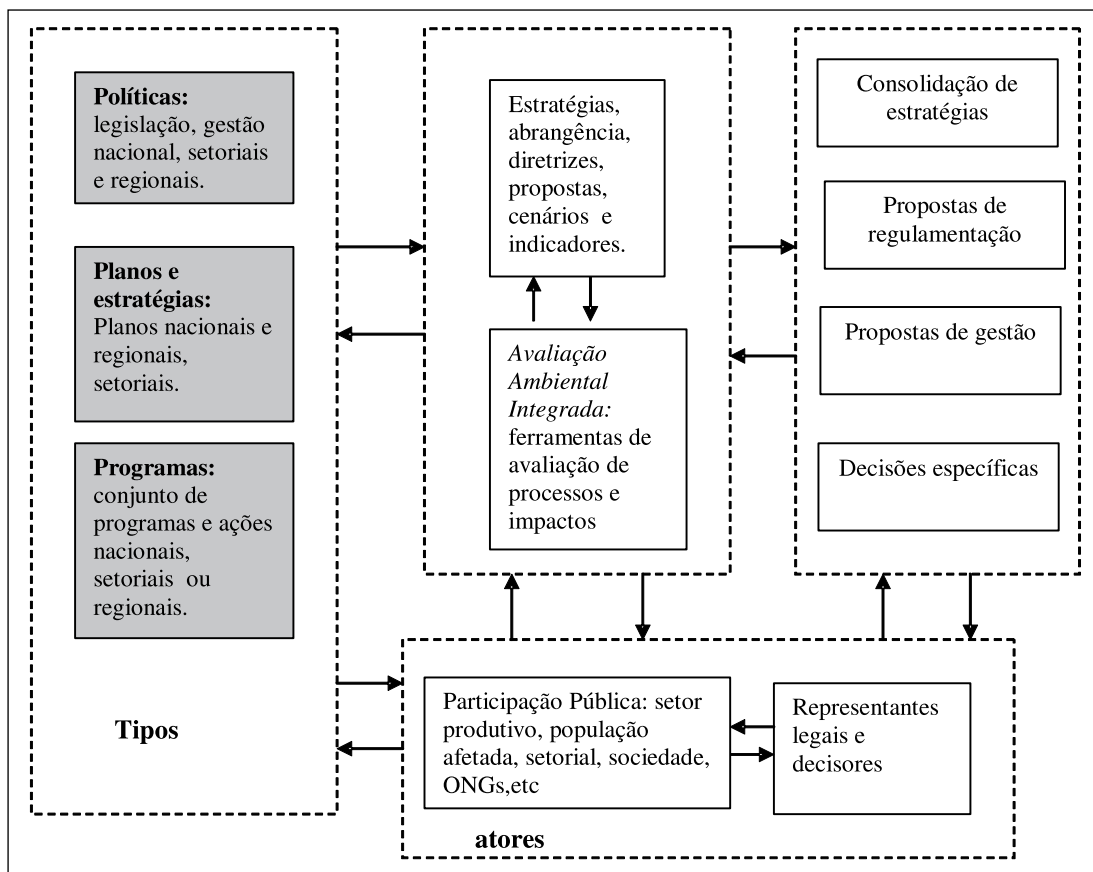


FIGURA 1. Avaliação Ambiental Estratégica (Tucci, 2006)

QUADRO 1
Principais elementos que definem a AAE, adaptado de Goodland (2005)

A avaliação ambiental estratégica (AAE ou SEA em inglês) tem os seguintes elementos que a definem:

1. AAE é um processo pró-ativo, ou seja, desenvolvido com antecipação e resulta num documento definido de acordo com o caso e não estabelece uma formalidade de aprovação;
2. AAE tem como foco três classes principais de trabalho: (a) política: legislação e outras regras governamentais; (b) planos e estratégias: planos regionais, setoriais de bacia etc; (c) programas, ou um conjunto de projetos coordenados, já que projetos específicos não são produtos do AAE.
3. AAE deve ser preparada com antecedência, quando são planejadas as políticas, planos e programas, e antes que projetos individuais sejam identificados.
4. AAE é um instrumento para identificar, prever, descrever, prevenir, compensar ou mitigar as implicações sociais, saúde e ambientais das políticas, planos e programas avaliados.
5. AAE é uma ferramenta de tomada de decisão projetada para melhorar os projetos, adiar projetos questionáveis, e ajudar a cancelar projetos ruins. Uma AAE efetiva apresenta as alternativas dentro dos setores considerando os impactos ambientais e sociais.
6. AAE deve ser totalmente transparente e participativa.

TABELA 1
Principais diferenças entre AAE e EIA (reproduzido de Partidário, 2003)

	AAE	EIA
Natureza da ação	Estratégia, visões e conceitos	Obras/operações
Nível de decisão	Política, planejamento, programa	Projeto
Relação com a decisão	Facilitador	Avaliador
Soluções alternativas	Localização, tecnologia, medidas fiscais, estratégias econômicas, sociais ou físicas	Localização específica, desenho, construção, exploração
Escalas dos impactos	Macroscópico, nacional, regional	Microscópico, essencialmente local
Âmbito dos impactos	Questões de sustentabilidade, questões sociais e econômicas, mais tangíveis que as questões físicas e ecológicas	Ambiental, questões físicas e ecológicas, e também questões sociais e econômicas
Prazo	Longo, médio	Médio, curto
Fontes de informação	Instrumentos de política e planejamento, dados estatísticos, indicadores de estado do ambiente	Trabalho de campo, análise de amostras, dados estatísticos, instrumentos de política e planejamento
Dados	Essencialmente descritivos, completados com dados quantitativos	Essencialmente quantitativos
Rigor de análise (incerteza)	Menos rigor/ mais incerteza	Mais rigor/ menos incerteza
"Benchmarks"	Sustentabilidade (critérios e objetivos), políticas e padrões de qualidade	Restrições legais, padrões de qualidade e boas práticas
Resultados	Genéricos	Detalhados
Percepção pública do impacto	Vaga/ maior distanciamento	Reativa / NIMBY (Not in my backyard / longe de mim)
Pós-avaliação e fases seguintes	Outras ações estratégicas ou desenvolvimento de projetos	Evidências observáveis, construção e operação

hierarquia básica, no qual o AAE precede o EIA, identificando os projetos adequados dentro do setor, região ou bacia analisada.

Três tipos de ações podem ser submetidas a uma AAE:

- ☒ Políticas, Planos e Programas setoriais: energia, transporte, entre outros;
- ☒ Políticas, Planos e Programas com base territorial: planos regionais, planos de bacia, entre outros;
- ☒ Ações ou políticas que não se expressam por projetos, mas que têm significativos impactos ambientais.

Foi mostrado na Figura 1 a abrangência da AAE e suas inter-relações com os produtos a serem derivados e o necessário caráter participativo.

AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA

A Avaliação Ambiental Integrada (AAI) tem como objetivo geral de avaliar a globalmente a situação sócio-ambiental numa escala espacial e temporal adequada à análise específica de uma determinada política ou estratégia. Devem ser considerados os efeitos cumulativos e sinérgicos dos projetos específicos previstos na estratégia em questão sobre os recursos naturais e as populações humanas, assim como os usos atuais e potenciais dos recursos naturais no horizonte atual e futuro de planejamento. Deve ser levado em conta também a necessidade de compatibilizar os diversos usos do recurso natural que está sendo utilizado com a conservação da biodiversidade, a manutenção dos fluxos gênicos, a diversidade social

e o desenvolvimento econômico previsto da área, à luz da legislação ambiental. A partir de indicadores sócio-ambientais, que considerem o desenvolvimento sustentável da região, deverão ser traçadas diretrizes com vistas à redução dos riscos e incertezas inerentes a implantação do conjunto dos empreendimentos propostos.

A Avaliação Ambiental Integrada (AAI) é uma ferramenta que pode ser utilizada pela Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) para a identificação dos impactos e na avaliação dos cenários propostos em suas políticas, planos e programas.

Especificamente na área de recursos hídricos, a AAI na bacia hidrográfica trata de estudar os impactos ambientais previstos nas Políticas, Planos e Programas previstos para o seu desenvolvimento e avaliados no AAE. O que distingue uma avaliação da outra é que a AAI é a análise ambiental de cenários e impactos na bacia dentro das políticas existentes ou planejadas, enquanto que a AAE envolve, além da avaliação integrada, a compatibilização das políticas, planos e programas de gestão dos usos e da conservação dos recursos naturais de um território.

POLÍTICAS E PLANOS EM RECURSOS HÍDRICOS

A lei de recursos hídricos estabelece que os Planos de Recursos Hídricos sejam de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos.

O conteúdo mínimo para o Plano (art 7º), sem distinguir o tipo de Plano, são os seguintes: (a) diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos; (b) análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e a de modificação dos padrões de ocupação do solo; (c) balanço entre disponibilidade e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, *com identificação de conflitos potenciais*; (d) metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e *melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis*; (e) medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas; (f) prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos; diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos; (g) propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

Entende-se que os Planos Nacionais e Estaduais devem ter um escopo, dentro dos conteúdos mencionados, de articulação e metas globais nacionais e regionais, deixando para o Plano de Bacia as especificidades dos efeitos integrados da bacia hidrográfica. Tais especificidades referem-se, por exemplo, à quantidade de água (oferta x demanda), preservação e conservação ambiental, eventos extremos resultante de situação hidrológica ou de condicionantes sócio-econômicos para a bacia hidrográfica. Este último tem um caráter mais operacional sobre o território, enquanto que os primeiros são mais programáticos.

Fica claro que, na relação entre meio ambiente e gestão de recursos hídricos, os Planos Nacional e Estadual se aproximam da AAE - Avaliação Ambiental Estratégica, enquanto que os Planos de Bacia se aproximam da AAI - Avaliação Ambiental Integrada.

Quanto à Política Nacional de Recursos Hídricos, há um envolvimento com vistas à integração entre as legislações de recursos hídricos e a de meio ambiente, assim como na gestão destes componentes. Um ponto a ser considerado é que, apesar dos recursos hídricos constituírem-se em recursos naturais e, como tal, requererem uma abordagem de sustentabilidade ambiental, sua utilização, obrigatoriamente, deve contemplar, com muita ênfase, a importância para o desenvolvimento sócio – econômico do país.

Quanto aos Planos Nacionais e Regionais, o Plano Nacional de Recursos Hídricos (MMA,2006) estabelece alguns programas e ações a serem desenvolvidos de integração das políticas de recursos hídricos e ambientais. Neste nível, deve-se procurar ter uma visão mais global das políticas, Planos e Programas no contexto da Nação ou do Estado, num contexto mais amplo que a bacia hidrográfica.

Quanto ao Plano de Bacia, a bacia hidrográfica é o espaço definido de planejamento dos recursos hídricos. Esta definição é decorrência do efeito integrado que a estrutura hidrográfica promove, de montante para jusante, impondo a ligação entre o efeito físico direto e a meta espacial, levando à necessidade estratégica de integração. O Plano de Bacia é o instrumento previsto na legislação para o desenvolvimento da gestão local dos recursos hídricos. A Avaliação Ambiental Integrada prevê a utilização da bacia como o recorte integrador de gestão ambiental, visto que permite contemplar os objetivos de desenvolvimento econômico e social com os usos e controle ambiental dos recursos hídricos.

Com relação aos aspectos ambientais, o Plano de Bacia deve procurar a proteção dos recursos hídricos nos seus aspectos de quantidade e de qualidade da água. O Plano de Bacia permite que os impactos sobre o regime hidrológico sejam avaliados com um recorte territorial que fornece informações integradas sobre as conseqüências das diversas ações antrópicas previstas. Alterações sobre o uso e ocupação do solo, particularmente quando implicam em aumento de áreas impermeabilizadas, levam a mudanças significativas no regime de vazão. Outras alterações como a construção de barragem, ou outras alterações importantes de caráter hidráulico, também trazem mudanças significativas no regime de vazão. Estes aspectos precisam ser avaliados de forma integrada, inclusive para direcionar a aplicação de instrumentos de gestão como a outorga de direito de usos de água. A totalidade dos usos e usuários pode, e deve, ser considerada quando a bacia é avaliada no seu contexto integral.

Com relação aos aspectos de qualidade da água, o Plano de Bacia direciona o enquadramento dos rios em classes de uso, conforme determina a Lei 9.433/97. O enquadramento é uma meta de qualidade da água que visa garantir as condições do rio adequadas para os usos e indique as necessidades de controle dos impactos do desenvolvimento previsto sobre o meio ambiente aquático. Portanto, combinam os usos da água que se desejam e o nível de qualidade adequado para sua sustentação. Este mecanismo forma a base da regulação do controle dos impactos e permite que medidas específicas para correção de problemas ou para a prevenção de danos sejam planejadas e implantadas.

Uma das maiores vantagens em se utilizar objetivos de qualidade da água como instrumentos de gestão está em se colocar o foco da gestão da qualidade da água sobre os problemas específicos a serem resolvidos na bacia, tanto no que se refere aos impactos causados pela poluição, como nos usos futuros que possam vir a serem planejados. Este enfoque é correto inclusive por estabelecer uma visão de conjunto dos problemas da bacia e não uma visão individualizada que leve a soluções apenas locais, poluidor a poluidor, com pouca significância sobre o todo.

A escolha dos objetivos e a seleção das estratégias a serem utilizadas para seu atendimento envolvem, necessariamente, uma análise que englobe os aspectos técnicos, econômicos e sociais do problema. Os aspectos técnicos do problema indicam a viabilidade de implantação dos tipos de controle dos impactos que

tenham eficiência comprovada e que, no conjunto, resultem num padrão de qualidade ambiental para o corpo de água de acordo com o objetivo escolhido. Do ponto de vista econômico, as soluções de controle podem requerer tal nível de investimento que não haja capacidade local para sustentá-la. O horizonte de tempo em que se deseja que os objetivos sejam atingidos também é influenciado pelos mesmos fatores. A expectativa da comunidade local é um aspecto social de muita importância e a sua participação na definição dará legitimidade a todo o restante do processo de gestão.

A Figura 2 ilustra as etapas gerais do Plano de Bacia e a inserção dos aspectos ambientais estratégicos nesta estrutura básica.

AVALIAÇÃO AMBIENTAL INTEGRADA NA BACIA HIDROGRÁFICA

A Avaliação Ambiental Integrada (AAI) na bacia hidrográfica tem também um caráter estratégico como a AAE, porém seu escopo é mais limitado. Usualmente utiliza-se a AAI para a avaliação de empreendimentos cuja análise conjunta permite ganhos de informação ambiental, principalmente no que se refere aos efeitos sinérgicos e cumulativos. No caso da AAI em bacias hidrográficas, esta tem sido a metodologia utilizada pelo setor elétrico para a análise do aproveitamento hidroelétrico de toda a bacia, com vistas à otimização do potencial de geração e a minimização dos efeitos ambientais.

As ações antrópicas causam impactos e os seus efeitos se dão sobre os usos da água, sobre a sociedade e sobre o meio ambiente. Apesar de comumente estes impactos serem descritos e estudados nas suas formas individualizadas, nas bacias hidrográficas estes impactos não ocorrem isoladamente, mas são resultados da integração de diferentes efeitos. Em uma determinada seção do rio, os impactos sobre a quantidade e a qualidade da água resultam do efeito integrado das alterações da bacia de drenagem. Cada bacia apresenta distintos comportamentos para estes efeitos. Os impactos que ocorrerão sobre a quantidade e a qualidade da água na forma de variação no tempo da vazão e nos indicadores de qualidade da água, com a conseqüente alteração fauna e flora destes locais, certamente se darão com diferentes níveis de importância ou gravidade. O denominado “efeito sinérgico” ou “integrado” é resultante dos diferentes usos e impactos na bacia sobre uma ou mais seções da

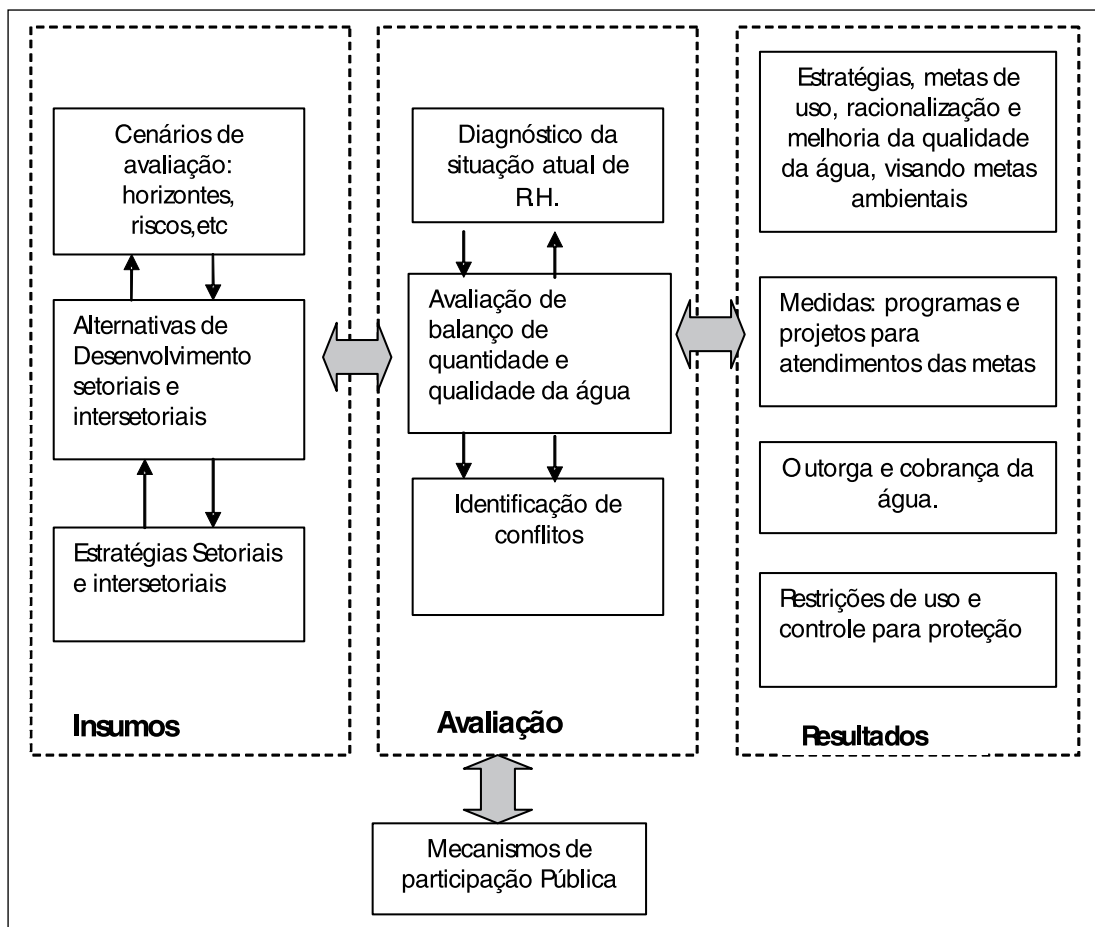


FIGURA 2. Conteúdo do Plano de Recursos Hídricos (Tucci, 2006).

mesma, produzindo efeitos mais ou menos críticos, talvez indesejáveis no meio ambiente e na sociedade.

A metodologia de desenvolvimento da Avaliação Ambiental Integrada pode ser definida pela estrutura apresentada na Figura 3, na qual mostra-se a subdivisão do problema em: caracterização da bacia hidrográfica quanto aos principais ecossistemas, avaliação ambiental distribuída (tratada no capítulo anterior), conflitos existentes na bacia hidrográfica, avaliação ambiental integrada e resultados esperados. A participação pública é um componente de acompanhamento do desenvolvimento dos estudos, visando a transparência e a efetiva consulta pública

sobre os aspectos ambientais, conflitos e decisões associadas. A caracterização identifica os principais elementos da bacia, que serve de base para analisar espacialmente os impactos na bacia, identificando os principais conflitos. A etapa seguinte é avaliar a cadeia de impactos na bacia através da avaliação integrada setorial, intersetorial e espacial dos impactos ambientais, buscando atuar sobre as fontes causais dos impactos.

A configuração da AAI apresentada na Figura 3 deve ser vista como uma estrutura básica que pode ser alterada de acordo com as características associada à bacia hidrográfica. Cada bacia deve possuir um con-

junto de aspectos ambientais e de recursos hídricos marcantes que caracterizam seu desenvolvimento.

A fase preliminar de identificação de problemas deve ser um exercício conjunto de profissionais das diferentes áreas e realizado em função do conhecimento individualizado e integrado no grupo, visto como uma primeira percepção, previamente ao uso de indicadores, e que permite identificar quais os principais indicadores. Nesta caracterização inicial pode-se destacar: (a) potenciais problemas distribuídos; (b) condicionantes críticos na informação ou condicionantes básicos, como (i) efeito da variabilidade climática; (ii) dados insuficientes sobre caracterização podem inviabilizar o diagnóstico; (iii) condições físicas limitantes: solo, geologia e outros

que condicionam os impactos; e (c) efeitos potenciais integrados identificados previamente.

A **Caracterização** é entendida como a identificação no espaço e no tempo dos principais aspectos sócio-ambientais que permitem uma visão abrangente dos efeitos cumulativos e sinérgicos dos aproveitamentos hidrelétricos e dos principais usos de recursos hídricos e do solo na bacia. Essa caracterização visa obter um panorama geral da bacia, de modo a permitir a identificação e espacialização dos elementos que mais se destacam na situação atual, bem como suas tendências evolutivas, tais como:

- ▣ *As potencialidades da bacia:* a base de recursos naturais; as principais atividades sócio-econô-

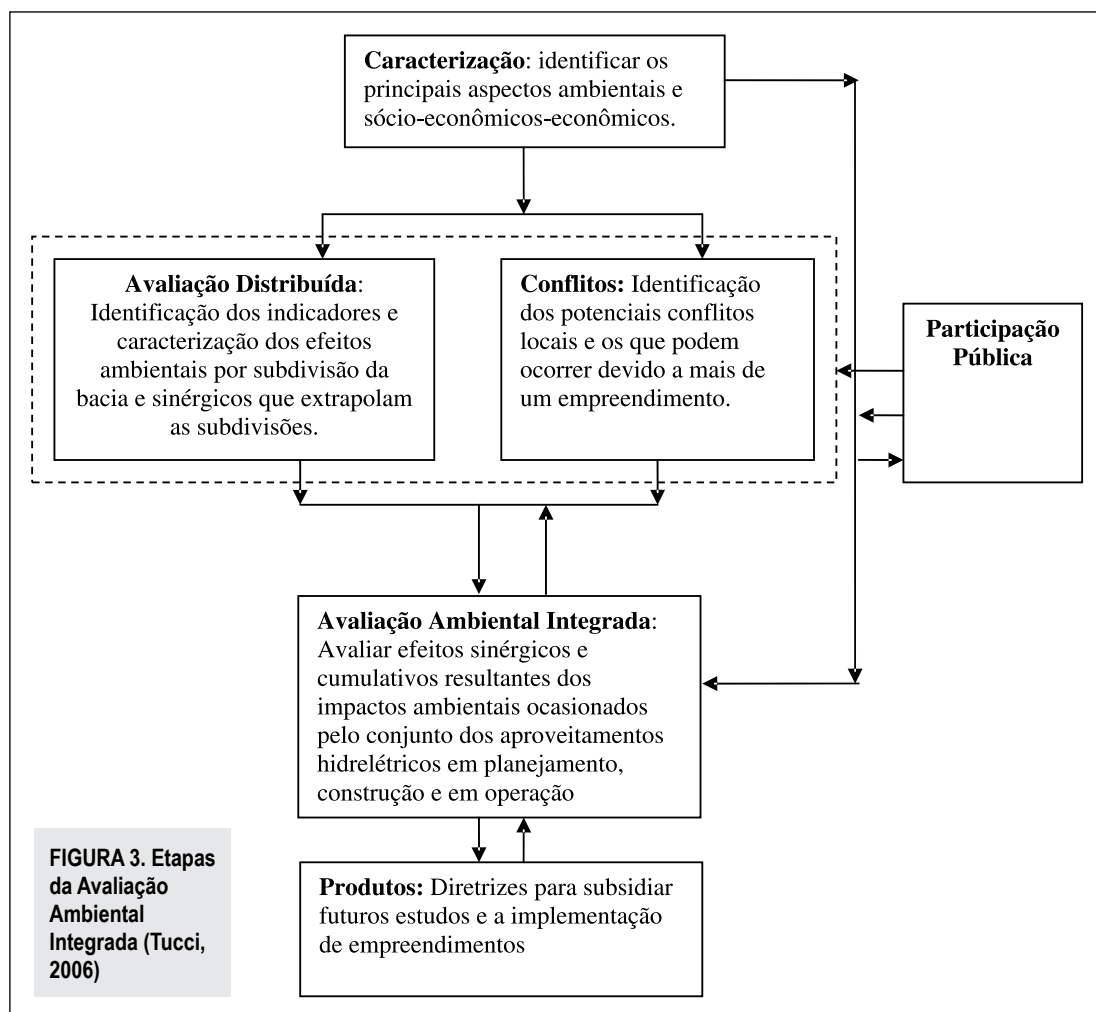



FIGURA 3. Etapas da Avaliação Ambiental Integrada (Tucci, 2006)

micas associadas; as tendências de desenvolvimento dos setores produtivos; os usos dos recursos hídricos e do solo; aspectos cênicos e turísticos (cachoeiras, *canyons*, corredeiras, cavidades naturais e outros aspectos relevantes da paisagem); e os principais conflitos entre os usos;

 *As necessidades de proteção ambiental*: as áreas mais preservadas com vegetação original; as áreas frágeis; as áreas degradadas; e as áreas prioritárias para conservação da biodiversidade, identificadas em função da presença de espécies endêmicas, ameaçadas de extinção etc; as áreas com restrições e condicionantes de uso, como por exemplo, Unidades de Conservação e Terras Indígenas.

A **Avaliação Distribuída** procura identificar no território aqueles aspectos ambientais e sociais importantes, os quais serão alterados, tanto de forma positiva como de forma negativa, com o desenvolvimento pretendido. Estes aspectos são geralmente identificados pela combinação de efeitos distribuídos na bacia. Por exemplo, as áreas degradadas por erosão numa bacia hidrográfica podem ser identificadas por uso do solo, relevo e tipo de solo. As conseqüências desta erosão poderão se refletir a jusante pelo aumento de sedimentos, redução de seções de escoamento e assoreamento de reservatórios. Neste exemplo, a avaliação distribuída envolve a identificação das áreas degradadas e a avaliação integrada o efeito a jusante do resultado desta área degradada.

Os potenciais **Conflitos** devem ser entendidos como os problemas que de alguma forma se agravariam e/ou surgiriam com a introdução dos empreendimentos, e estão relacionados com os aspectos sócio-econômicos e com os ecossistemas terrestres e aquáticos.

A partir das etapas anteriores do estudo, deve ser desenvolvida a análise integrada das informações geradas, subsidiando a compreensão da dinâmica sócio-econômica da bacia, dos padrões culturais e antropológicos e dos processos de intervenção antrópica sobre os ecossistemas. Desta forma, poderão ser explicitadas situações críticas potenciais e existentes, suas relações de causa e efeito e os requisitos básicos para sustentabilidade dos recursos naturais.

A análise integrada, sempre numa perspectiva de sustentabilidade, deverá considerar os usos da água e empreendimentos em planejamento, construção e em operação na bacia, as áreas mais frágeis em relação aos

impactos mais significativos decorrentes dos mesmos, os cenários alternativos de desenvolvimento da bacia em relação aos recursos hídricos, a biodiversidade e ao uso do solo, devidamente inseridos na dinâmica de desenvolvimento inter-regional e nacional.

O termo “integrado” da expressão AAI refere-se à interação dos efeitos dos diferentes empreendimentos, desenvolvimento econômico e social na bacia e à interação entre os diferentes processos, representado pelas variáveis que caracterizam os impactos ambientais, no tempo e no espaço. Por exemplo, a qualidade da água numa seção de um rio é resultado da precipitação sobre a bacia que escoo sobre as superfícies urbanas e rurais transportando matéria orgânica, metais, pesticidas, entre outros. Este escoamento se integra aos efluentes das cidades (tratados e não tratados) despejados nos rios e aquíferos, e está sujeito à alteração também devido à construção de barragens, ao desmatamento, a retirada da mata ciliar, entre outros. A variação no tempo é o resultado combinado de todos estes elementos. A retirada de água e despejos de poluentes em toda a bacia hidrográfica podem produzir cenários críticos em qualquer seção ao longo do trajeto do escoamento (espaço) em períodos diferentes (tempo).

A avaliação integrada dos aproveitamentos da bacia quanto aos aspectos ambientais nos diferentes cenários envolve, preferencialmente, a representação dos indicadores (parâmetros ou variáveis) em modelo espacial e/ou por modelagem matemática das variáveis que possam representar os principais aspectos ambientais, na área de abrangência que é a bacia hidrográfica.

A Figura 4 mostra as etapas do desenvolvimento da AAI em uma bacia hidrográfica. São eles:

a) *Principais aspectos ambientais*: com base nos resultados das etapas anteriores são definidos os temas prioritários relacionados com os ecossistemas e suas interações que podem ser abordados na avaliação integrada. Por exemplo, inundações em diferentes seções dos rios, entrada e saída de vazão dos rios (balanço hídrico), qualidade da água de rios e reservatórios, erosão e sedimentação, nutrientes, produção pesqueira, navegação energia. Os modelos integradores devem ser capazes de representar o comportamento destes processos, apresentando os indicadores que caracterizem os resultados e indicando resultados positivos e negativos em função das ações nos diferentes ecossistemas;

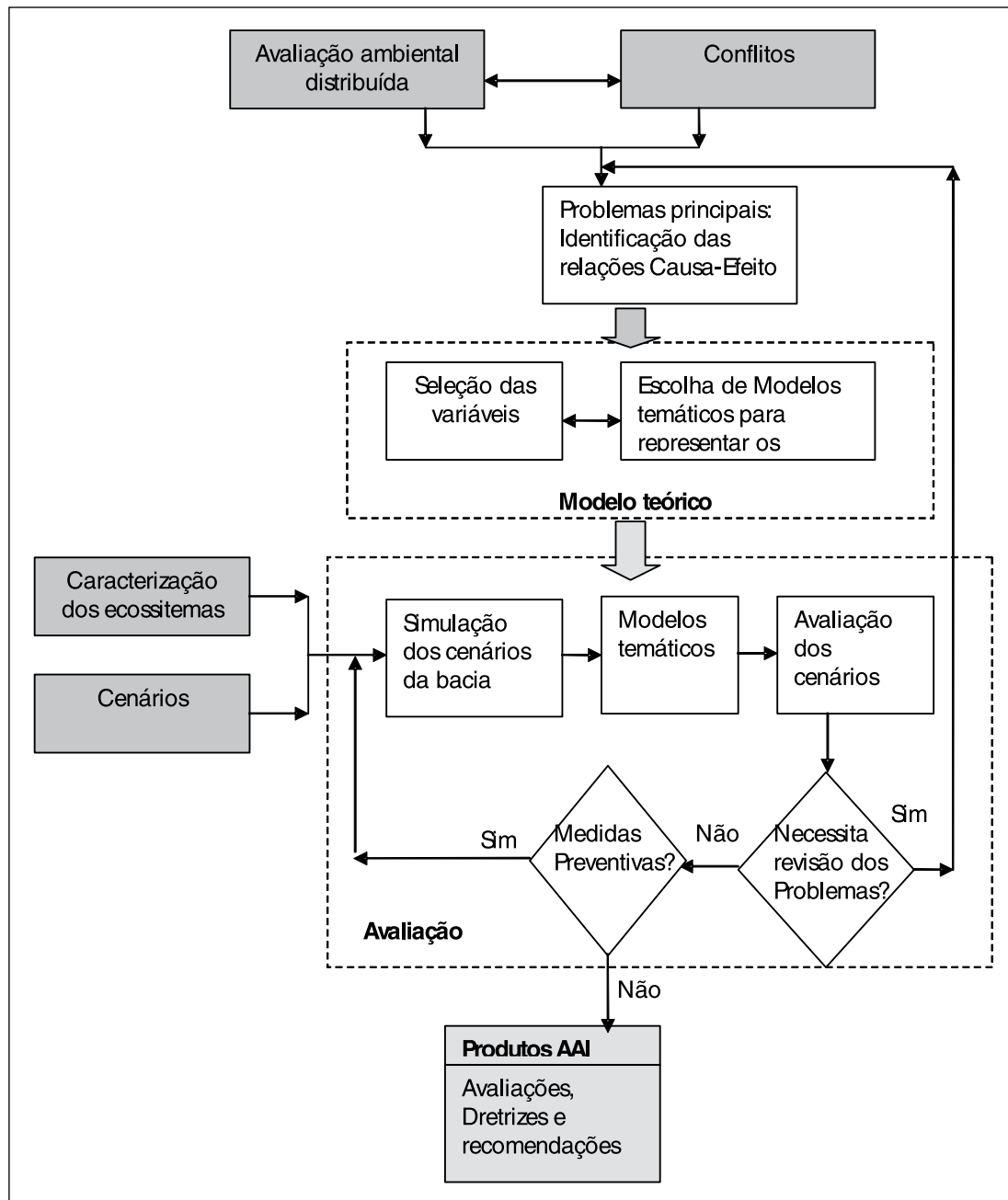


FIGURA 4. Avaliação Ambiental Integrada (Tucci, 2006)

b) *Seleção das variáveis, indicadores e os modelos:* estabelecer as variáveis representativas e os indicadores, que caracterizem os processos e permitam avaliar os impactos sinérgicos e cumulativos. A seleção das variáveis representativas está relacionada diretamente à identificação dos principais efeitos na etapa anterior do estudo. Por exemplo, se for identificado que existirão problemas de eutrofização, será necessário representar a produção e transporte de fósforo e do nitrogênio na bacia. Os processos que retratam o comportamento dos ecossistemas, representados pelas variáveis e indicadores, devem ser modelados de forma qualitativa e quantitativa, considerando toda a área de abrangência do estudo, de acordo com o melhor conhecimento científico e tecnológico apropriado à precisão esperada neste tipo de estudo;

c) *Simulação dos cenários:* com base na caracterização dos ecossistemas e nos modelos teóricos, são simulados os cenários especificados para avaliar as condições ambientais e atuais na bacia hidrográfica. As variáveis e indicadores ambientais obtidos da simulação para os cenários estudados permitirão identificar as condições ambientais críticas e as condições necessárias para a sua sustentabilidade. Estas variáveis e indicadores permitirão analisar os impactos sinérgicos dos cenários. Os cenários são situações para as quais a bacia está ou poderá estar sujeita, referindo-se tanto ao desenvolvimento econômico e social, como à variação climática e hidrológica. O desenvolvimento econômico pode gerar pressão significativa sobre o uso dos recursos naturais, resultando em pressões antrópicas diretas sobre a bacia. Os cenários de desenvolvimento econômico e social são definidos pelo crescimento da população e sua mobilidade, desenvolvimento rural, implementação da infra-estrutura urbana em geral, por exemplo, de energia, transporte e recreação. Estes condicionantes de pressão sobre o ambiente devem estar definidos no tempo (horizontes de planejamento) e no espaço (desenvolvimento no espaço da bacia). Geralmente são definidos os cenários: (a) atual: envolve a ocupação, usos existentes e o conhecido comportamento hidrológico; (b) curto prazo: em até cinco anos, onde são estimados os crescimentos e as mudanças de uso e tipo de solo na bacia em função de cenários econômicos; (c) médio prazo: representam horizontes de 10 a 15 anos; e (d) cenários de longo prazo, da ordem de 30 anos. O planejamento dos diversos setores utiliza distintos horizontes de tempo e distintos cenários econômicos.

d) *Avaliação dos cenários e dos aspectos ambientais de forma integrada:* os resultados obtidos nas simulações devem ser analisados, verificando se os mesmos produzem efeitos adicionais aos previstos nas fases anteriores. Nessa situação, deve-se retornar à etapa “aspectos ambientais principais” e verificar se todos os processos necessários estão ali representados, através da identificação dos aspectos que não tenham sido caracterizados *a priori* para então, com base nos indicadores e sua variação espacial e entre cenários, serem identificadas as principais fragilidades do sistema quanto aos empreendimentos;

e) *Medidas Preventivas:* a avaliação dos impactos nos diferentes cenários deve incluir os aspectos ambientais e sociais, com a definição de medidas mitigadoras preventivas, principalmente na forma de políticas e programas institucionais que poderão fazer parte de diretrizes para a gestão da bacia. São medidas mitigadoras, por exemplo, zoneamento de áreas de inundação, programas de conservação do solo, regulamentação sobre os efluentes urbanos, entre outras. Considerando estas medidas preventivas os cenários devem ser reavaliados para a verificação da sua efetividade. Estes resultados permitirão definir as diretrizes ambientais e sociais para a bacia dentro da gestão de recursos hídricos.

f) *Diretrizes:* com base nas variáveis e indicadores ambientais e nos resultados dos diferentes cenários, deve-se analisar quais as medidas preventivas necessárias para a bacia com o objetivo de minimizar os efeitos sinérgicos. Esta metodologia deverá subsidiar: (i) o estabelecimento das diretrizes gerais ambientais para a implantação de futuros projetos de recursos hídricos na área de abrangência do estudo; e (ii) a prevenção dos efeitos potenciais cumulativos e sinérgicos sobre os recursos hídricos e o uso do solo.

A participação pública não aparece no fluxograma, mas é essencial desenvolvê-la, pois representa a garantia de sustentabilidade do resultado final no longo prazo. É necessário o envolvimento público ao longo do desenvolvimento do estudo, com participação e retorno dos resultados às partes interessadas, de maneira que possam ser ouvidos os principais segmentos sociais da região em estudo, como forma de coletar subsídios e informações para o desenvolvimento dos trabalhos.

Os resultados consistem na consolidação das análises realizadas, apresentando medidas preventivas como diretrizes e recomendações para estudos complementares e elementos fundamentais para os EIAs. O resultado final do estudo poderá apresentar:

- ▣ Avaliação espacial e temporal dos efeitos integrados dos projetos previstos nos diferentes cenários;
- ▣ Diretrizes gerais para a implantação de novos projetos, considerando o resultado dos estudos de bacia realizados, as áreas de fragilidades, o uso e ocupação do solo e o desenvolvimento regional;
- ▣ Diretrizes técnicas gerais a serem incorporadas nos futuros estudos ambientais dos projetos setoriais, de forma que subsidiem o processo de licenciamento ambiental dos empreendimentos em planejamento/projeto na área de abrangência dos estudos, quando do seu licenciamento pelos órgãos ambientais competentes;
- ▣ Base de dados gerada pelo projeto em SIG, contendo todas as informações produzidas e obtidas ao longo do estudo para incorporação ao banco de dados georreferenciado.
- ▣ O estudo também poderá apresentar recomendações para:
- ▣ As avaliações que apresentarem grandes incertezas quanto aos dados disponíveis e quanto à profundidade dos estudos, devem ser apresentadas recomendações quanto ao seu detalhamento e coleta de dados, para realização de futuros estudos ambientais de usos da água;
- ▣ As atividades integradoras na bacia para os empreendimentos existentes e planejados que visem redução dos impactos;
- ▣ Os estudos de viabilidade dos futuros empreendimentos quanto ao uso da água;
- ▣ Diretrizes de um plano de inserção regional dos empreendimentos previstos para a bacia, com vistas a potencializar os impactos positivos e minimizar os negativos, contemplando a definição de um arranjo institucional;
- ▣ Proposição de medidas de gestão, preferencialmente institucionais, para evitar conflitos e problemas futuros, orientando o licenciamento de projetos específicos. Deverão ser contemplados, entre outros: programas de prevenção de risco para redução da vulnerabilidade social e do meio ambiente na bacia; programa de monitoramento de informação, fiscalização de recursos naturais e do meio ambiente ao longo da bacia; programas sustentáveis de educação, pesquisa, e orientação distribuídos

nos diferentes setores e propostas de ação para mitigação quanto aos impactos ambientais.

INDICADORES DE AVALIAÇÃO AMBIENTAL

Indicadores de avaliação ambiental são utilizados para se mensurar os impactos relativos às diferentes atividades que serão modificadas pelos Planos, Programas ou Projetos. Cabe destacar que existe uma enorme diversidade de indicadores ambientais e sua escolha é altamente dependente do objeto da avaliação, das características regionais, da temporalidade sobre a qual a avaliação será feita, entre outros.

Um indicador é uma estatística ou medição que se relaciona com uma condição, mudança de qualidade ou mudança no estado de algo que se pretende avaliar, fornecendo informação e descrevendo o estado de um determinado fenômeno.

Os indicadores devem permitir uma avaliação objetiva do resultado e devem ser capazes de serem reproduzidos no tempo, de forma que as modificações podem ser gradativamente avaliadas à medida que ocorram.

Em linhas gerais, podem ser escolhidos indicadores que tenham a capacidade de descrever:

- ▣ Situações de base (ou “baseline indicators”): indicam situação anterior à modificação e devem ser selecionados de forma que possam continuar a medir o estado natural do sistema;
- ▣ Indicadores de performance: são os indicadores que permitem avaliar as alterações do estado do sistema conforme o Plano, Programa ou Projeto sejam implementados, desde suas fases iniciais até a fase de operação; devem permitir medir o sucesso/ fracasso dos Programa, Plano ou Projeto;
- ▣ Indicadores de impacto: são indicadores que permitem medir diretamente os impactos que derivam da implementação de um Programa, Plano ou Projeto.

Como ponto de partida para a criação de um sistema de indicadores, estabelece-se um conjunto de critérios objetivos e verificáveis no espaço, que permitem efetuar a seleção dos Indicadores a utilizar. Os critérios de seleção de indicadores estabelecidos são os seguintes: existência de dados representativos de base sólida, possibilidade de construção de modelos de simulação e cálculo dedicados à sua quantificação, exequibilidade do estabelecimento de metas e valores de referência, possibilidade de manter a informação

atualizada, possibilidade de dispor de critérios e meios de comparação; relevância do significado do próprio indicador; facilidade de interpretação; necessidade de não tornar excessivo o número total de indicadores considerados e objetividade (Tucci, 2006).

Estabelece-se ainda que esses indicadores devem permitir identificar na unidade territorial em estudo, estados ou pressões sobre o ambiente, os quais exijam intervenção; e também comparar de forma objetiva Planos, Propostas e outras medidas alternativas. Devem permitir monitorar a implementação dos planos e a evolução dos parâmetros críticos, de forma a identificar a necessidade de correções.

Na classificação apresentada pelo modelo P.E.R. da O.C.D.E. (1993) *op cit.* Bredich *et al.*, (1997), os indicadores podem ser sistematizados em Pressão - Estado - Resposta (PER ou em inglês PSR, Pressure, State, Response), adotados em diversos estudos ambientais integrados.

Neste modelo, os Indicadores de Pressão caracterizam as pressões e os potenciais danos que podem ocorrer sobre sistemas ambientais. Os Indicadores de Estado expressam o estado do sistema ambiental, refletem a qualidade ambiental num dado espaço/tempo e os Indicadores de Resposta permitem avaliar as respostas do meio às alterações, assim como a adesão a programas e/ou à implementação de medidas de melhoria ambiental.

A estrutura PER é atualmente bastante utilizada, mas ainda continua em evolução. Um dos principais problemas encontrados tem sido tentar distinguir entre indicadores de pressão e de situação e a necessidade de expandir a estrutura para lidar de forma mais específica com a dificuldade de se descrever o desenvolvimento sustentável (FAO, 2006).

A escolha de indicadores é altamente influenciada pela especificidade de cada Programa, Plano ou Projeto. Por exemplo, o Objetivo do Milênio n. 7, citado na introdução deste artigo utiliza os seguintes indicadores para acompanhar o atendimento às metas:

- (1) Meta n.9: Integrar os princípios do desenvolvimento sustentável nas políticas e programas nacionais e reverter a perda de recursos ambientais.

Indicadores: alteração na área coberta por florestas; área protegida com objetivo de manutenção de biodiversidade; PNB por unidade de energia utilizada; emissões de dióxido de carbono

- (2) Meta n. 10: Reduzir pela metade, até 2015, a proporção da população sem acesso permanente e sustentável a água potável segura

Indicador: porcentagem de população com acesso a abastecimento seguro de água

- (3) Meta n.11: Até 2020, ter alcançado uma melhora significativa nas vidas de pelo menos 100 milhões de habitantes de bairros degradados

Indicadores: porcentagem de pessoas com acesso a sistemas de esgotamento sanitário; porcentagem de pessoas em habitações seguras.

Deste exemplo podem ser retiradas algumas conclusões interessantes:

mesmo para medir metas muito genéricas, é importante encontrar indicadores que produzam resultados objetivos, facilmente mensuráveis e comparáveis;

um número pequeno de indicadores permite uma avaliação conjunta de forma rápida, o que é enormemente dificultado se o número de indicadores para o acompanhamento das metas for muito grande

Existem na literatura indicadores específicos para o desempenho econômico dos diversos setores atingidos pelos Programas, Plano ou Projeto, assim como podem ser facilmente encontrados indicadores de caráter mais específico, como aqueles que medem o estado de variáveis ambientais referentes à água, ar e solo. A diversidade de indicadores sociais também é muito grande.

Podem ser desenvolvidos indicadores mais compactos que resumam diversas informações sob um único índice. Por exemplo, o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), muito utilizado atualmente, foi criado para medir o nível de desenvolvimento humano dos países a partir de indicadores de educação (alfabetização e taxa de matrícula), longevidade (expectativa devida ao nascer) e renda (PIB per capita).

CONCLUSÕES

Um dos maiores desafios atuais da gestão de sistemas ambientais é conseguir trabalhar, de forma simultânea e integrada, com a grande multiplicidade de aspectos que devem ser considerados.

A gestão de recursos hídricos e a gestão ambiental precisam encontrar uma melhor definição de suas fronteiras e avançar no desenvolvimento

de instrumentos de gestão que permitam trabalhar suas especificidades de forma adequada e dentro das respectivas competências legais e administrativas.

O desenvolvimento dos sistemas de Avaliação Ambiental Estratégica e de Avaliação Ambiental Integrada deve encontrar caminhos comuns de construção do processo com os Planos de Recursos Hídricos. É evidente que são instrumentos distintos, com diferentes objetivos e que são desenvolvidos dentro de arranjos institucionais de competências diversas, mas que devem guardar enorme proximidade.

Se, infelizmente, na prática, dificilmente o desenvolvimento de ambos os instrumentos se dá ao mes-

mo tempo, como fazer sua integração? Em primeiro lugar, sem querer transformá-los no mesmo produto. É preciso saber identificar áreas prioritárias em que estes instrumentos, cada um com sua especificidade possam ser desenvolvidos e aplicados.

O país precisa fazer um esforço sério para avançar no processo de Avaliação Ambiental Estratégica. São muitos os setores para os quais a avaliação ambiental estratégica traria mais objetividade e rapidez à implantação de seus programas e projetos de desenvolvimento e, principalmente, poderia abreviar o processo decisório nas instâncias dos sistemas de gestão de recursos hídricos e do sistema ambiental.

Referências

- BRASIL. Lei nº 9433, de 08 de Janeiro de 1997. Institui o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, Brasília, DF.
- BREDICH, M.; BILHARZ, S. & MATRAVERS, R. 1997. *Sustainability Indicators – Report of a project indicator of Sustainable development*. John Wiley, England.
- CONAMA, 1986. Resolução CONAMA 001 de 23.1.86. Conselho Nacional de Meio Ambiente.
- FAO. 2006. *Livestock and Environment Toolbox*. <http://lead.virtualcenter.org/>.
- GOODLAND, R. 2005 Strategic Environmental Assessment and World Bank Group. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology* 12 (2005) 1-11.
- MMA. 2006. Plano Nacional de Recursos Hídricos Ministério de Meio Ambiente Secretaria de Recursos Hídricos Agência Nacional de Água.
- PARTIDÁRIO, M.R., 2003. Curso de formação em Avaliação Ambiental Estratégica - prática existente, procura futura e necessidade de capacitação. Lisboa Portugal.
- PERRY, J.A.; VANDERKLEIN, E. 1996. *Water Quality: Management of a Natural Resource*. Cambridge: Blackwell Science.
- PORTO, M. F. A.; LOBATO, F. 2004. Mechanisms of Water Management: Command & Control and Social Mechanisms. Parte 1. *Revista de Gestão da Água na América Latina – REGA. GWP. Vol. 1, nº 2, p. 113-129*.
- TUCCI, C.E.M. 2006. Curso de Avaliação Ambiental Integrada de Bacia. MMA 320p.
- PARTIDÁRIO, M. R. 1995. Strategic Environmental Assessment: Key issues emerging from recent practice. Discussion paper apresentado para a 15ª conferência anual da International Association for Impact Assessment, em Durban, África do Sul, jun.
- UN. 2000. United Nations Millenium Declaration. General Asseby. A/Res/55/2.
- SUZUKI, J.A.N. 2004. *Avaliação Ambiental Estratégica no Novo Modelo Institucional do Setor Elétrico*. Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia Ambiental. Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. PUC/PR. Curitiba.

Monica Porto Escola Politécnica – Universidade de São Paulo. mporto@usp.br

Carlos E.M. Tucci Instituto de Pesquisas Hidráulicas – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. tucci@iph.ufrgs.br

La gestión de los recursos hídricos en el Ecuador

Edgar Isch López

RESUMEN: Ecuador es un país rico en recursos hídricos, sin embargo su distribución es inequitativa y fuente de creciente conflictos socio ambientales. Esa situación se relaciona con una institucionalidad débil, compleja y con competencias compartidas por un alto número de autoridades oficiales. La multiplicidad de conflictos tiene hoy un escenario nuevo por el peso social de las organizaciones que plantean el derecho al agua y por la instalación de una Asamblea Constituyente que marcará las bases para una legislación distinta a la actual. Se espera el rompimiento con el neoliberalismo y su aplicación en torno al debilitamiento del Estado y al establecimiento de una relación inadecuada con el medio ambiente, basada en el mercado y no en las necesidades humanas.

PALABRAS-CLAVE: Ecuador; gestión de recursos hídricos; foro de los recursos hídricos; conflictos ambientales.

ABSTRACT: Ecuador is a country rich in water resources, however its distribution is inequitable and source of growing social and environmental conflicts. That situation is related with a weak and complex net of governmental institutions which share a high number of functions. The multiplicity of conflicts has today a new scenario for the social weight of the organizations that outline the right of the water and for the next installation of a Constitutional Assembly that will mark the bases for a new legislation different to the current one. The people is expecting a deep break with the neoliberalism and its application around the weakness of the State and the establishment of an inadequate relationship with the environment, based on the market but not in the human needs.

KEY-WORDS: Ecuador; water resources management; Water Resources'Forum; environmental conflicts.

INTRODUCCIÓN

El espacio geográfico que hoy ocupa el Ecuador fue considerado por Alejandro Von Humboldt como una tierra ocupada por “mendigos sentados sobre una mina de oro”. Las condiciones de inequidad social hacen que esta frase, expresada en el siglo XIX, todavía tenga plena vigencia contrastando la enorme riqueza natural y la tradición de trabajo de sus habitantes, con una distribución de riqueza que aparece distorsionada y generadora de pobreza masiva. En efecto, el 38,3% de la población vive con menos de dos dólares al día¹.

La presencia de la Cordillera de Los Andes, que cruza el territorio de Norte a Sur, transforma íntegra-

mente esta condición y produce una gran variedad de pisos climáticos a lo largo y ancho de una extensión territorial de apenas 256.370 km². La existencia de esa variedad climatológica y de distintos suelos, así como otras razones ecológicas, generan la mayor biodiversidad del mundo por unidad de área. El país es uno de aquellos que reciben la calificación de megadiverso, junto a sus vecinos andino - amazónicos.

CARACTERÍSTICAS HIDROGRÁFICAS DEL ECUADOR

La división hidrográfica del Ecuador fue definida en agosto de 2002 por un Grupo Técnico Intersectorial liderado por el Consejo Nacional de Recursos Hídricos y que incluyó a un importante número de entidades estatales. El estudio determinó la existencia de 31 sistemas hidrográficos, que se dividen en 79 cuencas y 139 subcuencas.

¹ INEC. 2007. Resultados de la Encuesta de Condiciones de Vid - Quinta Ronda. Quito.

CUADRO 1
Ecuador: datos generales

CAPITAL: Quito	POBLACIÓN: TOTAL 13.605.485 Urbana: 64% Rural 36%
IDIOMA OFICIAL: El Castellano	TASA PROMEDIO DE CRECIMIENTO POBLACIONAL: 2,1 % anual
OTROS RECONOCIDOS: El Quichua, el Shuar y los demás idiomas ancestrales de los pueblos Indígenas.	DENSIDAD POBLACIONAL: 53,2 hab/km ²
ANALFABETISMO 9% de población con más de 15 años de edad	PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB) 43.758 millones de USD PIB PER CÁPITA 3.216 dólares
ÁREA: 256.370 Kilómetros cuadrados.	MONEDA CIRCULANTE: El dólar estadounidense desde el año 2000
ESTADO Y GOBIERNO DE ACUERDO A LA CONSTITUCIÓN: - Estado social del derecho, soberano, unitario, independiente, democrático, pluricultural y multiétnico. - Gobierno republicano, presidencial, electivo, representativo, responsable, alternativo, participativo y de administración descentralizada.	

Fuentes: Constitución Política de la República del Ecuador. Banco Central, Boletín Anuario 2007. INEC, Censo de 2001.

La conformación de las vertientes hídricas en el Ecuador y por lo tanto la definición de las cuencas hidrográficas, está determinada por la localización de la Cordillera de los Andes. La vertiente que fluye desde los Andes hacia el Océano Pacífico, incluyendo dos sistemas insulares, suma 24 sistemas hidrográficos, que en su totalidad abarcan unos 123.243 km² y entre 80 y 140 mil millones de m³ anuales de agua; mientras, en la vertiente que se dirige hacia la Amazonía, existen 7 sistemas que abarcan un área de 131.802 km² y una cantidad que varía entre 210 y 370 mil millones de m³ anuales.

Tanto a lo largo de la Sierra ecuatoriana y en parte del oriente se localizan algunos 'asentamientos' lacustres que tienen características y atractivos especiales: son la fuente de formación de muchos ríos y han servido para la construcción de algunos proyectos, especialmente deportivos o turísticos. Estos asentamientos están compuestos por algunos lagos y por muchas lagunas de diversa forma y tamaño, que en gran parte son depresiones nacidas en las últimas glaciaciones, que hoy reciben flujos de agua de distintos orígenes.

El grado de uso del agua subterránea en el Ecuador es bajo, a excepción de la Hoya de Latacunga. Se calcula que el potencial de aguas subterráneas de

Costa y Sierra es de 3,5 veces mayor al de caudales superficiales, siendo de por lo menos 100 mil litros por segundo.²

El Mapa Hidrogeológico realizado por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), establece la existencia de 26 Unidades Hidrogeológicas, definidas como medios acuíferos continuos dotados de cierta homogeneidad, que constituyen unidades naturales de planeamiento y gestión del recurso. Se encuentran distribuidos de la siguiente manera: 10 en la Sierra, 12 en la Costa, 3 en el Oriente y 1 para la Región Insular. Con fines prácticos y de gestión se consideró 15 unidades básicas.³

Esta amplia cantidad de cuencas y fuentes hídricas, en un territorio relativamente pequeño, hace del Ecuador uno de los países de América Latina más ricos en agua, con un caudal medio de 432 km²/año, lo que permitiría disponer potencialmente de 40.000 m³/año/persona, valor casi 2,5 veces superior a la media mundial. La distribución regional, sin embargo, es desigual y por ello hay varias zonas en

² Datos de Fundación Natura 2003. Citados en: Granda A., Dubly A. y Borja G. **AGUA: vida y conflicto**. Corporación Editora Nacional - CEDHU, 2004. pp. 18.

³ www.inhami.gov.ec

CUADRO 2
Sistemas y cuencas hidrográficas del Ecuador

Nº	Sistema hidrográfico	Cuencas hídricas	Nº	Sistema hidrográfico	Cuencas hídricas
1	Carchi	Río Carchi	12	Zapotal	Río Manglar Alto
2	Mira	Río Mira			Río Valdivia
3	Mataje	Río Mataje			Río Viejo
4	Cayapas	Río Cayapas			Río Javita
5	Verde	Estero Vainilla Estero Lagarto Río Ostiones Río Mate Río Verde Río Calope Estero Camarones			Río Grande
			Río Salado		
			Río La Seca		
6	Esmeraldas	Río Esmeraldas	13	Guayas	Río Zapotal
					Río Adular
7	Muisne	Río Atacames Río Súa Río Tonchigüe Estero Galera Río San Francisco Río Bunche Río Muisne Río Salina Río Cojimíes Río Marcos Río Cuaque	14	Taura	Río Chongón
					Río Taura
			15	Cañar	Río Churote
					Río Cañar
					16
Río San Pablo					
17	Jubones	Río Jagua			
		Río Balao			
8	Jama	Estero Don Juan Río Jama Río Muchacho Río Briceño	18	Santa Rosa	Río Gala
					Río Tenguel
			19	Arenillas	Río Siete
					Río Pagua
9	Chone	Río Chone	20	Zarumilla	Río Jubones
					Río Santa Rosa
					Río Arenillas
10	Portoviejo	Estero Pajonal Río Portoviejo Río Jaramijó	21	Puyango	Río Zarumilla
					Río Puyando
			22	Chira	Río Chira
					Río Chira
11	Jipijapa	Río Manta Río San Mateo Río Cañas Río Bravo Río Cantagallo Río Jipijapa Río Salaite Río Buena Vista Río Ayampe	23	Puná	Isla Puná
					24
			25	San Miguel-Putumayo	
					26
			27	Cunambo	
					28
			29	Morona	
					30
			31	Chinchipe	
Río Mayo					

Fuente: Guía Metodológica de inventarios de los recursos hídricos. CAMAREN - CNRH - CONCOPE.

las que se presentan problemas de escasez de agua para cubrir los actuales requerimientos de consumo humano y de riego.

Clima y sostenibilidad de los recursos hídricos

La diversidad de características altitudinales y climatológicas hace que en el Ecuador existan 25 zonas de vida diferenciadas de acuerdo al Diagrama de Holdridge. Sin embargo, para comprender los principales regímenes de precipitaciones, de manera resumida puede hacerse referencia a las tres regiones continentales determinadas por la presencia de los Andes.

La Costa cubre el 25% del territorio nacional y tiene una media anual de 500 a 1.700 mm. de lluvia, existiendo una franja árida en el centro sur de la región con precipitaciones de menos de 500 mm. de media anual, y partes con precipitaciones

superiores a los 3.000 mm., como es el caso de la Cuenca del Esmeraldas.

La Sierra Andina abarca el 27% del territorio y tiene una media anual de 400 a 1.500 mm. A medida que aumenta la altitud, la temperatura decrece a un ritmo aproximado de 1 grado Celsius cada 200 metros, de manera que históricamente han existido nieves eternas desde los 4.500 metros sobre el nivel del mar. El calentamiento global ha cambiado esta situación al grado de que elevaciones cercanas a los 5.000 msnm no cuentan hoy con la nieve que les caracterizaba hasta hace pocas décadas y la pérdida de esta reserva de agua continúa de manera acelerada.

La Amazonía cubre el 45% del territorio y posee precipitaciones superiores a los 3.500 mm de media anual y una temperatura tropical a lo largo de todo el año.

TABLA 1
Sostenibilidad natural de los principales
vertientes hidrográficas de Ecuador

Vertiente	Principales cursos hídricos	Precipitación media anual (mm)	Escorrentía media anual (mm)	Evaporación media anual (mm)
Pacífico	Guayas Esmeraldas Catamayo Chira	1.543	950	593
Amazonas	Napo Santiago Pastaza	3.006	2.256	750
Islas Galápagos		600	197	403
Promedio nacional		2.274	1.606	668

Fuente: INAMHI, Aquastat, CNRH. Año 2006.

Tabla 2
Importancia económica de los usos principales del agua

Uso	Valoración estimada en millones de dólares	Porcentaje	Año
Cultivos bajo riego	1,189.5	53.5	1994
Agua potable y saneamiento	19.0	0.9	1996
Hidroelectricidad	574.7	25.9	1996
Producción camaronera	410.0	19.8	1996
Dedicación ambiental	No definido		
TOTAL	2,223.2	100.0	

Cuadro tomado de: Andrade, Nelson y Olazábal, Hugo. 2002. "Riego en el Ecuador" en: *Foro de los Recursos Hídricos, Primer Encuentro Nacional: documentos de discusión.*

TABLA 3
Sistemas de riego según la tecnología empleada

Total nacional		Goteo		Aspersión		Bombeo		Gravedad		Otro	
UPAs	Has.	UPAs	Has.	UPAs	Has.	UPAs	Has.	UPAs	Has.	UPAs	Has.
236.237	853.332	3.158	19.401	11.912	170.058	31.807	220.842	185.915	432.147	6.511	10.885

Tomado de: ZAPATA C., Alex. 2005. *Desarrollo de un modelo alternativo de gestión pública del riego*. En: Foro de los Recursos Hídricos, Tercer Encuentro Nacional. Documentos de Discusión. Quito.

Los múltiples usos y valores del agua

El agua posee también una importante dimensión cultural que tiene particular interés para las comunidades ancestrales que han hecho uso de las fuentes hídricas y que sostienen su forma de vida de acuerdo a los ciclos que presenta la distribución del recurso. Dificilmente valorable también es la dimensión ecológica de la cual depende de manera directa no sólo distintas especies y posibilidades productivas sino ecosistemas y áreas de vida que se encuentran diferenciadas de acuerdo a sus características específicas.

Uso del agua en riego agrícola

Desde el punto de vista de los usos productivos, se destaca el riego como la actividad que más recursos hídricos emplea, estimándose que éste es cercano al 90% del consumo total. De acuerdo al Tercer Censo Nacional Agropecuario, el área regada es de 853.333 ha, de un total regable estimado en 3.130.000 ha. La importancia del riego está dada en cuanto éste permite incrementar la productividad agraria hasta en cinco veces a la de secano por lo que las áreas regadas aportarían con cerca del 75% del valor agrícola nacional, posibilita una recuperación económica para mantenimiento del sistema y contribuye a detener el avance de la frontera agrícola hacia los páramos y zonas frágiles.⁴

A pesar de la trascendencia, los sistemas públicos o estatales abarcan menos del 20% de la superficie regada, mientras los sistemas privados y comunitarios - campesinos riegan cada uno al 40% del área bajo riego.

En cuanto a los embalses, los principales corresponden a obras estatales, más su utilidad no siempre es dirigida a los más necesitados. La capacidad total

de embalse en el país es de 7,5 km³, siendo la presa de uso múltiple Daule - Peripa, ubicada en la Cuenca del Guayas, capaz de contener el 83% de dicho volumen. Esto es coherente con el hecho de que esa cuenca representa el 40,4% del total del área regable en el país.

El bajo rendimiento de los sistemas de riego se complementa con una inequitativa distribución. Los minufundistas, correspondiente al 88% de los beneficiarios del riego, apenas dispongan de un volumen que va entre el 6% y el 20% del total de caudales, mientras los hacendados, que no superan al 4% de usuarios, reciben más del 50% de los caudales totales⁵.

Al realizar el análisis desde el punto de vista de la superficie regada, se encuentra que 25,69% de la misma corresponde a campesinos y pequeños propietarios, mientras el 51% de la tierra bajo riego está en propiedades con más de 50 hectáreas.⁶

Otro factor a considerar es el bajo nivel de tecnificación de los sistemas de riego produciendo un efecto directo en el desperdicio de un recurso utilizable. Los datos del Tercer Censo Nacional Agropecuario sintetizados en la tabla 3 permiten observar que el riego por gravedad continúa como el mecanismo más empleado.

Uso del agua para consumo humano

Con este fin se destina el uso de un volumen reducido de agua, pero la cobertura de las instalaciones existentes de agua segura, ya sea a través de instala-

⁵ GALÁRRAGA SÁNCHEZ, Remigio. Estado y Gestión de los Recursos Hídricos en el Ecuador. s/f.

⁶ ZAPATA C., Alex. 2005. *Desarrollo de un modelo alternativo de gestión pública del riego*. En: Foro de los Recursos Hídricos, Tercer Encuentro Nacional. Documentos de Discusión. Quito. pp.89.

⁴ SICA, MAG, INEC. 2002. *Tercer Censo Nacional Agropecuario*. Quito.

TABLA 4
Cobertura de los servicios de agua y alcantarillado
(Porcentajes para el Censo Nacional de 2001)

Servicio	Total país	Costa	Sierra	Oriente	Insular
Agua potable	67				
Urbana	82	90	70	73	98
Rural	39	56	22	26	48
Saneamiento	57				
Urbana	73	83	60	61	19
Rural	29	34	30	22	22

Fuente: MIDUVI. 1999.

ciones domiciliarias, red pública o fuentes protegidas, alcanza el 67% de los hogares a nivel nacional (82% urbana y 39% rural)⁷, porcentaje bajo en comparación con los otros países de América del Sur. De los 2.527 sistemas de abastecimiento, alrededor del 80% sirve a poblaciones de menos de 1.000 habitantes⁸.

La cobertura de servicios de saneamiento, sea a través de alcantarillado sanitario o sistemas de disposición in situ (letrinas secas y con descarga de agua), muestran un desequilibrio aún más acentuado entre las zonas urbanas y rurales. Esos desequilibrios se repiten al momento de analizar los ingresos de los beneficiarios ya que son las familias de escasos recursos las que tienen menos acceso a servicios de agua y alcantarillado.

A escala nacional se estima que sólo la mitad de los sistemas de abastecimiento de agua potable cuentan con dispositivos de desinfección y sólo 11% de los sistemas urbanos tienen plantas de potabilización completas.

La inadecuada calidad del agua ha sido motivo de conflicto en los últimos meses en la ciudad de Guayaquil, en la cual el sistema fue privatizado sin que ello signifique mejorar los indicadores de cobertura y de calidad que venían siendo cuestionados en los sistemas públicos.

Únicamente la ciudad de Cuenca cuenta con un sistema de tratamiento completo de sus aguas servidas. En el resto del país las aguas servidas son

una fuente de contaminación de los recursos hídricos utilizados, ya sea para riego o para consumo humano en ciudades y comunidades que toman el agua de manera directa de los ríos. Esto se relaciona con graves problemas de salud pública, incluyendo el resurgimiento de las llamadas enfermedades de la pobreza, tales como el cólera y otras relacionadas con las malas condiciones de vida de la población.

Uso del agua para generación de energía eléctrica

El Ecuador es un país con una gran potencialidad hidroeléctrica. Sin embargo, la discontinuidad en la aplicación del Plan Nacional de Electrificación elaborado en los años 70 ha hecho que los problemas de suministro de la energía sean cada vez mayores, con una presencia incremental de plantas de generación térmica, caracterizadas por altos niveles de contaminación. La demanda de energía en los últimos años fue superior a la producción nacional, déficit de energía que ha debido ser suplido con importación desde los países vecinos⁹.

Para el año 2003, de una capacidad instalada total de 3.765 MW, correspondían 1.746 MW a energía de origen hidráulico. Alrededor del 88% de esa energía procede de grandes centrales hidroeléctricas, cerca del 9% de medianos aprovechamientos y el resto de pequeñas centrales, algunas de construcción privada.

⁹ Al momento se encuentran en proceso de construcción o de incorporación al sistema nuevas centrales hidroeléctricas para suplir el déficit de generación eléctrica. (Ministerio de Energía y Minas, 2007. Agenda Energética 2007-2011. Hacia un sistema energético sustentable).

⁷ MIDUVI. 1999

⁸ LLORET, Pablo. 1999. *Cuencas Hidrográficas*. Universidad de Cuenca - CAMAREN. pp. 11.

Impactos ambientales relacionados con el agua

Las prácticas productivas empleadas en el país no tienen una orientación de sustentabilidad ecológica. Por el contrario el principio dominante es el productivista, que busca incrementar los volúmenes de las cifras macroeconómicas sin atender las consecuencias sociales y ambientales que ello pueda generar. Uno de los recursos más afectados por esta visión que confunde desarrollo con sólo el crecimiento económico es el recurso hídrico¹⁰.

Los problemas ambientales que afectan la cantidad y calidad del agua, entre otros, son:

1. **Deforestación.** Por la cual disminuye la cobertura vegetal en las zonas de recarga y de captación de agua. Este proceso, según diversas estimaciones, habría provocado la desaparición de más del 95% de la cubierta forestal natural del área costera con menos de 900 msnm; la reducción de bosque de manglar a 30.000 ha, la séptima parte de su tamaño original; la tasa de deforestación más alta de la región, calculada en 198.000 ha. anuales¹¹. La deforestación acelera además los procesos de erosión junto a las fuentes de agua y la consecuente pérdida de calidad de la misma¹².

2. **Pérdida de bosques húmedos.** Tanto los bosques nublados de la región andina como la selva amazónica tienen la particularidad de condensar el vapor de agua y provocar así la llamada precipitación horizontal, por lo cual tienen mucha importancia en cuanto a la captación de agua. Sin embargo, en varios lugares, los bosques nublados se están transformando en áreas de producción agrícola y reduciendo los flujos de agua en zonas que la necesitan. En el caso del Oriente, la colonización inicial obligaba a la deforestación, idea que permanece en los nuevos colonos que buscan además ganancia rápida con la venta de la madera.

3. **Reducción del área de páramos naturales.** El páramo tiene la particularidad de ser un regulador del ciclo del agua y de concentrar, a manera de esponjas

naturales, importantes cantidades de líquido que lentamente pasan a ser incorporados en los flujos de agua. Una de las mayores amenazas que hoy tiene el páramo es el cambio de uso de suelo para utilizarlos en agricultura y ganadería, especialmente por parte de campesinos pobres, en gran porcentaje indígenas, los cuales no encuentran otra posibilidad de enfrentamiento a las condiciones de pobreza. Los humedales altoandinos son particularmente afectados por la pérdida de los páramos.

4. **Contaminación.** Las actividades industriales de distinto orden y las aguas servidas que se arrojan desde las ciudades sin ningún tratamiento, son las mayores fuentes de contaminación de los recursos hídricos. A esto se añade la convivencia con animales de pastoreo junto a las fuentes y a prácticas inadecuadas de uso, que provocan también contaminación a pequeña escala. Las actividades productivas de más fuerte impacto contaminante son la minera - petrolera, la industrial y la agroindustrial por el excesivo uso de agrotóxicos.

La contaminación por desechos domésticos ha conducido a estimar que el agua de cuatro de las cuencas hidrográficas más grandes del país (ríos Mira, Esmeraldas, Pastaza y Guayas) tiene una calidad bacteriológica que hace que sus aguas constituyan un grave riesgo para consumo y contacto directo. El Ministerio de Salud Pública (2002) añade que el 50% de hospitalizaciones son el resultado del inadecuado servicio de agua y acciones de saneamiento.

Los residuos industriales contaminan el agua con elementos inorgánicos y químicos de alta toxicidad, tales como el cromo, que, particularmente en la ciudad de Ambato, alcanza a 43,94 mg/l, cuando el máximo permitido es de 0,1 mg/l. Los contaminantes industriales de origen orgánico son considerados como comparables a los de origen doméstico.¹³

La industria petrolera no sólo es generadora de un alto porcentaje de la deforestación en el Oriente, sino que los continuos derrames han sido los causantes de contaminación de aguas superficiales y profundas. Se estima que tan sólo Texaco dispuso de manera inadecuada 3 millones de desechos líquidos por día, es decir, casi 20 mil millones de galones de desechos a lo largo de 22 años de presencia en el país. En la

¹⁰ ISCH, Edgar y GENTES, Ingo editores (2006). Agua y servicios ambientales, visiones críticas desde los Andes. Abya Yala y Walir. Quito.

¹¹ Presidencia de la República. Decreto Presidencial 419 publicado en el Registro Oficial No. 115 de jueves 28 de junio de 2007, estableciendo la veda maderera.

¹² FORO de los RECURSOS HÍDRICOS 2003. Segundo Encuentro Nacional. Documentos de discusión. Quito.

¹³ CARRERA DE LA TORRE, Luis. 2003. **La contaminación y la calidad del agua en el Ecuador.** Foro de los Recursos Hídricos, Segundo Encuentro Nacional: documentos de discusión. Quito. pp 402 - 409.

actualidad se estima que se continúa arrojando 60 mil barriles de agua de formación¹⁴ diarios al suelo y fuentes naturales de agua.¹⁵

Complementariamente la producción minera¹⁶, sea a gran escala o artesanal, se caracteriza por arrojar a las aguas importantes cantidades de mercurio, cianuro, cadmio y azufre. La gran mayoría de explotaciones mineras se ubica al pie de las montañas, amenazando las cuencas hídricas que descienden hacia los valles. La sedimentación de los ríos por la minería de tipo aluvial, también contribuye al deterioro de los ríos, proceso que además afecta a poblaciones localizadas aguas abajo.

Por último, la contaminación por pesticidas se ha transformado en un problema nacional por la inadecuada comercialización, almacenamiento y uso de productos que en varios casos incluso se encuentran prohibidos.

LEGISLACIÓN Y ACTORES EN LA GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS

Alex Zapatta identifica en la historia del Ecuador tres períodos históricos que han sido claves en la relación entre modelos económicos y la manera de direccionar la gestión pública del agua. El desarrollo de las concepciones involucradas en estos procesos, necesariamente se reflejó en la construcción de distintos cuerpos legales que establecieron el marco institucional y jurídico para la gestión de los recursos.

De trascendental importancia fue la Ley de Aguas aprobada en 1972 y que continúa vigente. Sin embargo, de que los cambios realizados a lo largo de los años 90 la ha desnaturalizado y llevaron a establecer las bases para la creación de los mercados del agua, con la consecuente destrucción del principio que señala que el agua es un bien público de uso común. Esto ha llevado a que la necesaria elaboración de una

nueva Ley de Aguas sea un terreno de grandes conflictos en los que participan los actores involucrados con intereses particulares. De allí que se presenta necesaria la acción reguladora del Estado como autoridad obligada a defender los criterios de justicia y equidad necesarios.

Los principales cuerpos legales que hoy rigen en la temática, son los siguientes:

La **Constitución Política del Estado** (1998), que en su Art. 86 declara el derecho de la población a un ambiente sano y el interés público de prevenir la contaminación y que en el Art. 247, inciso cuarto, señala que “Las aguas son bienes nacionales de uso público; su dominio será inalienable e imprescriptible; su uso y aprovechamiento corresponderá al Estado o a quienes obtengan estos derechos, de acuerdo con la Ley”.

Ley de Aguas (mayo, 1972) y su Reglamento. El principio fundamental que estableció esta ley es que el agua es un bien nacional de uso público, cuyo dominio es inalienable e imprescriptible. Establece también disposiciones relacionadas con la calidad del agua y las normas que rigen al Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

El **Código Civil** y el **Código Penal**, como leyes generales que tienen normas relacionadas con el uso del agua.

Ley de Gestión Ambiental (1999) que define la autoridad del Ministerio del Ambiente dentro del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental y la coordinación de políticas relacionadas a la gestión de recursos naturales. Aún hoy no existe el reglamento general a esta ley pero, la Legislación Ambiental Secundaria (2003) establece los límites aceptables de contaminación y normas relacionadas con la descentralización de las competencias ambientales.

Código de la Salud, en lo referente a contaminación de agua de consumo humano y desechos hospitalarios.

Ley Constitutiva de las Juntas Administradoras de Agua Potable y Alcantarillado (1979), que junto con el decreto ejecutivo que establece las administraciones del MIDUVI, pretende organizar la gestión del agua de consumo humano.

Decreto Ejecutivo 558 de octubre de 1994, sobre la organización del régimen institucional de aguas, que establece las funciones del CNRH.

Otros. Existen una serie de normas que hacen referencia al uso del agua y que definen competen-

¹⁴ Las aguas de formación son aquellas resultantes de la extracción del petróleo y que están embebidas de sedimentos petroleros y de sustancias utilizadas, incluyendo algunas cancerígenas y con índices de radioactividad.

¹⁵ ALMEIDA, Alexandra. 2003. **Contaminación de los recursos hídricos**. Foro de los Recursos Hídricos, Segundo Encuentro Nacional: documentos de discusión. Quito. pp 380.

¹⁶ SOLIS CARRIÓN, Fernando. 2008. *Agua, minería y conflictos socioambientales*. Tesis para aprobación del Curso sobre Gestión Política y Socioambiental de los Recursos Naturales en el Ambito Rural. NUFFIC, CAMAREN, IEE. (inédito).

CUADRO 3
Ejes de la gestión del agua por modelo económico: el caso ecuatoriano

Años	Modelo Económico	Eje del modelo de gestión pública del agua
1830 – 1963	Basado en la concentración de la propiedad privada de la tierra y la agro explotación	Propiedad privada sobre el agua
1964 – 1980		Propiedad nacional del agua
1981 en adelante	Basado en políticas de ajuste estructural	Derechos transables de agua

Tomado de: ZAPATA, Alex. Obra citada, pp. 94.

cias de otros actores. Entre éstas constan: Ley de Régimen Provincial; Ley de Régimen Municipal; Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental; Ley de Pesca y Desarrollo Pesquero; Ley para la Formulación, Fabricación, Importación, Comercialización y Empleo de Plaguicidas y Productos Afines de Uso Agrícola; Ley de Régimen del Sector Eléctrico; Ley de Terminales Petroleros; Ley de Minería; Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador.

Una característica que ha dificultado más la gestión de los recursos hídricos en el Ecuador es la gran cantidad de instituciones que tienen competencias legales, sin que exista ninguna en particular que se presente claramente como la autoridad sectorial que pueda direccional la administración de los recursos.

La Ley de Gestión Ambiental del 30 de julio de 1999 determina la construcción de un Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental cuyo ente rector es el Ministerio del Ambiente. Entre los recursos a su cargo está el agua.

Sin embargo, el Consejo Nacional de Recursos Hídricos, CNRH, creado en 1994 a partir de lo que había sido el Instituto Ecuatoriano de Recursos Hídricos- INERHI, se presenta como la instancia de coordinación y negociación del recurso. Por cuanto el CNRH depende del Ministerio de Agricultura y Ganadería, en realidad, se ha dedicado con más fortaleza al trabajo en torno al agua de riego.

Las Agencias de Agua (AGAs) son los órganos territoriales del CNRH que administran temas como: derechos de aprovechamiento de agua, servidumbres, organización de usuarios, autorizaciones de explotación de aguas subterráneas, construcción de obras de infraestructura, entre otras. “El país se ha distribuido entre once AGAs, cuyo ámbito territorial está cons-

tituido por provincias, por lo que no coincide con las cuencas hidrográficas”.¹⁷

El mismo decreto ejecutivo que creó al CNRH definió a las Corporaciones Regionales de Desarrollo como instituciones públicas del manejo de los recursos hídricos, lo que les entregó competencias relacionadas con las juntas de usuarios, la construcción y gestión de los sistemas públicos de riego, inventario de los recursos hídricos, entre otros, la mayoría de las cuales chocan con las competencias que tienen los Consejos Provinciales.

Por su parte, el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) se presenta como el gestor del tratamiento, distribución y remediación del agua de las ciudades, en combinación -y no pocos choques- con los municipios.

En total son más de 21 instancias que tienen responsabilidades directas con la gestión de los recursos hídricos.

Cuadros como el Cuadro 4 pueden ser realizados en torno a cada una de las competencias relacionadas con la gestión del recurso hídrico.

La nueva legislación

Ecuador está en una fase de transición muy importante en lo jurídico y económico. Ello ha llevado también ha enfrentar problemas como los anteriores, razón por la cual, mediante Decreto Ejecutivo No 1088 de 15 de mayo del 2008¹⁸, se crea la Secretaría

¹⁷ CEVALLOS, Oscar. 2002. *Marco institucional y normativo de la gestión de los recursos hídricos en el Ecuador. Situación actual y desafíos*. Foro de los recursos hídricos, Primer Encuentro Nacional. Documentos de discusión. pp 144 - 160.

¹⁸ PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA, 2008. *Decreto Ejecutivo*

CUADRO 4
Unidades de gestión de cuencas, en sus distintas fases y competencias

Instituciones	Competencias	Superposición de competencias				
		A	B	C	D	E
Consejo Nacional de Recursos Hídricos- CNRH	Formular políticas	A				
	Establecer normas, estándares y regulaciones, incluye el desarrollo de recursos hídricos			C		
	Establecer normas de calidad (aguas, desechos líquidos, otros)			C		
	Establecer las concesiones de derechos de aguas				D	
	Preparar planes de inversión				D	
	Manejo de aguas por cuencas hidrográficas		B			
	Recuperación de costos				D	
	Coordinación entre las instituciones del Estado					E
Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca	Concesión de tierras del Estado para piscinas camarонерas				D	
	Facilitar y coordinar la transferencia de sistemas de riego a los usuarios					E
Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda – Subsecretaría de Saneamiento Ambiental	Emitir políticas sobre agua potable	A				
	Normar, regular y planificar el agua potable y saneamiento ambiental a escala nacional			C		
Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología - INAMHI	Recolección, análisis y provisión de información meteorológica				D	
Ministerio del Ambiente (incluye competencias del ex INEFAN)	Proteger y administrar los recursos naturales				D	
	Fijar políticas de calidad del agua, aire y suelo	A				
	Establecer normas y regulaciones ambientales, (incluye normas de calidad del agua y desechos líquidos)			C		
	Manejar cuencas hidrográficas		B			
Corporaciones de Desarrollo Regional	Desarrollo y gestión de recursos hídricos				D	
	Preparar planes de inversión				D	
	Manejo y gestión de cuencas hidrográficas		B			
	Implementación de proyectos “regionales”				D	
	Desarrollo, administración y operación de infraestructura (incluye infraestructura de riego)				D	
	Administración de los sistemas públicos de riego				D	
	Control de la contaminación de los recursos hídricos y calidad del agua			C		
	Controlar el uso óptimo de los recursos hídricos			C		
Recuperación de costos, operación y mantenimiento de proyectos públicos				D		
Consejos Provinciales	Emisión de políticas de manejo de cuencas y micro cuencas hidrográficas	A				
	Manejo de cuencas y micro cuencas hidrográficas		B			
	Manejo de sistemas de riego		B			
Municipios y Juntas Comunitarias de Usuarios	Provisión, operación y mantenimiento de sistemas de agua potable y saneamiento				D	
	Manejo de sistemas de riego		B			
Asociaciones de Usuarios	Operación de sistemas de riego público				D	

A. Políticas, B. Manejo, C. Regulación y Control, D. Operación y prestación del servicio, E. Coordinación
 Tomado de: CASTILLO, Hernán. 2002. *Posibilidades y límites del marco normativo e institucional en la gestión de los recursos hídricos*. Foro de los recursos hídricos. Primer Encuentro Nacional: Documentos de discusión. pp.174.

Nacional del Agua, entidad adscrita a la Presidencia de la República y con nivel de ministerio. Algunos aspectos de este Decreto importantes tienen que ver con la orientación a una gestión descentralizada a nivel provincial, el enfoque de cuenca, una visión ecosistémica y sustentable y la separación de las atribuciones relacionadas con la rectoría y formulación de políticas de las de implementación y regulación. El INAMHI se adscribe a esta Subsecretaría, en tanto que las competencias sobre Juntas Administradoras de Agua Potable pasan de manos del CNRH al MIDUVI.

En julio de este año, la Secretaría presentó a nivel nacional el Proyecto de Plan Nacional del Agua¹⁹, el mismo que se sometió a debate nacional. Los objetivos generales del Plan son los siguientes:

- ☒ Lograr el mejor aprovechamiento y protección de los recursos hídricos del Ecuador, con el propósito de contribuir a su desarrollo económico y social.
- ☒ La universalización del acceso al agua tanto en calidad como en cantidad como un derecho humano fundamental
- ☒ Generar conocimiento y educación creando una cultura del agua a nivel nacional, para crear conciencia en la población tanto en el uso como en los niveles de conservación del agua.
- ☒ Establecer una planificación hídrica y gestión del riesgo para crear planes estratégicos en los organismos de gestión de agua por cuenca hidrográfica.
- ☒ Diseñar una gestión integrada del agua en cuencas hidrográficas vinculando todos los actores para conseguir un compromiso para el éxito del mismo
- ☒ Lograr el mejoramiento de la calidad del agua de los cuerpos hídricos mediante leyes y normativas que permitan establecer parámetros de calidad del agua.
- ☒ Incluir la participación ciudadana como un eje transversal de trabajo para el desarrollo del Plan Nacional del Agua

- ☒ Elaborar los inventarios hídricos a nivel nacional que permitirán la gestión de la oferta y el acceso en base a la disponibilidad real del recurso y a las prioridades del desarrollo nacional.

Tanto la Secretaría Nacional del Agua, desde el lado gubernamental, cuanto el Foro de los Recursos Hídricos, que principalmente agrupa a usuarios del agua, universidades y gobiernos locales, han presentado proyectos para una nueva Ley de Recursos Hídricos, la cual se hace necesaria para la aplicación del plan y solución de los problemas existentes en la gestión de los recursos hídricos. Esa nueva ley será obligatoria si en el Referéndum del 28 de septiembre se aprueba una nueva Constitución política de la República del Ecuador.

CONFLICTOS Y REPRESENTACIÓN EN TORNO AL AGUA

La importancia vital y social que tiene el agua, así como los problemas referentes a su cantidad, distribución y calidad, hacen que este recurso genere escenarios conflictivos y, al mismo tiempo de negociación y representación de distintos intereses en juego.

En buena medida los conflictos se presentan debido a la valorización del recurso agua frente a los daños que éste puede recibir por la implementación de actividades potencialmente destructivas y/o contaminantes o por problemas de distribución y apropiación del recurso. Varios de éstos surgen a partir de lo que está marcado en los cuerpos legales que, a más de diversos y muchas veces contradictorios, como se dijo anteriormente, se dirige a la creación de mercados de agua que requieren la clara identificación de “propietarios”, u “oferentes” del recurso.

Generalmente se presentan como conflictos territorialmente definidos en espacios geográficos relativamente limitados. Sin embargo, la frecuencia de estos permite identificar algunas áreas conflictivas de presencia a escala nacional:

Problemas de acceso al recurso

La existencia de una fuerte inequidad en el acceso de agua de riego genera tensiones entre los distintos interesados, tanto al interior de las Juntas de Regantes cuanto a nivel de las decisiones de la autoridad para entregar las concesiones de agua. Si bien la escasez es un factor que profundiza estos conflictos,

No 1088 de 15 de mayo del 2008, QUE CREA LA Secretaría Nacional del Agua.

¹⁹ SECRETARÍA NACIONAL DEL AGUA, 2008. PROYECTO DE PLAN NACIONAL DEL AGUA. Quito, julio de 2008.

hay que considerar que la escasez ante todo es una construcción social, puesto que no sólo depende de la cantidad de agua que la naturaleza pueda proveer a una zona sino que también responde a la metodología empleada y a las normas de distribución utilizadas.

La inequidad se agrava en los casos en los cuales se denuncia el diseño y utilización de los sistemas de riego en función de los intereses de los grandes productores, dejando de lado los derechos de los campesinos que en algunos casos denuncian el no haber sido incorporados a los organismos correspondientes, incluso las Juntas de Regantes (casos de esa naturaleza se han presentado en torno a los canales secundarios del trasvase Daule - Peripa, en Manabí y en la península de Santa Elena).

Conflictos interinstitucionales

La falta de claridad legal produce choques entre instituciones que comparten competencias o que tienen oposición en sus normas y políticas. Ello se refleja en dificultades para la gestión de los recursos hídricos, las mismas que llevan a conflictos entre los distintos actores sociales.

En muchos casos, los procesos de descentralización de competencias que deberían contribuir a resolver estos problemas, han devenido en nuevos ámbitos de conflicto en los que no están ajenos tampoco los intereses privados y comunitarios.

Conflictos por las concesiones

La reducción de los cursos de agua y el aumento en el número de usuarios han traído consigo que en muchos casos aparezcan adjudicados caudales inexistentes o en cantidades superiores a las realmente existentes en determinados ríos. En Tungurahua, provincia de la sierra central, este tipo de problemas se han presentado de manera más notoria por tratarse de una zona con abastecimiento insuficiente del líquido vital para los usos agrarios.

Este tipo de conflictos se ve agravado precisamente allí donde hay insuficiencia de caudales de agua, la que en muchos casos se debe a pérdidas por sistemas de riego ineficientes. La inequidad en el pago referente al agua de riego es otro problema continuo ya que el sistema existente no hace diferenciación entre los distintos tipos de usuarios, con la excepción de las hidroeléctricas que no pagan por el uso del agua como elemento productivo que utilizan bajo el argumento de que la generación eléctrica no consume el agua sino que solo la utiliza.

Privatización

La privatización parte de considerar al agua como un recurso transable y negociable. Esta visión se enmarca en la lógica de considerar a la naturaleza como un capital natural que puede ser apropiado, distribuido a través de bonos y acciones que para su comercialización requieren de la construcción de un mercado de agua, donde las funciones de los distintos actores se resuelvan en términos de proveedores y consumidores.

En el ámbito rural esta concepción se expresa básicamente a través de propuestas como la del pago por servicios ambientales; sin embargo, a diferencia de lo esperado, la experiencia nos ha demostrado que en lugar de reducir conflictos este mecanismo crea nuevos entre la parte alta de la cuenca y generalmente los habitantes de los páramos “supuestos dueños del agua” y habitantes de las zonas bajas y de las ciudades, quienes deben pagar como usuarios, y por tanto hacerse cargo de la otrora responsabilidad estatal del fomento del desarrollo rural. El conflicto, entonces, incluye la contraposición de intereses entre la zona urbana y la zona rural²⁰.

Otros

Lamentablemente hay un conjunto de otras motivaciones para la existencia de conflictos en torno a la gestión de recursos hídricos. Una de ellas es la manera en la cual la contaminación del agua daña la calidad de vida de las poblaciones que reciben esas aguas. Estos han sido más visibles en torno a las actividades petroleras (norte de la Amazonía y Esmeraldas), mineras (provincias del sur del país y áreas como Intag) y sobreutilización de agroquímicos (diversas zonas del país).

Aunque hasta hoy no ha existido mayor historia en conflictos vinculados a la construcción de represas, éste es un fenómeno nuevo que al momento tiene su mayor expresión en la construcción de la presa del río Baba, en la provincia de Los Ríos.

Finalmente, hay casos de conflictos relacionados con la propia gestión de las Juntas de Regantes, en los cuales se abre la posibilidad de resolución a través de centros de negociación y construcción de acuerdos entre todos los involucrados.

De manera concentrada, todos los conflictos a los que se ha hecho referencia tienen su correlato

²⁰ ISCH y GENTES (2006). Obra citada.

en el debate en torno a una nueva Ley de Aguas que contribuya a la gobernabilidad sobre el recurso. Las distintas posiciones presentes en este debate, parten de intereses de clase, concepciones culturales y necesidades concretas de una multiplicidad de interesados y actores. De allí que el enfrentamiento en la escena legal tenga alzas y disminuciones, pero siempre está presente.

La falta de planificación: una de las mayores amenazas

En los hechos, en el Ecuador no existe una práctica de planificación oficial referida a los recursos hídricos, la gestión de riesgos y la protección del recurso. Cuando éstos han sido parcialmente realizados a nivel provincial, lamentablemente la mayoría de las veces se trató de un trabajo formal que no llegó a expresarse en una aplicación y sistematización de lo planteado.

Este es, sin duda, uno de los más graves problemas pero responde en gran medida al desmantelamiento del Estado por parte de las administraciones neoliberales. El Ecuador ha construido un organismo de planificación estatal en este año 2007, con la presencia de un nuevo gobierno que anuncio rompería con las prácticas neoliberales.

Sobre algunos de estos aspectos y sobre la manera de gestionarlos se han abierto espacios de importantes debates respecto a temas como la creación de sistemas de pago por servicios ambientales y la participación privada en agua y saneamiento.

Las experiencias respecto al pago de servicios ambientales demuestran en general que éste no es el camino más adecuado para garantizar la conservación de los recursos hídricos y mucho menos para la reducción de la pobreza, sin embargo de lo cual, existen diversas propuestas que pretenden impulsar este mecanismo de valorización económica del agua.²¹

La participación privada en sistemas de agua y saneamiento se presentan como resultado de la aplicación de una política internacional impulsada de manera destacable por organismos financieros, como el Banco Interamericano de Desarrollo-BID y el Banco Mundial. Las experiencias de las concesiones en Guayaquil y Machala presentan muchas

zonas oscuras en la asociación pública - privada y se perjudica a los usuarios²².

El proceso del Foro de los Recursos Hídricos

En el año 2001, considerando al agua como un eje transversal de toda su acción, nace el Foro de los Recursos Hídricos como un espacio permanente de construcción colectiva, abierto, democrático y plural, con el objetivo de analizar y proponer alternativas para el manejo de los recursos naturales y del agua en particular²³.

El Foro se presenta como una plataforma de amplia participación (actores sociales, organizaciones populares, ONGs, universidades, gobiernos locales, entidades estatales) que procura lograr acuerdos, sobre la base de discusiones democráticas e incidir en la toma de decisiones estatales respecto al agua. Cuenta con una dirección colectiva a nivel provincial, regional y nacional. El Consorcio CAMAREN (Sistema de Capacitación para el Manejo Sostenible de los Recursos Naturales Renovables) participa hoy como uno de esos actores, al que se le ha entregado la responsabilidad de la coordinación del Foro, pero a partir de la conformación del Foro, existe una mesa nacional que es la responsable de proponer, decidir y aprobar las agendas y estrategias de acción.

Una herramienta de gran importancia para la vida del Foro, su expresión pública y su maduración propositiva y organizativa, han sido los cinco encuentros nacionales que han tenido lugar el 2002, 2003, 2004, 2006 y 2008. Estos eventos han sido el punto de inflexión de procesos que vinculan el trabajo de la mesa nacional con las actividades y análisis de las mesas provinciales y regionales.

La construcción del Foro fue una apuesta por “el cambio, por la recuperación del saber popular acumulado, por la construcción colectiva de propuestas definidas con agenda propia y que tengan legitimidad social”²⁴.

²¹ ISCH, Edgar, 2005. *El derecho al agua y el dilema de los servicios ambientales*. Foro de los Recursos Hídricos, Tercer Encuentro Nacional, documentos de discusión. pp. 115 - 156.

²² TERÁN, Juan Fernando. 2005. *Tendencias internacionales de la participación privada en agua y saneamiento y sus implicaciones para Ecuador*. Foro de los Recursos Hídricos, Tercer Encuentro Nacional, documentos de discusión. pp. 157 - 203.

²³ MAC ALEESE, Juliette y CRETТАZ, Marylaure. 2005. *Insumos para la discusión: I. Historia e incidencia política del Foro de los Recursos Hídricos a Nivel Nacional*. Mimeo. 2005.

²⁴ GAYBOR, S. Antonio. 2002. *Saludo a los delegados al*

Los cinco encuentros nacionales han contado con cientos de delegados provenientes de todo el país en representación de un inmenso número de organizaciones populares, campesinas, organizaciones no gubernamentales y juntas de agua. Sus resoluciones han servido para ir generando un conjunto integral de propuestas. Estos encuentros han conformado una organización madura, con fuertes nexos con los sectores sociales vinculadas a la temática del agua, combinando el saber popular con el conocimiento académico y que es conocida en todo el país.

El proceso nacional ha dado paso a otras formas más específicas a nivel provincial, que han tenido como banderas de lucha el derecho al agua, impedir la privatización del agua potable en Quito, denunciar la privatización del agua en Guayaquil y la falta de acceso al agua potable de la mayoría de la ciudad, alertar sobre la calidad del servicio y del líquido potabilizado en las ciudades.

En todo caso, en medio de un escenario conformado por una institucionalidad débil, confusa y muchas veces contradictorias; de intereses que ponen en juego la apropiación y administración de este recurso vital; y, de la cada vez más elevada importancia del agua en las negociaciones internacionales, ha sido el Foro de Recursos Hídricos la instancia colectiva que de mejor manera ha sabido expresar una voz coherente basada en una perspectiva del derecho humano al agua y con representatividad auténtica de un muy amplio sector de la sociedad, en el que se conjugan las características de la unidad en la diversidad que debería poseer el Estado ecuatoriano.

Propuestas actuales

El Foro de los Recursos Hídricos planteó en el 2003 una propuesta política construida a partir del trabajo de las mesas nacionales. Una concreción de esa propuesta ha sido la demanda de inconstitucionalidad de la resolución de 1996 del Consejo Consultivo de Aguas que entregaba las concesiones de aguas a plazo indeterminado, es decir a perpetuidad, contraviniendo la Ley de Aguas de 1972 que mandaba la revisión de las concesiones cada 10 años. Se trata de una resolución inconstitucional que fijaba de manera definitiva el carácter injusto de la distribución del agua en el país y que en su aplicación facilitaba los procesos privatizadores. La demanda de incons-

titucionalidad planteada por el Foro en el Tribunal Constitucional obligó al retiro de la resolución con lo cual se mantiene el criterio del agua como un bien nacional de uso común.

Paralelamente se realizó el cabildeo necesario para presentar un proyecto de ley reformativa de la codificación de la Ley de Aguas y conexas, que tiene seis aspectos claves con los que se busca corregir las distorsiones de la codificación actual luego de las diversas reformas que paulatinamente han desfigurado la Ley de Aguas de 1972, dirigidas a la creación de mercados del agua. Esos seis aspectos claves son:

1. Reafirmación de la soberanía nacional sobre las aguas y de su carácter de bien nacional de uso público.
2. Hacer factible el acceso equitativo al uso y aprovechamiento del agua y su manejo sustentable.
3. La participación social en la gestión de los recursos hídricos, estableciendo mecanismos que efectivicen los derechos de información, consulta, control y participación social.
4. Establecer tarifas diferenciadas según los usos, condiciones económicas y sociales de los usuarios, garantizando la conservación de las fuentes, el control de la contaminación y la reposición de los activos de los sistemas.
5. Institucionalización de los derechos colectivos de los pueblos indígenas, afroecuatorianos y de las comunidades locales.
6. Redefinición de las políticas de descentralización y de gestión pública del agua, para implementar una actuación coordinada y de equilibrio entre el estado central, los gobiernos seccionales y el conjunto de la sociedad.




Una tercera propuesta, construida con el auspicio del CNRH y del Consorcio de Consejos Provinciales del Ecuador- CONCOPE, y una serie de otras instancias es la Guía Metodológica para Inventarios de Recursos Hídricos, cuya aplicación permitiría al país actualizar la información respectiva de tal manera de que se convierta en un insumo determinantes para la definición de políticas relacionadas con la gestión del agua y para la planificación adecuada sobre la base del conocimiento de la realidad.


La oportunidad abierta tras la Asamblea Nacional Constituyente


En noviembre de 2007 se instaló en el Ecuador la Asamblea Nacional Constituyente. Uno de los temas más fuertemente planteado ha sido el del


destino de los recursos naturales considerados estratégicos para el desarrollo del país, entre ellos el agua. La Constitución resultante de esta Asamblea y presentada a aprobación mediante referéndum el 28 de septiembre de 2008, otorga una gran importancia al tema del agua, reflejando en la mayoría de los casos los planteamientos de Foro de los Recursos Hídricos e integrándolo a un nuevo modelo de desarrollo y a la definición de Derechos de la Naturaleza.


De manera importante, la propuesta de nueva Constitución señala²⁵:

-  El agua es un derecho humano fundamental e irrenunciable.
-  El agua es un patrimonio nacional de uso público, reafirmando la soberanía sobre las aguas.
-  El agua no puede ser privatizada. Tampoco se pueden vender los derechos de uso de agua.

 La administración del agua corresponde exclusivamente al Estado y de las organizaciones comunitarias y asociativas.

 Se tiene una sola autoridad hídrica, con gestión altamente participativa, y se establece un claro orden de prioridades en el uso de los recursos hídricos.

 El Estado es responsable de proveer los servicios públicos de agua potable, riego y saneamiento. Se ordena establecer normas de calidad para los servicios públicos.

 Se promueve la distribución equitativa del agua ligada a la seguridad y soberanía alimentaria.

Si se aprueba la Constitución, se determina también que en 360 días se deberá contar con la nueva Ley de Recursos Hídricos para su gestión integral. Es sin duda un proceso de importancia histórica que puede cambiar la manera como hasta hoy se ha realizado la gestión de los recursos hídricos en el Ecuador.

Referências

- AQUASTAT.<http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGL/AGLW/aquastat/countries/ecuador/indexesp.stm>
- ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE, 2008. *Proyecto de Constitución del Ecuador*. Montecristi, Ecuador.
- BANCO CENTRAL DEL ECUADOR. 2007. Boletín Anuario 2007.
- BANCO MUNDIAL. *Proyecto de saneamiento y suministro de agua para ciudades pequeñas y rurales - PRAGUAS*. 2000.
- CAMAREN - CNRH - CONCOPE. Guía Metodológica de inventarios de los recursos hídricos. Quito, 2005.
- CNRH. 1995. *Inventario de sistemas de riego estatales por Corporaciones Regionales de Desarrollo*. Quito.
- Consejo Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). 1998. *Estrategia para la gestión integral de los recursos hídricos del Ecuador. Documento borrador*. Quito.
- Dirección de Informática de INEC. 1995. *Encuesta de superficie y producción agropecuaria (ESPA)*. Quito.
- Foro de los Recursos Hídricos, *Primer Encuentro Nacional: documentos de discusión*. Quito, 2002.
- Foro de los Recursos Hídricos, *Primer Encuentro Nacional: conclusiones, propuestas y acuerdos*. 2002.
- Foro de los Recursos Hídricos, *Segundo Encuentro Nacional: documentos de discusión*. Quito, 2003.
- Foro de los Recursos Hídricos, *Propuesta Política*. Quito, 2004.
- Foro de los Recursos Hídricos, *Tercer Encuentro Nacional: documentos de discusión*. Quito, 2005.
- Foro de los Recursos Hídricos, *Proyecto de Ley Reformatoria de la Ley de Aguas y Leyes Conexas: 6 aspectos claves*. Quito, 2005.
- FUNDACIÓN "JOSÉ PERALTA". *ECUADOR: su realidad. Edición 2004-2005*. Quito.
- GALÁRRAGA SÁNCHEZ, Remigio. Estado y Gestión de los Recursos Hídricos en el Ecuador. s/f. En: www.tierra.rediris.es/hidrored/basededatos/docu1.html
- Granda A., Dubly A. y Borja G. *AGUA: vida y conflicto*. Corporación Editora Nacional - CEDHU, 2004.
- INAMHI . www.inhami.gov.ec
- INEC. VI Censo de Población y V de Vivienda. Noviembre de 2001

²⁵ ASAMBLEA NACIONAL CONSTITUYENTE, 2008. Proyecto de Constitución del Ecuador. Montecristi, Ecuador.

- Instituto Ecuatoriano de Recursos Hídricos (INERHI), Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX-España). 1989. **Plan Nacional de Recursos Hídricos de la República del Ecuador**. Quito.
- Instituto Nacional de Estadística (INEC). 1995. **Encuesta de superficie y producción agropecuaria**. Boletín informativo anual. Quito.
- ISCH, Edgar y GENTES, Ingo editores (2006). *Agua y servicios ambientales, visiones críticas desde los Andes*. Abya Yala y Walir. Quito.
- MAC ALEESE, Juliette y CRETZAZ, Marylaure. 2005. **Insumos para la discusión: I. Historia e incidencia política del Foro de los Recursos Hídricos a Nivel Nacional**. Mimeo. 2005.
- Ministerio de Energía y Minas, 2007. *Agenda Energética 2007-2011. Hacia un sistema energético sustentable*. Quito.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. 1993. **Estudio Preliminar del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico**. Subsecretaría de Saneamiento Ambiental y Obras Sanitarias. Quito.
- LLORET, Pablo. **Cuencas Hidrográficas**. Universidad de Cuenca - Camaren. 1999.
- PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. 2007. Decreto Presidencial 419 publicado en el Registro Oficial No. 115 de jueves 28 de junio de 2007, estableciendo la veda maderera.
- PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA, 2008. *Decreto Ejecutivo No 1088 de 15 de mayo del 2008, QUE CREA LA Secretaría Nacional del Agua*.
- SECRETARÍA NACIONAL DEL AGUA, 2008. *PROYECTO DE PLAN NACIONAL DEL AGUA*. Quito, julio de 2008.
- SECRETARÍA TÉCNICA DEL FRENTE SOCIAL. **SIISE 2003. Versión 3.5**.
- SOLIS CARRIÓN, Fernando. 2008. *Agua, minería y conflictos socioambientales*. Tesis para aprobación del Curso sobre Gestión Política y Socioambiental de los Recursos Naturales en el Ambito Rural. NUFFIC, CAMAREN, IEE. (inédito).
- SOTALÍN, G. y LÓPEZ, F. 1994. **Uso actual del suelo en el Ecuador**. Convenio Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG)-AID. PRONAREG. Quito.
- SOTOMAYOR J. y GARCÉS Restrepo C. 1996. **Perfil de riego de la República de Ecuador**. Instituto Internacional de Manejo de la Irrigación (IIMI). México D.F., México.
- SAMANIEGO, Pablo Y BRBORICH, Wladimir. "La pobreza en el Ecuador a examen: ¿Vivimos mejor que antes?" En: **Revista Gestión: economía y sociedad. Nº 134 de agosto 2005**. Quito.
- SICA, MAG, INEC. 2002. **Tercer Censo Nacional Agropecuario**. Quito.

Edgar Isch López Docente universitario, investigador y autor de obras sobre temas socioambientales. Ex-Ministro de Ambiente del Ecuador. edgarisch@yahoo.com.

Avaliação de instrumentos econômicos alocativos na gestão de bacias hidrográficas usando modelo econômico-hidrológico integrado

Márcia G. Alcoforado de Moraes
Carlos Alberto Amorim
Bruno Edson Martins de Albuquerque Filho
Gabriela Mendes

RESUMO: Este artigo apresenta uma avaliação de alguns instrumentos econômicos alocativos: a outorga controlada e a cobrança – previstas como instrumento de gestão de recursos hídricos e instituída através da Política Nacional estabelecida pela Lei 9433/ 97 – no que se refere a sua efetividade no alcance dos objetivos a que se propõe a partir de uma referência que representa o ótimo social. Para isso utiliza-se um modelo econômico-hidrológico integrado para apoio a gestão de recursos hídricos, desenvolvido e aplicado, através de um Sistema de Apoio a Decisão Espacial (SADE-GBHidro), para a bacia do rio Pirapama no Estado de Pernambuco, Nordeste do Brasil, com recursos do CT-HIDRO/ FINEP. Simulações e resultados são alcançados para a outorga controlada e uma modalidade de cobrança com fins arrecadatórios. O modelo identifica a alocação ótima de água entre os diversos usos obtida com a maximização dos benefícios sociais restrita pelas restrições físicas, configurando uma meta socialmente ótima. Esta seria a de um decisor onisciente que diante de situações de escassez alocaria visando a um máximo de bem-estar para toda a sociedade. A meta social é uma referência a partir da qual podem ser avaliados os diversos instrumentos econômicos. Os resultados mostram que o mecanismo de outorga em suas diversas formas introduz perdas em relação ao ótimo social, e os ganhos quando ocorrem não compensam as referidas perdas. No que se refere a cobrança é avaliada a metodologia de cobrança por custo marginal e nela verifica-se a presença de perdas maiores, pois as mesmas incluem não só as perdas devido ao consumo reduzido como também àquelas devido a arrecadação do que se continua consumindo.

PALAVRAS-CHAVE: instrumentos econômicos alocativos; regulamentação pública; políticas públicas de água; outorga; cobrança, alocação ótima de água; modelos econômico-hidrológicos integrados.

ABSTRACT: This paper presents an evaluation for some demand management instruments: water rights and charge –, economic instruments established by the Brazilian Water Law of 1997 – in the effectiveness of reach an basin-optimum social level. For this an Integrated Economic-Hydrologic modeling at the basin scale was developed and is used with the support of a Spatial Decision Support System (SDSS), constructed within a new consorcio with CT-HIDRO/ FINEP funds. It can provide essential information for policymakers in resource allocation decisions. The model is applied to the Pirapama river basin, in Pernambuco state, Northeast of Brazil. Results and simulations are done for the water rights and for a type of charge with financial objectives. The model includes essential hydrologic, institutional, agronomic and economic relationships in a unique framework in order to identify the best allocation of the disposable water resources among their multiple uses in the first segment of the basin system: before the Pirapama reservoir. Therefore is established the basin-optimum social level .that would be the omniscient manager's decision. This basin-optimum social level is used for evaluation of the economic instruments. The results show that the water rights applied in different manners, introduces losses when compared with the basin-optimum social level, and the gains when occur don't compensate the referred losses. Related with the charge financial-objective, it has been observed greater losses: not only because of the reduced demand, but also because of the quantity consumed 'charges.

KEY-WORDS: demand management instruments, water policy; modeling at basin scale; water rights; charges; taxation, optimal water allocation; river basin model.

INTRODUÇÃO

A alocação ótima de recursos hídricos é uma questão atual, complexa e desafiadora. As linhas de pesquisa mais recentes buscam políticas que promovam uma alocação inter e intra-setorialmente eficiente no sentido econômico. É necessário também distribuir o bem-estar entre todos os envolvidos, além de assegurar a auto-sustentabilidade do recurso. Decidir por processos de alocação não é uma tarefa trivial¹. Para subsidiar os tomadores de decisão a estabelecer políticas que levem a eficiência econômica é necessária a identificação da alocação ótima de água entre os múltiplos usos - Economia Normativa. A partir daí, pode-se então comparar diversos instrumentos econômicos no que se refere ao alcance deste ótimo – Economia Positiva. Neste trabalho simulam-se através de modelos de otimização integrando componentes econômicas e hidrológicas, alguns mecanismos de cessão de outorgas, bem como algumas metodologias de cobrança e comparam-se os resultados com a meta social ótima, alocação obtida através da resolução de um problema de maximização de benefícios de todos os usuários da bacia, sujeito a restrições hidrológicas, agronômicas e institucionais.

Para isso utiliza-se um Sistema de Apoio a Decisão Espacial - SADE-GBHidro (Moraes et al, 2006) que está sendo desenvolvido com recursos do CT-Hidro/FINEP. O mesmo possibilita, através de uma interface amigável, a construção de modelos devidamente integrados com a base de dados geográfica de uma bacia e com os dados sócio-econômicos da mesma. Ademais são disponibilizadas através do mesmo conexões com o software de otimização GAMS (General Algebraic Modeling System), que resolve problemas de Programação Não-Linear grandes e complexos; bem como o apoio a construção de gráficos, que possibilitam a comparação de saídas dos diversos modelos construídos.

¹ Estudos realizados pelo IFPRI (International Food Policy Research Institute) e pelo Banco Mundial (Rosegrant e Biswanger, 1994) afirmam que a água potencialmente, pode ser alocada através de três processos: Sob alocação administrativa (outorgas) a autoridade pública ou quasi-pública (por exemplo, um comitê de bacia) identifica usos alternativos e simplesmente realoca direitos existentes para usos de mais alto valor; Sob cobrança e através de mercados de água - estes instituídos através de outorgas comercializáveis - usa-se a resposta dos usuários aos preços para realocar água.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A questão da alocação dos recursos escassos é uma questão central em Economia e o que se procura definir é um estado social desejável, ou uma meta social e econômica, e, portanto devem ser estabelecidas considerações normativas - Economia Normativa. Uma vez que se define um estado social desejável é necessário determinar as formas de tentar alcançá-lo. Este é o papel da Economia Positiva. O recurso água, no que se refere a sua alocação, quebra alguns dos pressupostos que asseguram o atendimento do Primeiro Teorema do Bem-Estar². Diante disso, o resultado induzido pelo mercado diante da externalidade pode, e em geral, é ineficiente. As **Reações Governamentais** são classificadas como um tipo de resposta a externalidades que podem ajudar a retificar essas distorções de alocação (Eaton e Eaton, 1999). São necessárias quando não é possível resolver os problemas de externalidade privadamente, ou seja, sem qualquer intervenção governamental. Elas podem ser expressas através de dois tipos de políticas públicas: **Atribuição de Direitos de Propriedade e Regulamentações públicas**.

A **Atribuição dos direitos de propriedade** é uma política pública que viabiliza a negociação de soluções privadas. A questão da **Regulamentação Pública** aparece quando a abordagem dos direitos de propriedade estabelecidos e podendo ser transferidos não é praticável³. A taxa ou cobrança é um desses tipos de regulamentação. O outro são os padrões de emissão ou as alocações administrativas (no jargão de gestão de Recursos Hídricos: as outorgas controladas ou administrativas). A **Regulamentação Pública** é necessariamente imperfeita no sentido de que uma única solução é imposta a muitos problemas diferentes. No entanto, até num mundo imperfeito, os mercados podem levar a consideráveis ganhos de eficiência e outros benefícios (Rosegrant e Biswanger, 1994). Para verificar estes ganhos e benefícios, necessitamos estabelecer uma meta socialmente desejável (alvo regulador) - economia normativa - para um mundo imperfeito. Basicamente, existem dois critérios utilizados para fazer a comparação de estados sociais:

² Sendo um deles: o de que cada agente toma decisões de consumo e produção sem se preocupar com o que os outros agentes estão fazendo.

³ Por ora no Brasil este é o caso, pois a legislação brasileira, nem a nível federal nem estadual, prevê outorgas de direitos de uso comercializáveis.

O critério de Pareto e a Análise Custo-Benefício⁴. Na realidade, necessitamos estabelecer uma meta socialmente desejável (alvo regulador) --- economia normativa --- em uma situação onde o ótimo de Pareto não é alcançável. Para isso precisa-se de uma outra escala normativa: A Análise Custo-Benefício pode ser usada para gerar as informações necessárias a estipular alvos reguladores, quando o ótimo de Pareto não puder ser utilizado.

É essa então a fundamentação da nossa meta reguladora, ou alocação ótima, que será obtida resolvendo-se o problema de otimização de uma função que agrega os benefícios dos usuários agrupados por categorias de uso, bem como os custos sociais dados através da consideração dos custos individuais devidamente agregados. A partir dessa referência poderão ser avaliados os instrumentos de regulamentação pública utilizados e discutidos atualmente no Brasil - outorgas administrativas e taxaço ou cobrança.

INSTRUMENTOS ECONÔMICOS ALOCATIVOS ESTABELECIDOS NA POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS: A OUTORGA E A COBRANÇA DE ÁGUA BRUTA

A lei no 9.433/97 de 08.01.1997 que dispõe sobre a Política e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos, representa segundo (Lanna, 1993 *apud* Ribeiro, 2000), a possibilidade de adoção do que é chamado de “modelo de gerenciamento sistêmico de integração participativa”, uma vez que propõe uma estrutura de gestão diferente da praticada até então, adotando uma visão sistêmica dos usos de água e prevendo a participação da sociedade nos processos decisórios. A lei estabelece como sendo (art. 5) instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos entre outros : III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos e IV- a cobrança pelo uso de recursos

hídricos. Os mesmos se constituem nos instrumentos econômicos alocativos – voltados a corrigir distorções de alocação devido a externalidades - por ora *reações governamentais* permitidos na legislação brasileira, tanto em nível federal como estadual.

A outorga é um instrumento jurídico pelo qual o poder público, entendido como o órgão que possui a devida competência legal, confere ao administrado a possibilidade de usar privativamente um recurso que é público (Granziera, 1993 *apud* Ribeiro, 2000). O artigo 43 do Código de Águas define serem passíveis de outorga as águas públicas. Oito artigos da Lei no 9.433/97 dispõem sobre o instrumento de outorga (do artigo 11 ao artigo 18) transparecendo a grande importância que deve ter o instrumento no processo de modernização do setor de recursos hídricos no Brasil. (Ribeiro, 2000)

A cobrança pelo uso de recursos hídricos no Brasil, segundo disposto na Lei no 9.433/97, deve atender tanto ao objetivo econômico como ao arrecadatório. Esse último está explicitamente considerado no artigo 19, inciso III da Lei . (Ribeiro, 2000) O aspecto econômico é admitido no artigo 19 que informa que a cobrança intenciona reconhecer a água como bem econômico (I) e incentivar a racionalização de seu uso (II). O inciso I desse artigo dispõe, inclusive, que deve ser dado ao usuário uma indicação do *real valor* da água. Isto pode ser interpretado como a cobrança de um valor que seja indicativo dos custos externos que o uso da água esteja provocando.

A MODELAGEM ECONÔMICO-HIDROLÓGICA INTEGRADA IDENTIFICANDO A META SOCIALMENTE ÓTIMA NO RIO PIRAPAMA

A área de estudo de caso e a modelagem econômico-hidrológica integrada, tanto no que se refere ao aspecto de disponibilidade hídrica como de qualidade de águas, estão descritos em detalhes em (Moraes et al, 2008a) e (Moraes et al, 2008b).

Para identificar a alocação associada a meta social ótima, utilizou-se a função-objetivo representada pela agregação dos benefícios individuais líquidos agrupados por categorias de uso. Na aplicação em questão, realizada em todo o trecho a montante do reservatório Pirapama consideraram-se as funções benefício de quatro usos e respectivos usuários: Abastecimento Humano (municípios de Recife e Vitória), Abastecimento Industrial (agroindústrias JB, Sibéria e Liberdade), Geração de Energia Elétrica (PCHJB e PCHCIP) e áreas de fertirrigação.

⁴ A idéia da análise Custo-Benefício baseia-se no princípio da compensação de Kaldor-Hicks, segundo o qual poderia-se aumentar o bem-estar mesmo numa situação não-paretiana, em que se melhora a situação de algumas pessoas e piora-se a de outras. Isto se os que saem ganhando puderem compensar os que saem perdendo. Assim, o critério básico da análise de custo-benefício é o de maximizar os benefícios em relação aos custos. Os benefícios englobam tudo o que provoca aumento de bem-estar e os custos aquilo que o reduz. Dessa forma, o que se consegue com este critério é a maximização do bem-estar (Winch, 1971)

Para mensurar os benefícios econômicos dos usuários advindos de diversas alocações de água, foram obtidas funções de demanda inversa não-lineares (ver Moraes et al, 2008a).⁵ Com as mesmas identificadas para cada usuário (Figura 1) a partir de valores observados, obteve-se a função benefício líquido resultante de uma determinada alocação de água para cada usuário, num determinado mês através da integração das funções de demanda inversa.

$$B.Liq(usuário,t) = e^{C_1} \left[\frac{C_2^{(1/\eta)+1}}{(1/\eta)+1} - \frac{|C_2 - Q_{aloc}(usuário,t)|^{(1/\eta)+1}}{(1/\eta)+1} \right] - C_{medio} * Q_{aloc}(usuário,t) \quad (1)$$

Onde e^{C_1} , C_2 , η e C_{medio} são valores associados a função de demanda inversa de cada usuário. Os valores de C_1 e C_2 (condições de contorno que retratam a configuração de uso atual do usuário – conforme explicitado com detalhes em Moraes et al, 2008a) definem o preço no racionamento do usuário, ou seja, o ponto em que a curva de demanda intercepta o eixo dos preços, dado por P_1 . (ver equação 2 e Figura 1). Ademais a constante C_2 representa o chamado Consumo Autônomo, ou seja, o ponto no eixo das quantidades a partir do qual, não se teria mais benefícios com a oferta da água. O valor de η é o valor de elasticidade-preço associado ao tipo de uso. O valor de C_{medio} é o custo de obtenção da água e Q_{aloc} é a variável de decisão do modelo com a quantidade de água alocada para cada usuário e a cada mês, que deverá ser tal que atenda a todas as restrições hidrológicas, de controle e institucionais e ainda maximize a soma dos benefícios de todos os usuários em todos os meses.

$$P_1 = e^{C_1} \times C_2^{1/\eta} \quad (2)$$

O valor do preço no racionamento (P_1) expressa a taxa máxima de benefícios brutos por metro cúbico obtida pelo usuário. Em média (se a curva de demanda fosse linear), poderíamos dizer que a taxa de benefícios brutos por metro cúbico, estaria

no ponto médio entre este máximo (P_1) e o custo médio de obtenção da mesma, ou seja .⁶

$$\frac{P_1 - C_{medio}}{2} \quad (3)$$

Para identificarmos a taxa de benefícios líquidos que é o que o modelo maximiza, precisaríamos diminuir dos benefícios brutos o valor dos custos associados, resultando no total de benefícios líquidos dado por:

$$\frac{P_1 - C_{medio}}{2} * Q_{req} - C_{medio} * Q_{req} \quad (4)$$

sendo marginalmente (atixa por metro cúbico) dada por:

$$\frac{P_1 - C_{medio}}{2} \quad (5)$$

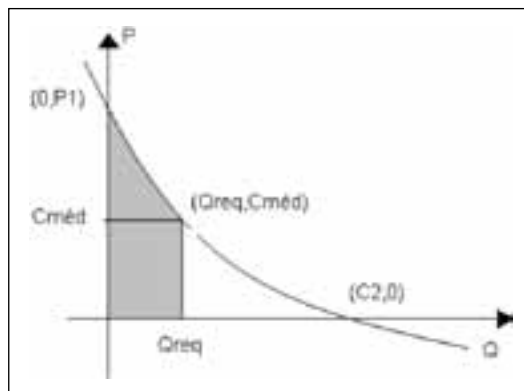


FIGURA 1. Função de demanda inversa representativa de um usuário de água

Finalmente, agregando os valores dos benefícios líquidos ao longo dos meses, obtém-se no horizonte de tempo de 1 ano do modelo o benefício líquido

⁵ Partiu-se do pressuposto de que as elasticidades são constantes ao longo da curva e através da resolução de uma equação diferencial obteve-se uma função de demanda inversa, posteriormente adaptada para representar valores práticos.

⁶ Na verdade, sendo a curva de demanda linear a área sob a mesma que dá os benefícios brutos associados a um valor de demanda requerida será a área de um trapézio (ver Figura 1) e portanto dada por $\frac{P_1 + C_{med}}{2} * Q_{req}$. Ao dividirmos este valor pela Q_{req} , teríamos exatamente o valor da taxa mencionada.

de cada usuário. A Função-objetivo será a soma dos benefícios líquidos de todos os usuários individuais, o que representa o benefício social líquido a ser maximizado. O interessante nessa abordagem de calcular os benefícios líquidos a partir das curvas de demanda de cada um é que está levando-se em conta a questão da eficiência econômica de cada usuário, pois estão se considerando perdas, elasticidade-preço, ponto de operação atual e benefícios brutos associados.⁷

O preço do racionamento (P_i), que influencia diretamente no benefício líquido marginal médio (ver equação 5), obtido a partir dos dados de configuração de uso atual de cada usuário, é determinado pelos valores de perdas do usuário (ver Figura 2 - quanto maiores as perdas e tudo o mais constante menor o P_i), pela elasticidade-preço (quanto maior a elasticidade-preço e tudo o mais constante menor o P_i), e pelo ponto de operação atual (Q_{req} , C_{med}) com o seu respectivo benefício bruto estimado (área sob a curva). Dessa forma, usuários com menores perdas e todos os demais parâmetros idênticos terão maiores valores de benefício líquido médio, o que significa que serão poupados diante de uma redução de disponibilidade hídrica em relação ao de maiores perdas. Da mesma forma, só variando a elasticidade-preço, valores menores da mesma⁸ também implicarão em proteção.

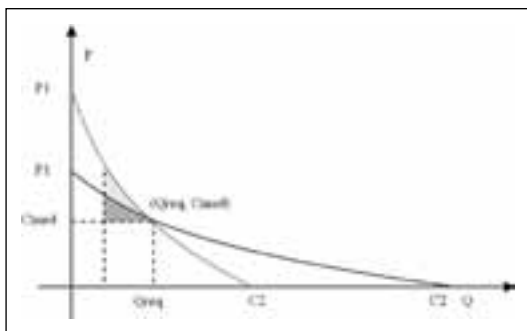


FIGURA 2. Curvas de demanda de usuários com perdas diferentes

⁷ Como o modelo, simulando a meta social, decide as alocações procurando maximizar o benefício líquido, é esperado que, diante de uma menor oferta hídrica, retire mais dos usuários cujos valores marginais de benefício líquido são menores, ou seja, os menos eficientes no uso da água.

⁸ O que implica numa maior dependência do usuário da água

Além disso, os valores de custo médio também impactam no benefício líquido médio, sendo que de forma inversa, conforme se viu na equação 5. Usuários com menores valores de custos médios para um mesmo ponto de operação, implicam em um maior valor de benefício líquido marginal médio, o que resulta em maiores reduções de benefício líquido diante da mesma redução de quantidade alocada. (ver Figura 3). Dessa forma, sob o critério de maximização de benefício social, privilegiaria-se o usuário de menores custos médios.

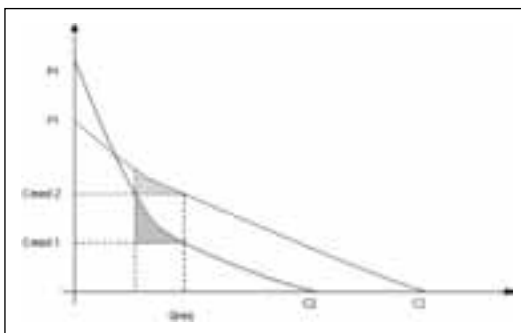


FIGURA 3. Curvas de demanda para usuários com custos médios diferentes

Com essa análise pretende-se ressaltar que adotar o critério de maximização de benefícios líquidos - construídos a partir das funções de demanda inversa de cada um dos usuários - para decidir as reduções entre usuários diante de uma disponibilidade hídrica menor leva em conta os valores marginais desses benefícios e portanto implicitamente privilegia numa eventual necessária redução os usuários mais eficientes, pois privilegiam-se aqueles que possuem as menores perdas, as menores elasticidades-preço e os menores custos médios, ou seja aqueles que possuem em média os maiores valores de benefícios líquidos marginais.

A MODELAGEM ECONÔMICO-HIDROLÓGICA INTEGRADA SIMULANDO CRITÉRIOS DE CESSÃO DE OUTORGAS PARA A BACIA DO PIRAPAMA

A Modelagem Econômico-Hidrológica integrada (Rosegrant et al, 2000) permite uma repre-

sentação realística da bacia⁹ ao mesmo tempo que mensura os benefícios econômicos por usuário resultantes da alocação de água, sendo portanto um instrumento importante na análise e comparação dos diversos mecanismos alocativos discutidos no Brasil e já estudados para a bacia do Pirapama.

Em (Ribeiro, 2000) sugerem-se três critérios de cessão de outorgas: dois baseados em um valor de vazão máxima outorgável¹⁰ para todos os usuários em determinados pontos de controle¹¹: sendo que um dos critérios define a vazão máxima outorgável para todo o período simulado enquanto que o outro varia em função dos meses do ano. No terceiro critério não há propriamente o conceito de vazão máxima outorgável. A vazão outorgada é o menor valor entre a demanda requerida pelo usuário e a vazão disponível na seção estudada.¹² Decidiu-se avaliar no presente trabalho a outorga administrativa segundo o critério onde não há o conceito de vazão máxima outorgável (denominado doravante critério 1) e aquele baseado no valor de vazão máxima outorgável variando em função dos meses do ano (denominado critério 2). Para simular a adoção de ambos os critérios no modelo construiu-se uma função-objetivo que representasse a soma dos erros ao quadrado entre a demanda requerida e a quantidade de água alocada para cada usuário e para cada mês para o período total de 1 ano. (função-objetivo não linear)¹³ (ver equação (6), onde i representa os usuários e t os meses). Na verdade, uma vez cedido um direito de outorga é assim que procede-se: tenta-se minimizar os desvios no atendimento de forma a respeitar o direito concedido.

$$F - OBJ = \sum_i \sum_t (Q_{aloc_{i,t}} - Q_{req_{i,t}})^2 \quad (6)$$

As restrições não se alteram, o que significa que o modelo procurará alocar a quantidade requerida (outorgada) agora minimizando o desvio no atendi-

⁹ Pois considera restrições hidrológicas, agrônômicas e institucionais

¹⁰ Definido como uma parcela da vazão (80%) com probabilidade de excedência de 90% no período simulado.

¹¹ São locais de interesse onde se necessita conhecer disponibilidade hídrica, a vazão outorgável, as demandas, etc.

¹² Os usuários têm suas demandas requeridas integralmente atendidas, assim as condições hidrológicas permitam.

¹³ Uma abordagem alternativa seria a maximização do atendimento proporcional ao valor requerido. (função-objetivo linear)

mento, desde que as restrições sejam atendidas. O que fará a diferença nos dois critérios de cessão de outorgas será a disponibilidade hídrica considerada. Para simular uma vazão outorgável conforme o denominado critério 2, será considerado que os aportes hídricos simulados nos diversos trechos, que representam os valores médios mensais de cada um deles no ano estudado, serão reduzidos para 80% do valor original.¹⁴ Através da comparação dos resultados das alocações ótimas dos dois critérios, poderá se avaliar a efetividade deste mecanismo, em mais de uma forma, em relação ao alcance da alocação socialmente ótima.

A Política Nacional de Recursos Hídricos estabelece que em situações de escassez o abastecimento humano deve ser priorizado. Para simular esta priorização incorporou-se o critério 3 que minimiza desvios no atendimento sem vazão máxima outorgável, sendo que coloca-se um peso no termo do somatório que representa o desvio no atendimento relacionado ao abastecimento humano, que no caso seriam os atendimentos a Vitória e Recife.

A MODELAGEM SIMULANDO METODOLOGIAS DE COBRANÇA

No que se refere a cobrança, (Ribeiro, 2000) analisa quatro metodologias para cálculo de um valor de referência, ou preço básico unitário a ser cobrado, tanto no que se refere a captação como a diluição. Duas óticas podem ser adotadas: a econômica e a arrecadatória, sendo que algumas das metodologias possibilitam incluir no cálculo da cobrança ambos os aspectos. No primeiro aspecto, busca-se a eficiência econômica no uso da água e no segundo, uma arrecadação que recuperará ou financiará os programas de investimentos na bacia.

Os estudos (Carrera-Fernandez, 1999) para a bacia do Pirapama analisam aspectos teóricos e metodológicos da cobrança pelo uso de Recursos Hídricos, e propõe uma política de preços ótimos, que seriam preços que maximizariam a diferença entre benefícios e custos sociais e ao mesmo tempo minimizaria os impactos distributivos na economia.

Diante de tantas metodologias de cobrança propostas, urge formas de avaliar os efeitos destes mecanismos alocativos do ponto de vista econômico,

¹⁴ Como já visto, o valor de vazão máxima outorgável adotado não é exatamente o que simulamos. Precisar-se ao invés de valores médios mensais, da estatística Q_{90} , o que é perfeitamente possível de se obter.

ou seja, em que medida os mesmos estariam contribuindo para uma racionalização do uso da água e para um máximo de bem-estar social. Com o intuito de mostrar a viabilidade da metodologia na avaliação de uma metodologia de cobrança, escolheu-se a cobrança pelo Custo Marginal de expansão e racionalização de oferta (ótica arrecadatória)¹⁵. A referida forma de cobrança objetiva ratear os custos e investimentos da bacia igualmente entre seus usuários.

A metodologia de cobrança é inserida na modelagem como um acréscimo no custo de obtenção da água. Assim, a partir da introdução da cobrança, os usuários deverão pagar para obter a água além dos seus custos para captação, um preço definido pela metodologia ($C_{médio}$ aumentará). O impacto deste preço para o usuário, de acordo com a lei da demanda¹⁶, será uma retração no consumo. Esta inserção dos preços nos custos dos usuários irá diminuir seus benefícios líquidos (ver equação (1)). A forma de cobrança será simulada dentro do modelo, não só introduzindo-se estes novos custos dentro das funções benefício líquido dos usuários, como também através da modificação da função-objetivo original (equação 1), que passa a ser a mesma utilizada para simular a cessão de outorgas (ver equação (6))

Na verdade, uma vez estabelecidos preços para os diversos usuários o órgão gestor sempre procurará atender a todas as demandas requeridas, isto significa que o seu objetivo ao alocar a água é minimizar o somatório dos desvios no atendimento de todos.¹⁷ A mudança nos custos devido a cobrança implicará em novos pontos de operação para os diversos usuários, pois, considerando-se que nenhuma mudança tecnológica nos processos produtivos nem no comportamento do usuário se dá (curto prazo)- ou seja, as mesmas funções de demanda inversa serão consideradas - deve-se esperar uma retração no consumo de todos os usuários ao resolver o seu próprio problema de maximização de benefícios individuais. Esta retração implicará numa redução do excedente do consumidor - chamaremos de perdas potenciais -

e significa que mesmo com disponibilidade hídrica a instituição da cobrança incorpora perdas aos usuários com a retração no consumo. Além dessa análise pode-se simular reduções na oferta hídrica para avaliar as perdas adicionais devido às mesmas.

RESULTADOS

Para entender os resultados obtidos é importante conhecer (ver Figura 4) a configuração atual dos usuários considerados na bacia do Pirapama ao longo do rio no trecho modelado. Observando-a pode-se entender alguns conflitos de uso existentes:

O município de Vitória, e as agroindústrias Sibéria e Liberdade retiram água de afluentes de 1º. Nível e portanto o uso de nenhum outro usuário influencia no aporte disponível para estes. No entanto, o seu uso (de Vitória, Liberdade e Sibéria) impacta na disponibilidade dos usuários consuntivos e não-consuntivos a jusante deles no rio principal. Assim, por exemplo, a redução na alocação de Vitória disponibiliza maiores vazões para a pequena central Hidroelétrica PCHCIP e para o município de Recife. Da mesma forma, reduções em Liberdade e Sibéria aumentariam a disponibilidade para Recife. No que se refere a destilaria



FIGURA 4. Configuração dos usos atuais modelados no Rio Pirapama (figura gerada pelo SADE-GBHidro)

¹⁵ A mesma está descrita em (Ribeiro, 2000).

¹⁶ (Varian, 1997) define que no caso de um bem normal, quando o preço deste bem sobe, sua demanda deve diminuir.

¹⁷ Matematicamente isto é feito através da equação citada que representa a função objetivo a ser minimizada representando o somatório dos desvios ao quadrado entre a demanda requerida e a quantidade de água alocada para cada usuário e para cada mês para o período total de 1 ano.

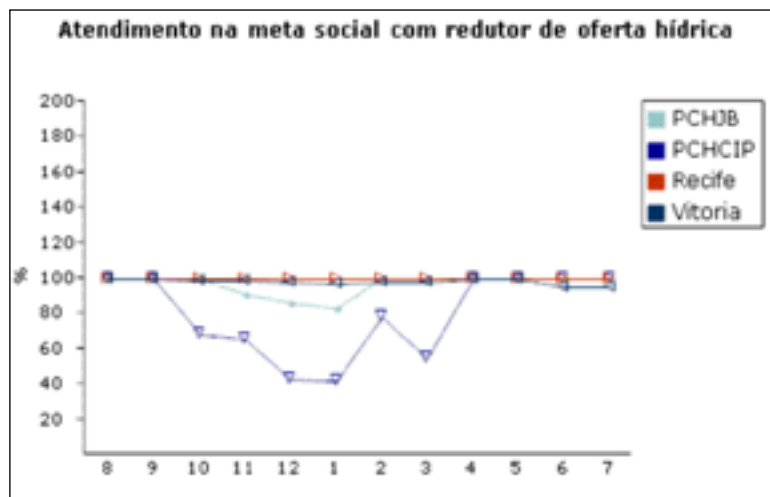


FIGURA 5. Atendimento proporcional por mês na meta social ótima com redutor de oferta hídrica (figura gerada pelo SADE-GBHidro)

JB, que retira água do rio principal e fica a montante de todos os demais, caracteriza-se um conflito de uso com todos os usuários consuntivos e não-consuntivos do rio principal, ou seja PCHJB, PCHCIP e Recife.

Inicialmente, foram obtidos os resultados do modelo representativo da meta social ótima (função-objetivo dada pela equação 1) As destilarias requerem só no período de safra (Setembro a Janeiro) e são totalmente atendidas. Observam-se reduções no atendimento (quantidades de água alocadas) restritas a PCHCIP e Vitória, estas muito pequenas. Se formos analisar em termos de perdas nos benefícios econômicos resultantes, verificamos que as mesmas são muito pequenas. Num total de R\$ 51 milhões de reais no ano possível¹⁸, diante das reduções necessárias, perde-se em torno de R\$ 2 mil reais. Este comportamento é esperado e significa que diante de uma situação em que se pode atender praticamente todas as demandas, a meta social é muito similar

¹⁸ Isto representa a soma de todos os máximos benefícios líquidos econômicos por agente, ou seja, o que cada agente tendo suas demandas requeridas totalmente atendidas resulta em benefícios líquidos individuais. Está se considerando aqui todos os usos a menos da fertirrigação.

a soma do máximo que cada agente pode obter. Simulando-se uma menor oferta hídrica, através da aplicação de uma redução nas vazões médias mensais utilizadas, procura-se representar uma situação onde não se consegue mais atender a todas as demandas requeridas em todos os meses. A meta social ótima caracteriza-se por reduções preferenciais na alocação em relação a demanda requerida dos usuários com menores benefícios marginais líquidos médios, que são os municípios e as PCH's, sendo essas últimas as que sofrem as maiores reduções proporcionais¹⁹. (ver Figura 5)

Apenas as agroindústrias continuam tendo suas demandas requeridas integralmente atendidas. As alocações médias no ano obtidas com a maximização dos benefícios econômicos diante de uma redução da oferta hídrica estão apresentadas na Tabela 1. São apresentados também os dados que retratam a configuração de uso atual dos usuários, utilizados na construção das funções de demanda inversa de cada um.

¹⁹ Por terem os menores benefícios marginais líquidos médios.

TABELA 1

Valores associados aos usuários consuntivos que expressam configuração de usos atuais e resultados de alocação da meta social ótima com redutor simulando 60% de disponibilidade hídrica

Usuários demandantes	Vazão requerida Mensal (*) (m ³ /s)	Custo médio (*) (R\$/ m ³)	Perdas de água bruta (*)	Elasticidade Preço-Demanda (*)	Benefício estimado associado a vazão requerida (área sob a curva) (R\$/seg) (*)	Consumo Autônomo C2 (m ³ /seg (**))	Preço no Racionamento P1 (R\$/m ³) (**)	Valor Alocado Ótimo médio ao longo do ano com 60% de disponibilidade hídrica (m ³ /s) (***)	Benefícios Marginais Líquidos Médios em Reais/m ³ (****) $\left(\frac{P_1 - C_{med}}{2}\right)$
Recife	5,120	0,877	45%	0.13	5,0173	184,98	1,089186	5,1181	0,106093
Vitória	0,119	0,877	45%	0.13	0,1166	4,056	1,089159	0,1169	0,106079
JB	0,433	1,015	20%	0.99	2,0026	0,723	8,249549	0,4333	3,617274
Sibéria	0,060	1,015	20%	0.99	0,1679	0,075	4,590190	0,0600	1,787595
Liberdade	0,370	1,015	20%	0.99	1,3529	0,505	6,312188	0,3700	2,648594
PCHJB	0,684	0,0024	0%	0.28	0,0064	1,577	0,018636	0,6616	0,008095
PCHCIP	1,887	0,0017	0%	0.28	0,0124	4,351	0,013019	1,4973	0,005655

(*) Esses dados foram obtidos com os usuários e utilizados na construção das funções de demanda inversa para cada um deles.

(**) Os valores de consumo autônomo e Preço no racionamento são determinados a partir dos primeiros.

(***) Finalmente, o valor alocado ótimo é o resultado do modelo com redutor de disponibilidade hídrica, obtido pela maximização das funções de benefício resultantes dos referidos dados.

(****) A última coluna dá a medida dos benefícios líquidos médios de cada usuário por metro cúbico, a partir de P1 e Cmed.

Proporcionalmente, diante de uma oferta hídrica com um redutor de 60%, as maiores reduções de vazões médias alocadas em relação às requeridas são impostas a PCHCIP (20,65%), PCHJB (3,27%), seguidas por Vitória (1,76%) e Recife (0,04%).

²⁰As agroindústrias são plenamente atendidas, pois o benefício marginal das mesmas é maior do que a dos usuários que poderiam ser beneficiados pela redução nas alocações das mesmas, que são todos os demais²¹. As reduções na PCHJB ocorrem apenas

²⁰ Pode-se observar na última coluna, que esses usuários são exatamente os que possuem os menores benefícios líquidos marginais médios. Na verdade, o que ocorre é uma priorização entre os usuários usando esse critério, uma vez que as restrições hidrológicas tenham sido atendidas.

²¹ No caso da JB, reduções nas suas alocações beneficiariam

na safra, que coincide com os meses secos, devido ao uso da destilaria JB. Já as reduções na PCHCIP são maiores e ocorrem não só na safra, persistem nos meses seguintes. Isto pois a mesma conflita não apenas com a JB, mas também com Vitória, pois menores alocações para o município, implicam em maiores liberações de Águas Claras resultando em mais água fluindo na PCH²².

as duas PCH's que estão a jusante, Recife e até Vitória, pois esta última poderia reduzir suas liberações para Recife que tem prioridade sobre a mesma. Já Sibéria e Liberdade ao reduzir suas alocações beneficiaria Recife. No entanto, nada disto ocorre.

²² Como ambos (JB e Vitória) segundo o critério dado pela última coluna da Tabela 1, tem maior prioridade do que a PCHCIP, não há reduções em JB e as reduções em Vitória são

TABELA 2

Resumo com as perdas(*) em milhares de reais no ano diante de uma disponibilidade hídrica de 60% para a meta social e a cessão de outorgas simulada de três formas

Perdas em Milhares de reais no ano/ Usuários	Meta Social	Outorgas sem vazão máxima outorgável sem prioridades (Critério 1)	Outorgas com vazão máxima outorgável (Critério 2)	Outorgas sem vazão máxima outorgável com prioridade no Abast Humano (Critério 3)
Recife	0,004	0	124,530	0
Vitória	0,208	189,713	245,579	0,782
JB	0	1.285,052	5.522,872	1.620,047
Sibéria	0	0	1.095,305	0
Liberdade	0	0	1.043,980	0
PCHJB	0,361	0,216	1,533	0,203
PCHCIP	17,771	11,996	21,551	16,770
Total	18,343	1.486,978	8.055,353	1.637,802

(*) Diferença entre os valores máximos de benefícios líquidos anuais por agente e os benefícios resultantes das alocações ótimas diante de cada um dos critérios

Os benefícios resultantes das alocações na meta social ótima, diante de uma redução na oferta hídrica, mostram que as perdas aumentam (em relação a 100% das vazões médias mensais – eram de R\$ 2 mil e passam para R\$18 mil no ano) e entre os usuários, seguem a mesma ordem das reduções nas alocações, ou seja, sofrem as maiores perdas proporcionais os usuários de menores benefícios marginais líquidos médios. Com esse critério, obteriam-se menores reduções de benefícios a cada metro cúbico não alocado e maximizaria-se o benefício de todos. Isto é comprovado ao se comparar os resultados para a mesma situação de oferta hídrica sendo que a alocação feita simulando a cessão de outorgas.(ver Tabela 2)

pequenas. Na verdade, essas últimas ocorrem para atender a Recife que ganha com as reduções nas alocações de Vitória e tem um benefício marginal discretamente maior, sendo a PCHCIP indiretamente beneficiada.

Pode-se observar que as perdas realmente se elevam bastante ao tentarmos minimizar os desvios no atendimento, com quaisquer dos três critérios. O critério 2 é o pior deles, como dever-se-ia esperar, já que o mesmo considera, por segurança, valores alocáveis menores que a já reduzida oferta hídrica. Não só as perdas totais são as maiores, como também todas as perdas individuais se ampliam em relação ao ótimo social. No critério 1, onde se aloca o ofertado e não se dá prioridades a nenhum uso, as maiores perdas são introduzidas devido as reduções a JB e Vitória. Observando-se a configuração dos desvios de atendimento proporcionais dos usuários, a menos das agroindústrias, (ver Figura 6), nota-se que as reduções em PCHCIP e PCHJB diminuem discretamente em relação a meta social (ver Figura 5 e Tabela 2), juntamente com Recife, enquanto as de Vitória se ampliam bastante.

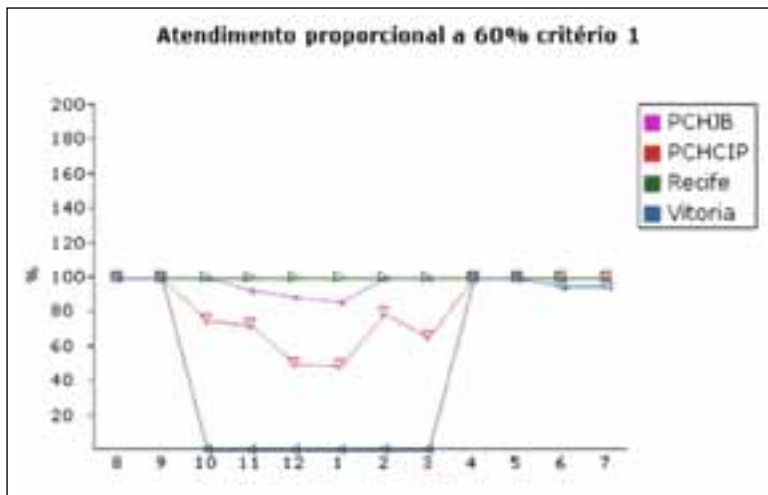


FIGURA 6. Atendimento proporcional no mecanismo de outorga sem vazão máxima outorgável

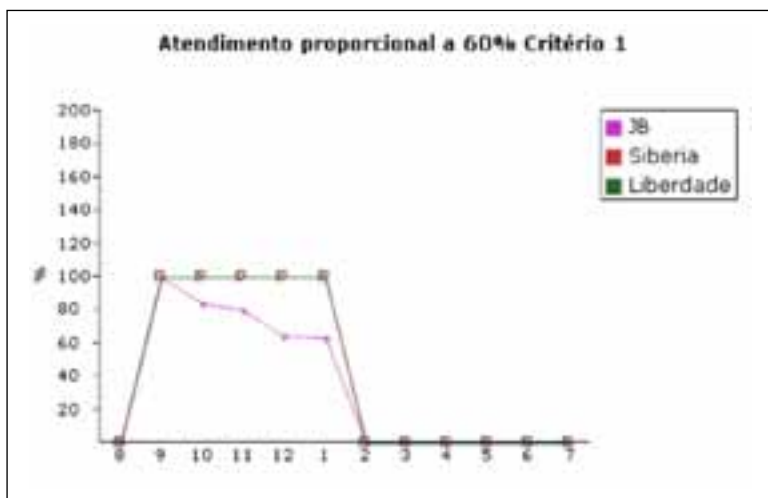


FIGURA 7. Atendimento proporcional das agroindústrias a 60% sob o critério 1

Através da Figura 7, vê-se a situação das agroindústrias e pode-se observar que a destilaria JB passa a sofrer reduções em relação a meta social, que vão se ampliando nos meses mais secos.

Na verdade, as reduções tanto da JB como de Vitória, ocorrem para diminuir os desvios no atendimento a PCHCIP, que tem um valor requerido considerável e cujo não atendimento eleva a soma dos erros ao quadrado, que se pretende minimizar neste critério. O impacto do uso da minimização dos desvios no atendimento, nos benefícios resultantes começa a mostrar o custo da opção pelo instrumento de outorga. Pode-se observar que os ganhos dos usu-

ários que se beneficiam neste último critério nem de longe compensam as perdas introduzidas.

Sob o critério 3 (com prioridades), as perdas totais aumentam se comparadas àquelas obtidas sob o critério 1 (sem prioridades), chegando a R\$ 1,637 milhões de reais no ano, concentradas quase que totalmente na destilaria JB, já que as reduções de Vitória diminuem bastante.

Deve-se ressaltar na comparação entre os resultados da aplicação dos diversos critérios de cessão de outorgas e da meta social o fato de que as restrições hidrológicas são as mesmas em todos os critérios. Isto significa que as diferenças entre as alocações diante

de uma mesma situação de oferta hídrica mostram o efeito da mudança de objetivo/ critério na decisão de quem deve perder ou ganhar quando não há água para todos.

Deve-se observar que dentre as três formas de simulação do mecanismo de outorga: i) A que impõe uma vazão máxima outorgável aumenta sobremaneira as perdas totais e de todos os usuários individuais. ii) O mecanismo de outorga sem vazão máxima outorgável e sem prioridade aumenta as perdas totais em relação a meta social, mas individualmente aumenta as perdas para Vitória e JB. No caso de Recife e as duas PCH's as perdas individuais diminuem, mas nem de longe compensam as perdas introduzidas. iii) Ao introduzir as prioridades, as perdas individuais de Vitória ainda aumentam sendo que menos que no critério 1, as perdas individuais de JB se elevam mais e os ganhos continuam ocorrendo para Recife e as duas PCH's sendo que são menores ainda. Portanto as perdas totais se elevam.

Esse resultado mostra a distância do mecanismo de outorga, em suas diversas modalidades, em relação ao ótimo social. Ademais, mostram que o usuário a quem se impõe maiores perdas diante das três formas de cessão de outorgas é um usuário (JB), que dentre os demais, apresenta os melhores indicadores, no que se refere ao uso eficiente e racional da água. (ver Tabela 1). Deve-se ressaltar que este usuário possui um dos menores valores requeridos, e portanto não atendê-lo completamente ao mesmo tempo que não introduz grandes desvios no atendimento impacta fortemente nos benefícios resultantes. Portanto, mostra-se que a cessão de outorgas e a tentativa de assegurar o direito de quem as recebe pode levar a grandes perdas, bem como a penalização de quem faz um uso racional e eficiente da água.

Com relação à cobrança, os primeiros resultados foram obtidos para a metodologia de custo marginal que é uma cobrança com objetivo arrecadatório, onde se optou por cobrar só aos usos de abastecimento humano e agroindustrial. O uso para geração de energia não foi considerado em virtude de ser não-consuntivo, quer dizer, não há impacto quantitativo sobre o rio, o que pode ser um argumento para justificar a não taxação para as PCH's. Além disso, as curvas de demanda das PCH's mostram que elas têm um pequeno valor de preço no racionamento²³.

²³ Seria o preço (P_1) a pagar diante de uma disponibilidade nula de água, um valor que na teoria seria infinito e a partir de

A imposição da cobrança pelo custo marginal levaria os custos da PCHCIP por exemplo, para R\$ 0,1914 por m^3 o que ultrapassaria muito o valor do preço no racionamento, levando a uma não demanda pelo usuário ou uma quantidade negativa.

Uma vez estabelecida esta metodologia de cobrança para os usos humano e agroindustrial, isto representou um aumento percentual nos custos médios para os dois usos considerados em torno de 3%²⁴. No curto prazo²⁵ cada agente seguindo sua curva de demanda muda o seu ponto de operação de forma a maximizar os seus benefícios líquidos, supondo o comportamento racional. Com isso, o efeito imediato esperado será a retração no consumo e novos benefícios líquidos máximos por agente, que vamos chamar de benefícios potenciais (ver Tabela 3), já que é necessário haver água para todos na quantidade requerida, para que eles se concretizem. As perdas potenciais²⁶ se constituem na diferença desses benefícios potenciais sem e com cobrança pela metodologia de custo marginal.²⁷

Estas perdas são diferenciadas para Recife e Vitória em valor absoluto, mas representam a mesma proporção, ou seja, em torno de 24% do valor do benefício potencial sem cobrança. Isto ocorre pois os parâmetros utilizados na construção das funções demanda para os dois usuários de abastecimento humano foram os mesmos (perdas, custos médios, elasticidade-preço, benefício estimado por metro cúbico ou tarifas) além do valor de cobrança dessa metodologia. Assim, para esses dois usuários a

valores práticos encontrou-se com o deslocamento da curva de demanda os valores de 0,019 e 0,013 R\$/ m^3 para PCHJB e PCHCIP respectivamente. Esses e os valores dos demais usuários encontram-se na Tabela 1.

²⁴ Mais especificamente a cobrança por custo marginal introduziu nos custos médios de ambos os usos o valor de 0,02696 R\$/ m^3 o que aumentou os custos médios das agroindústrias de 1,015 R\$/ m^3 para 1,042 R\$/ m^3 um aumento percentual de 2,65%, já para os municípios passou-se de 0,877 R\$/ m^3 para 0,9044 R\$/ m^3 , representando um aumento de 3,07%.

²⁵ Está se pressupondo aqui que não há tempo para redução de perdas nem reajuste de tarifas ou alteração de fatores que influenciem nos custos médios além da cobrança por água bruta.

²⁶ Estas perdas são as variações (no caso reduções) no excedente do consumidor diante da mudança de preços.

²⁷ Elas medem a perda de excedente resultante do fato de que o consumidor está pagando mais por toda a água que continua consumindo, bem como o valor do consumo perdido.

TABELA 3
Benefícios e Perdas Potenciais no curto prazo por usuário

Usuários	Benefícios Potenciais sem cobrança em Milhões de reais no ano	Benefícios Potenciais sob Cobrança por Custo Marginal em Milhões de reais no ano	Perdas potenciais em Milhões de reais no ano com a introdução da cobrança por custo marginal
Recife	16,312	12,317	3,994
Vitória	0,379	0,286	0,092
JB	20,252	20,101	0,151
Sibéria	1,386	1,366	0,020
Liberdade	12,666	12,537	0,128
PCHJB	0,1331	0,1331	0
PCHCIP	0,2565	0,2565	0
Total	51,3868	46,998	4,388

implantação da cobrança leva a uma retração na quantidade consumida de aproximados 13% do valor atual, mesmo sem restrições hídricas.

No caso das agroindústrias há diferenças entre as mesmas no que se refere ao benefício estimado por metro cúbico utilizado, pois as mesmas têm um mix de produtos diferentes (a JB produz álcool e aguardente, a Sibéria só aguardente e Liberdade só álcool) resultantes da água e da cana moída. Os demais parâmetros são os mesmos (perdas, elasticidades, custos médios e preços). Isto leva a proporções de perdas diferenciadas entre si, de mesma ordem de grandeza (JB tem 0,74%, Sibéria 1,5% e Liberdade 1%), mas bem diferentes das relativas ao abastecimento humano. As retrações no consumo são de aproximadamente 0,37%, 0,76% e 0,51% respectivamente. No caso das PCH's não se introduziu nenhum valor de cobrança como já explicado e portanto não se altera ponto de operação nem se introduz perdas potenciais ou reduções no excedente do consumidor.

Dessa forma, as maiores variações no excedente do consumidor devido a introdução da cobrança por custo marginal são as dos usuários de abastecimento humano e mais especificamente a de Recife, por ser o maior demandante deste uso. Isto ocorre mesmo tendo os dois tipos de uso cobrados (Abastecimento Industrial e Humano) custos médios (1,015 e 0,877 R\$/m³ respectivamente), e aumentos dos mesmos com a cobrança próximos (2,65 e 3% respectivamente). A característica principal da função de demanda pela água que determinou essas diferenças foi a taxa

média de benefícios líquidos por usuário (ver última coluna da Tabela 1) para cada m³ utilizado. Este valor dá uma medida da eficiência do agente no uso da água e implica em menores reduções de quantidade diante de aumento de custos.

A Tabela 4 repete os valores de perdas potenciais para os usuários (variação no excedente do consumidor) diante da implantação da cobrança por custo marginal e as suas duas componentes que são a perda do excedente devido ao fato de estar se pagando mais e a redução devido ao consumo perdido. Observa-se que mesmo numa situação de água para todos, o valor da arrecadação potencial total não é suficiente para cobrir o custo total de gerenciamento da bacia, a partir do qual foram calculados os valores cobrados por esta metodologia de cobrança, dado por 5,187 milhões de reais no ano.²⁸

Ao se introduzir o redutor de disponibilidade hídrica e se rodar o modelo com os custos médios incluindo a cobrança por custo marginal, além das variações no excedente induzida pela cobrança, novas reduções deverão ser imputadas para que as restrições físicas sejam atendidas. Essas na verdade são reduções devido ao consumo perdido que não pode ocorrer por não haver água para todos. O critério de otimização é que vai guiar a escolha de quem fica sem água. Caso

²⁸ Isto é facilmente explicável já que os cálculos dos valores cobrados não levam em conta a retração no consumo, que ocorre ao se inserir os preços.

TABELA 4

Tabela comparativa entre as perdas potenciais com a introdução da cobrança e a arrecadação anual que será gerada com os novos pontos de operação e a redução potencial de bem-estar

Usuários	Perdas potenciais em Milhões de reais no ano com a introdução da cobrança por custo marginal (*)	Arrecadação potencial em Milhões de reais no ano com os novos pontos de operação (**)	Redução potencial do bem-estar em milhões de reais no ano com a introdução da cobrança por custo marginal (***)
Recife	3,994	3,698	0,296
Vitória	0,092	0,085	0,007
JB	0,151	0,150	0,001
Sibéria	0,020	0,020	0
Liberdade	0,128	0,128	0
PCHJB	0	0	0
PCHCIP	0	0	0
Total	4,385	4,081	0,304

(*) Variação no excedente do consumidor

(**) Perda do excedente resultante do fato do consumidor estar pagando mais pelo que consome

(***) Perda do consumidor devido ao consumo perdido

TABELA 5

Resumo para a cobrança por custo marginal das perdas* em milhares de reais no ano diante do consumo perdido por uma disponibilidade hídrica de 60% para os diversos critérios de otimização

Perdas em Milhares de reais no ano/ Usuários	Maximização de benefícios líquidos	Minimização dos desvios no atendimento sem prioridades	Minimização dos desvios no atendimento com prioridades
Recife	0	0	0
Vitória	0,052	143,142	0,621
JB	0	1.277,179	1.575,260
Sibéria	0	0	0
Liberdade	0	0	0
PCHJB	0,359	0,215	0,203
PCHCIP	16,941	11,989	15,979
Total	17,558	1.432,526	1.592,063

* Diferença entre o máximo benefício líquido de cada agente com cobrança por custo marginal e os valores resultantes da alocação ótima diante de cada um dos critérios. Na verdade, essas são reduções devido ao consumo perdido.

seja maximizar os benefícios totais, as perdas maiores ficam com os menos eficientes, que são as PCH's que arcam com quase a totalidade das mesmas. Caso seja minimizar os desvios no atendimento, as perdas deslocam-se para os usuários que requerem pouco (Vitória e JB) e conflitam com os que requerem muito (PCHCIP e Recife). Como neste último critério não se considera o fato de pequenas reduções de alocação em JB levam a grandes reduções de benefícios líquidos resultantes, as perdas aumentam muito. Finalmente, ao se introduzir as prioridades no Abastecimento Humano, Vitória é poupada e as suas perdas diminuem bastante, concentrando ainda mais as perdas em JB. (ver Tabela 5)

Observar que da mesma forma que no mecanismo de outorga, a cobrança por custo marginal com e sem prioridades – simulada através da inclusão do valor cobrado no custo médio e do critério de minimização dos desvios no atendimento com e sem prioridades – introduz perdas devido ao consumo perdido ao se reduzir a oferta hídrica, pois nem todos os pontos de operação poderão ser atingidos. No entanto, já havendo uma retração no consumo, devido a introdução deste mecanismo econômico as perdas são um pouco menores (ver colunas 2 e 3 da Tabela 5 e colunas 2 e 4 da Tabela 2) . Esta redução nas perdas porém é muito pequena e atinge basicamente aos mesmos usuários. Dessa forma, mostra-se que a introdução desta metodologia de cobrança impõe retrações de consumo que introduzem elevadas perdas de benefícios líquidos aos usuários e numa situação de escassez está bem distante da meta social ótima, não diminuindo portanto os conflitos, pois mesmo com a retração do consumo, não há água para todos e nenhuma proteção aos mais eficientes. Deve-se ressaltar que isto poderia ser justificado pelo referido mecanismo não ter objetivos econômicos e sim arrecadatórios. Mas mesmo objetivando a arrecadação os objetivos não são atingidos: há reduções também nos valores arrecadados totais, que passam a ser em milhões de reais no ano - 4,08 para a meta social com cobrança; 3,96 para a cobrança por custo marginal

sem prioridades e 3,998 para a mesma modalidade de cobrança com prioridades.

Assim, as perdas com a introdução dessa metodologia seriam maiores do que as obtidas com o mecanismo de outorga, a menos do que considera a vazão outorgável (critério 2). Isto pois a metodologia de cobrança impõe além das perdas devido a restrições de disponibilidade hídrica equivalentes ao mecanismo de outorga, perdas com a retração no consumo esperadas diante das funções de demanda inversa levantadas. Ademais os valores obtidos com a arrecadação não são suficientes para atender ao custo de gerenciamento a partir da qual os preços foram calculados.

CONCLUSÕES E CONTINUIDADE DA PESQUISA

O tipo de avaliação mostrado neste trabalho é de fundamental importância, para a definição de políticas públicas que atendam aos objetivos a que se propõem e induzam no usuário um uso racional e eficiente da água. Os resultados mostram que o mecanismo de outorga em suas diversas formas introduz perdas em relação ao ótimo social, e os ganhos quando ocorrem não compensam as referidas perdas. No que se refere a cobrança é avaliada a metodologia de cobrança por custo marginal e nela verifica-se a presença de perdas maiores, pois as mesmas incluem não só as perdas devido ao consumo reduzido como também àquelas devido a arrecadação do que se continua consumindo. Outras metodologias de cobrança, não só com fins arrecadatórios, foram analisadas usando a modelagem e o SADE-GBHidro. (Mendes, 2007)

Deve-se ressaltar que a estrutura do modelo permite facilmente que se analisem os mecanismos voltados para a qualidade de águas (outorga de diluição e cobrança pela diluição de efluentes), bastando para isso que se escolham as metodologias para precificar este tipo de uso.

Referências

- CARRERA-FERNANDEZ, J. (1999). "Estudo de Cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica do Rio Pirapama". Relatório de Consultoria, CPRH, Agosto de 1999.
- EATON, B. C.; Eaton, D. F. (1999). *MicroEconomia*, Sexta Edição, Editora Saraiva, São Paulo. ISBN: 85-02-02718-2.
- MENDES, G. (2007). "Avaliação de metodologias de cobrança através de modelo econômico-hidrológico Integrado: O caso da bacia do rio Pirapama". Dissertação no Programa de Pós-Graduação em Economia, UFPE, 2007.

MORAES, M.M.G.A. ; Sampaio, Y. ; Cirilo, J. A.; Cai, X. (2008a). "Apoio a Decisão na gestão de Recursos Hídricos usando modelo econômico-hidrológico integrado para alocação ótima de água: Uma aplicação na bacia do rio Pirapama." Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 13, p. 29-42, 2008a.

MORAES, M.M.G.A. ; Sampaio, Y. ; Cirilo, J. A.; Cai, X. (2008b) "Modelo econômico-hidrológico integrado para gestão de bacias hidrográficas: abordagem piece-by-piece para incorporar a capacidade de autodepuração dos rios e limites de trofia dos reservatórios." Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 13, p. 43-56, 2008b

MORAES, M. M. G. A.; Albuquerque Filho, B. E. M; Rocha, S. P. V.; Silva, D. F. (2006) "Sistema de Apoio a Decisão Espacial para Gestão de Bacias Hidrográficas Incorporando Modelagem Econômico-Hidrológica Integrada para Alocação de Água: SADE-GBHidro." Artigo submetido e apresentado no VIII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Gravatá.

RIBEIRO, M. M. R.,(2000). "Alternativas para a outorga e a cobrança pelo uso da água", Tese de doutoramento, UFRGS, Janeiro de 2000.

ROSEGRANT, M.W.; Ringler, C.; Mckinney, D.C.; Cai, X.; Keller, A.; DONOSO, G. (2000). "Integrated Economic-Hydrologic Water Modeling at the basin scale: The Maipo River Basin", Agricultural Economics, p.33-46

ROSEGRANT, M. W. E Biswanger, H. P.(1994). "Markets in tradable water rights: potential for efficiency gains in developing country water resource allocation", World Development journal, number 22, pages 1613-1625.

VARIAN, H. R.(1997), "Microeconomia: Princípios Básicos", Segunda Edição Americana, Editora Campus Ltda, Rio de Janeiro. ISBN: 85-7001-810-X.

WINCH, D. M.(1971), "Analytical Welfare Economics", Penguin Books Ltd., Harmondsworth, Middlesex, England. ISBN: 84-206-2112-9.

Márcia G. Alcoforado de Moraes Professora Adjunta do Departamento de Economia da Universidade Federal de Pernambuco. marciagamoraes@yahoo.com.br.

Carlos Alberto Amorim Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Pernambuco

Bruno Edson Martins de Albuquerque Filho Mestrando em Ciência da Computação do Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco

Gabriela Mendes Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Pernambuco

An Assessment model of Water Resource policies in River Basins: the Piracicaba, Capivari and Jundiá case, Brazil

Giuliano Marcon
Arlindo Philippi Jr.

ABSTRACT: The Piracicaba, Capivari and Jundiá River Basins - PCJ - present one of the most advanced performances in water resource management in Brazil. Additionally, this region entails characteristics which can be found at least partially in many other river basins. An assessment was performed in this region and is here described. It was based on research of concept and ruling documents until 2004 and operational texts regarding water resource management in the period between 1994 and 2003. Interviews with staff of the PCJ's water resource management in 2003 were also used in this assessment. Applicability of the Water Resource Policy of the State of São Paulo in the PCJ and frequency of opinions gathered in the interviews about this legislation were defined as the assessment's parameters. Eventually opportunities for improvement of water resource management in the PCJ were proposed by the author. Such assessment may support a model for analysis and re-thinking in other river basins in Latin America and around the world, towards the evolution of water resource management.

KEY-WORDS: river basin; water resource; management; policy assessment.

RESUMEN: Las cuencas hidrográficas de Piracicaba, Capivari y Jundiá - PCJ presenta uno de las más avanzados rendimientos en el gestión de recursos hídricos en Brasil. Adicionalmente esta región trae consigo características que pueden encontrarse por lo menos parcialmente en muchas otras cuencas hidrográficas. Una evaluación fue realizada en esta región y se describió aquí. Esto se baso en la investigación de documentos conceptuales y legislaciones hasta el 2004, y los textos operacionales con respecto a la gestión de recursos hídricos en el periodo entre 1994 y 2003. Entrevistas con el personal del gestión del recursos hídricos del PCJ en 2003 fueron también aplicados en la evaluación. Aplicabilidad de la Política del Recursos Hídricos del Estado de São Paulo en el PCJ y frecuencia de opiniones recogidas en las entrevistas acerca de esta legislación fueron definidos como los parámetros de la evaluación. Finalmente, las oportunidades para la mejora del gestión de recursos hídricos en el PCJ fueron propuestos por el autor. Esta evaluación puede sustentar un modelo para análisis y re-pensando en otras cuencas hidrográficas en América Latina y alrededor del mundo hacia la evolución del gestión de recursos hídricos.

PALABRAS-CLAVE: cuenca hidrográfica, recursos hídricos, gestión, evaluación de política.

CONTEXT

A successful example of dealing with conflicts and problems regarding use of water resources can be found in the Piracicaba, Capivari and Jundiá River Basins - PCJ, which represent one of the Units of Water Resource Management of the State of São Paulo. This region is relevant, taking into account the economic power of some municipalities, conflict in water uses, and transposed water up to 31 m³/s from its watershed to the Metropolitan Region of São Paulo - RMSP. Moreover, its Basin Committee is well known for implementing institutional solutions and advocating actions for recovering water resource conditions of economical, environmental and social

use. The PCJ has been recognized as a leading water resource management river basin in the State of São Paulo and Brazil, and its characteristics previously quoted can be found, at least partially, in many other regions.

The water resource management assessment in the PCJ was based on the Water Resource Policy of the State of São Paulo, defined by Law 7.663, from 30 December 1991. This was the first state legislation in Brazil aimed at organizing water resource management that was underpinned by the decentralization, participation and integration concept.

The current objective is to describe the assessment of the Water Resource Policy of the State of São Paulo

in the PCJ, developed by Marcon (2005), for the period 1994 to 2003. Updates in operational documents, and also actions regarding water resource management in this region after 2004 are not considered.

The methods used in this assessment are presented in the next section.

METHODS

The assessment of the Water Resource Policy of São Paulo in the PCJ was designed to:

- ▣ Gather information and contextualize the PCJ's water resource management.
- ▣ Assess the PCJ's water resource management based on specific parameters.
- ▣ Propose opportunities for improvements of the PCJ's water resource management.

In order to deliver this assessment documental research and interviews were developed.

The main aspects of the documentation on water resource management used for contextualization, background and discussion included conceptual and law texts: books and papers containing concepts on water resource management and ruling documents until 2004. Additionally, planning, reporting and other operational texts related to the running of the PCJ's water resource management between 1994 and 2003 were considered.

Opinions were collected from interviews with staff of the PCJ's water resource management in 2003, who were working through a decentralized structure of entities formed basically by the State of São Paulo, municipalities, communities and water resource users. The interviews were based on the questions:

- a) "Are you familiar with the Water Resource Policy of the State of São Paulo? What do you think about it?"
- b) "What do you consider the most important issue in this legislation?"
- c) "Do you think this issue (what was considered the most important in the legislation) has been put into practice?"
- d) "How could it (what was considered the most important issue in the legislation) be implemented or improved?"

Both reflection on the documentation and opinions are presented in the coming section, opening with the information gathered and the contextualization of the water resource management.

RESULTS

Information gathered and contextualization of the PCJ's water resource management

The context of the PCJ's water resource management was composed of some key factors in environmental issues in Brazil and in the State of São Paulo.

During the 70s, 80s and 90s reflections on a new water resource management concept in Brazil were acknowledged by the public which allowed a suitable political atmosphere for environmental laws.

Initiating factors for the development of environmental policies were considered, such as the Limits to Growth publication and the United Nations Conference on the Human Environment, which both took place in 1972. Such events raised the awareness of pollution, a motivating factor for industrial regulation on health and environment. Specifically for water resource management, driving factors considered included the Agenda 21, adopted in the United Nations Conference on Environment and Development of 1992, and The Dublin Statement on Water and Sustainable Development, which was established at the beginning of the same year.

Moreover, considerations were taken from reforms in the Brazilian public system in early 80s with an effort to equilibrate governmental finances in the Public Sector and the demand for democracy. As a result, environmental policies were shaped in order to meet mutual responsibility between governments and the public. These environmental laws provided opportunity for development and operation of water resource management such as the PCJ in the State of São Paulo.

The water resource management between 1994 and 2003 were organized in strategic, primary and supporting processes. The classification of these processes was adapted from Hronec (1994): strategic processes coordinated primary and supporting processes as well as addressed the final intention or impact of the State of São Paulo's Law 7.663/91; supporting processes were required for delivering primary processes; and primary processes were composed of activities which were in direct contact with water users.

Prioritization of water supply and prevention and tackling of both pollution and adverse hydrologic events were considered strategic processes of the State of São Paulo's Law 7.663/91. They were supposed to address special attention to the PCJ's Basin Plans,

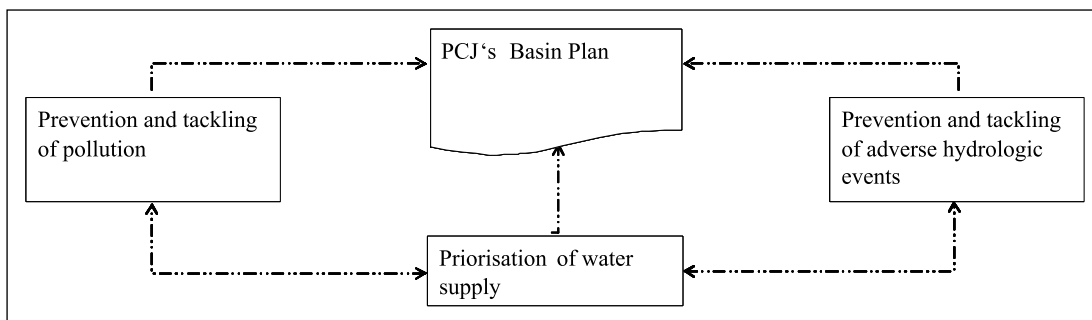


FIGURE 1. Strategic processes.

Source: MARCON, G. 2005. *Avaliação da Política Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá*. Doctorate Thesis at Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, Brazil. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-21042005-203718/>. [2008 Sep 14].

providing information to be transformed in targets. These strategic processes are showed in Figure 1.

The prioritization of water supply was classified as a strategic process because of its focus on the public's water needs. The prevention and tackling of both pollution and adverse hydrologic events were related to the prioritization of water supply, taking into account their potential impacts on water quality and quantity. Such impacts could affect public access to water or impose additional costs in obtaining proper water in conditions for different uses.

The PCJ's Basin Committee promoted regional events for the implementation of Act 1.469, of 29 December 2000, of the Ministry of Health in Brazil, which ruled on drinking water standards and its implementation. Some mention was also made to the 2000/03 planned funding, which intended to provide and distribute drinking water to 98% of the PCJ's people, by 2005.

The prevention and tackling of pollution was defined as a strategic process itself because of the importance of water quality not only to human needs but also to other species and maintenance of ecosystems.

Records had showed that the largest share of investments in water resource management was being spent on tackling domestic pollution, with a target of 90% in wastewater treatment by 2020. Industrial pollution was also significant in the PCJ and for this reason its prevention and tackling was aimed at both raising its efficiency of treatments and driving more attention to the top ranking companies altogether

responsible for half of the total polluting load in the region. Prevention and the need to tackle the effects of pollution were identified only in 1995, acknowledging the spreading out of cyanobacteria in the Dam of Salto Grande, and also the need for wastewater treatment and further studies to improve water supply.

The last strategic process, prevention and tackling of adverse hydrological events, was relevant in anticipating and facing extreme events related to water such as floods, droughts, erosion, and silting issues. Such events, when not properly prevented, could impose not only problems in access to water, but also emergency situations for the public.

The drought between 1994 and 1995 was dealt with by imposing water restrictions on the public and increasing flow diversion from the Cachoeira and Atibainha reservoirs. Therefore, proposals such as those made by the PCJ's Basin Plan 2000/03 focusing on building dams in order to store water in drought periods and keep water bodies levels under control in wet periods could be helpful. The PCJ's Basin Plan 2000/03 had also targeted actions on erosion and drainage, and studies on silting issues.

Supporting processes of the PCJ were composed of structuring water resource entities, water resource planning and water resource feed-back. Apart from structuring water resource entities, they are depicted in Figure 2. Nonetheless, the structuring water resource entities process had been very important for implementation of the State of São Paulo's Law 7.663/91. It aimed at providing institutional

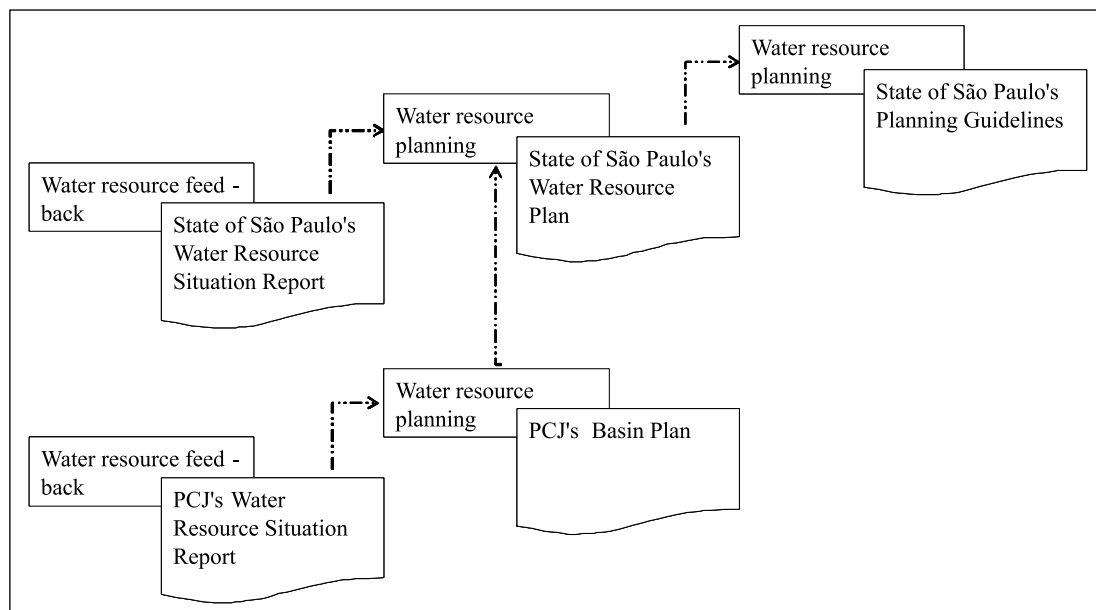


FIGURE 2. Supporting processes.

Source: MARCON, G. 2005. *Avaliação da Política Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá*. Doctorate Thesis at Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, Brazil. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-21042005-203718/>. [2008 Sep 14].

structure for the water resource management in this region, represented by the entities: PCJ's Basin Committee, State of São Paulo's Water and Electric Power Agency - DAEE, State of São Paulo's Environment Agency - CETESB, State of São Paulo's Water Resource Council - CRH, Coordinating Committee for the State of São Paulo's Water Resource Plan - CORHI, Advisory Council for the State of São Paulo's Water Management Fund - COFEHIDRO. The PCJ's Basin Agency was the only entity which had not been implemented until 2003. Although its funding was dependent upon water resource pricing, its implementation could be funded by municipalities and the public.

The water resource planning was mainly represented by the development of the State of São Paulo's Water Resource Plan, the State of São Paulo's Planning Guidelines and the PCJ's Basin Plan. This process was mainly aimed at defining targets and alternative solutions, starting at regional levels, such as the PCJ and other river basins, and ending up at the most aggregated level, the State of São Paulo.

The Water Resource Policy of the State of São Paulo was based on 22 Units of Water Resource Management and 12 Water Resource Programs brought by the State of São Paulo's 1994/95 Water Resource Plan, depicted in the State's Law 9.034, from 27 December of 1994. There were other State's Water Resource Plans intended to address different periods of time within 1993 to 2003, but although all steps for their development had been followed, including approval by CRH, they had been not approved by the State of São Paulo's representatives.

For the period 1994 to 2003 there were 2 PCJ's Basin Plans. The first, approved on 18 November 1993, defined geographical boundaries for the PCJ, while the second, for the period 2000/03, consisted of proposals regarding water quality standards for waterways, targets for recovering water quality and availability of water resource in the region.

The water resource feed-back was mainly represented by development of the State of São Paulo's Water Resource Situation Report and the PCJ's Water Resource Situation Report. Both reports had

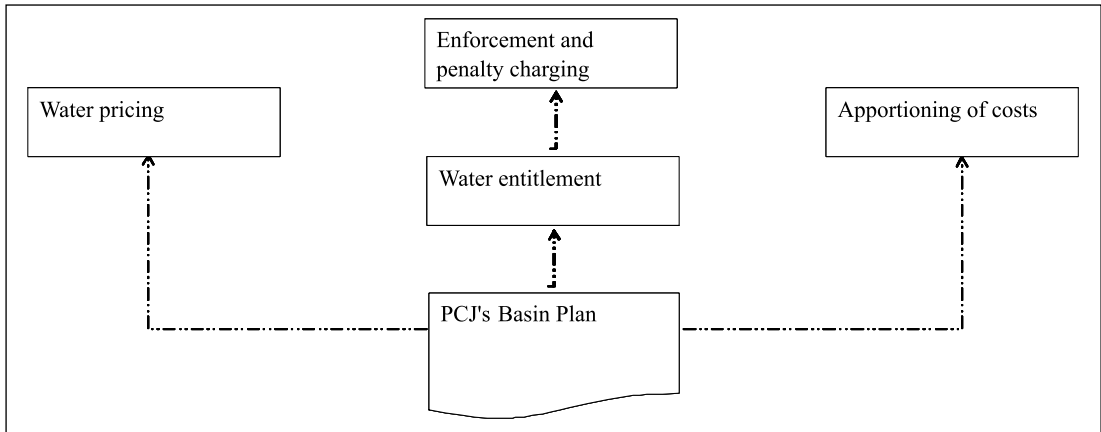


FIGURE 3. Primary processes.

Source: MARCON, G. 2005. *Avaliação da Política Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí*. Doctorate Thesis at Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, Brazil. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-21042005-203718/>. [2008 Sep 14].

enabled access to information on water quality, level of use and follow-up regarding actions deployed, as well as adjustments as required. Even though this information provided a basis for comprehension of the regional issues and actions taken in order to solve problems, there were some problems related to data reliability.

Primary processes, presented in Figure 3, are conveyed by water entitlements, enforcement and penalty charging, water pricing, and apportioning of costs for water infrastructure works.

Except enforcement and penalty charging, other primary processes were supposed to receive enough information from the PCJ's Basin Plans in order to both prioritize water for particular uses and fund actions on water resources management.

Obtaining a water entitlement was a necessary condition for use of water resource from either surface water or groundwater, and for other actions which could alter the water regime, quality or quantity of water bodies. It was not possible to recognize liability of water entitlements and licenses either in the State of São Paulo's Water Resource Plans or related guidelines. The water resource shortage in the PCJ required water allocation through water entitlements and users identification. Improvements in information about the use of water resource for irrigation were expected to be met with the implementation

of a project aimed at organizing data. In the PCJ's Basin Committee meetings, participation of the public had been feasible both in approval of water quality standards for the waterways and in defining conditions of use of regional water resource.

The water pricing process was intended to promote rational use of water and fund water resource management actions. Marcon (2005) performed some simulations considering both the then proposed Law for implementing water pricing in the State of São Paulo and water supply service fees in the PCJ. Such simulations had suggested a low impact of implementing only the water pricing itself in order to advocate rational use of water resource, though.

Enforcement and penalty charging depended on water entitlement and real conditions of water use. CETESB prioritized its enforcement through focusing on the biggest generators of pollution and also provided annual reports on water quality monitoring. CETESB, in addition to the above strategy, performed its enforcement in line with offence reporting. On other hand, DAEE used offence reporting in 70% of its enforcement. Taking into account the shortage of water resource per habitant in the region, the enforcement performed by DAEE should be addressed e.g. to intensive water resource users and others which can cause bigger impacts on the

regional water resource. It was not possible to gather data about penalty charging by DAEE.

The process of apportioning costs for water infrastructure work referred to water resource infrastructure aimed at multiple uses, of common or collective interest. Such infrastructure should have been paid for by its users. The PCJ had not yet developed this process, which is reflected by the lack of discussions and, consequently, requirements absent from this process.

The parameters of this assessment are described next.

Assessment of the PCJ's water resource management based on specific parameters

Two parameters, applicability and frequency of opinions gathered in the interviews, were considered for the PCJ's water resource management assessment.

Applicability referred to feasibility of a full or partial process to be implemented, based on supporting legislation and regulatory documents. The frequency of opinions was calculated per question, regarding how many times a particular opinion was quoted divided by the total number of people asked about the same question. The apportioning of costs for water infrastructure works and water pricing primary

processes had no applicability, based on the lack of supporting legislation and regulatory documents. Also there was no applicability for the PCJ's Basin Agency due to its dependence on funding either from water pricing primary process or municipalities and the public.

The answers to each question and their frequency are summarized in Figures 4, 5, 6 and 7. For each question, the total frequency of opinions added up to more than 100%, as each interviewee was allowed to refer to more than one opinion in their answer.

As can be seen in Figures 4 and 5, most of the interviewees spoke about integration, participation and decentralization. For Figures 6 and 7, water pricing is the most frequent subject in the answers, which can be understood as independent funding, and therefore linked to decentralization.

It was important to consider the interdependency of water resource management, sanitation, protection of sources of water and their surrounding area, and land use, among others. At the same time, the concept of integration should be also used in the quality-quantity water management, shared between CETESB and DAEE, and the hydrological cycle, from erosion prevention and water bodies silting, to development and protection of surface water and groundwater.

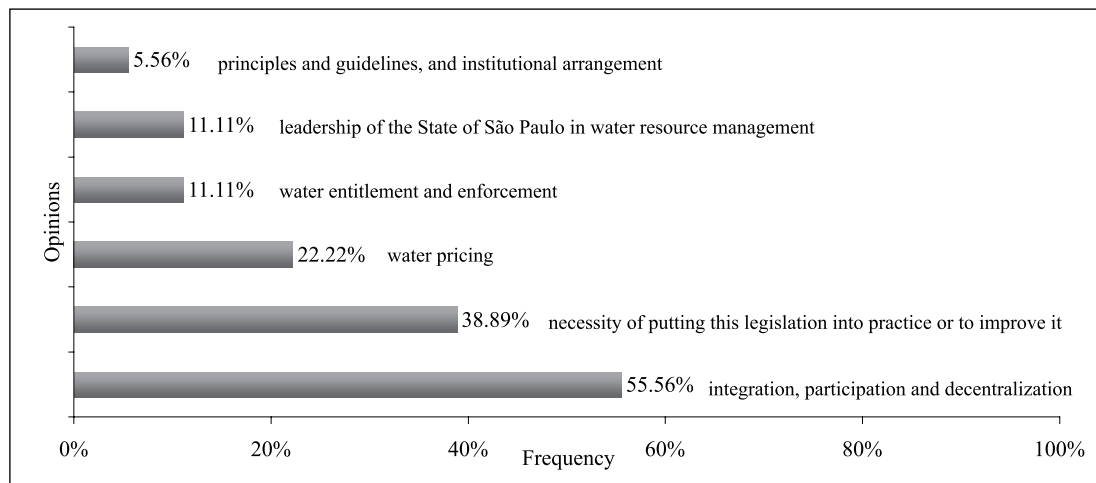


FIGURE 4. Results gathered from the question a) "Are you familiar with the Water Resource Policy of the State of São Paulo? What do you think about it?"

Source: MARCON, G. 2005. *Avaliação da Política Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá*. Doctorate Thesis at Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, Brazil. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-21042005-203718/>. [2008 Sep 14].

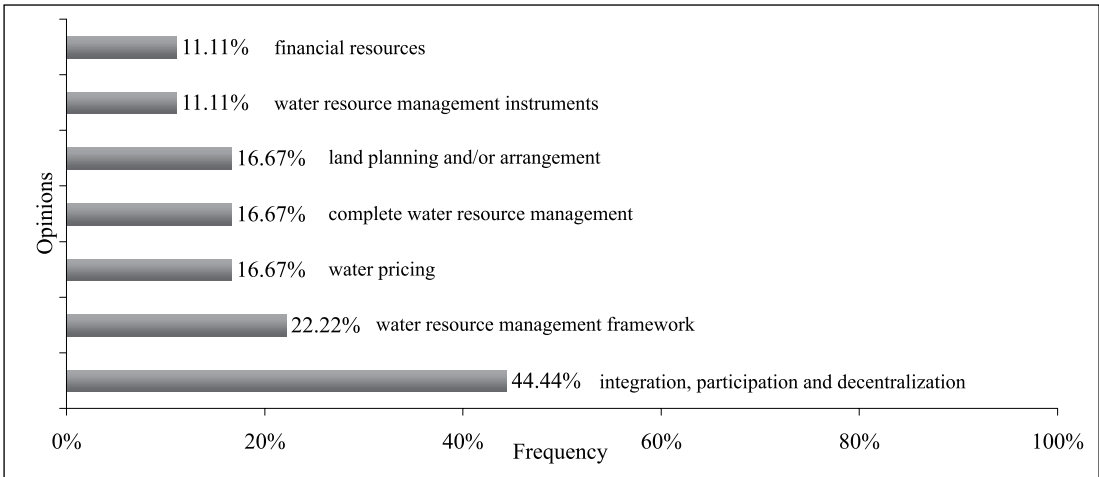


FIGURE 5. Results gathered from the question b) “What do you consider the most important issue in this legislation?”.

Source: MARCON, G. 2005. *Avaliação da Política Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí*. Doctorate Thesis at Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, Brazil. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-21042005-203718/>. [2008 Sep 14].

The water pricing primary process could generate financial resources to the PCJ. Its implementation would also provide funding for its Basin Agency, towards the technical independence to support the PCJ’s Basin Committee’s decisions. Therefore, the partial financial and technical independence achieved by this primary process would boost the decentralization concept targeted by the region.

A particular understanding of the water pricing was in place, aimed at gathering funding for water resource management improvements. The apportioning of costs for water infrastructure works could be also used to improve access to water, but it had not been implemented yet, as was shown in the primary processes discussed beforehand.

The most important objective of the water pricing should be the advocacy for a rational use of water. Although current water supply service fees at the stage of development of this assessment could have been applied also towards this objective, at least one water supply company was offering an optional service with cheaper fees per cubic meter of water, provided the client had a consumption of more than 5,000 cubic meters per month. This situation highlighted a contradiction in which there was a potential

incentive for water consumption in a region with a serious shortage of water.

Enhancement of public participation represented a step towards a better understanding of problems related to water resource in the PCJ. This would mean not only an increase in the number of public representative voting members in the PCJ’s Basin Committee, but also a diffuse participation, e.g. by grass roots organizations, advocating shared responsibility of water resource management and gathering of information on impacts on the environment. Yet municipalities, as decentralized entities, could act as organizing and enforcement authorities in order to accomplish local regulations for environment protection, including water resource.

Regardless of frequency, findings of the interviews could be organized into five categories: i) integration, participation and decentralization; ii) implementation of water pricing and a basin agency; iii) the necessity of putting into practice and enhancing the Law of the State of São Paulo 7.663/91; iv) water resource management structure; v) land organizing and planning. Marcon and Philippi Jr (2007) provided discussion on these subjects, in the context of the assessment of the Water Resource Policy of the State of São Paulo for the PCJ.

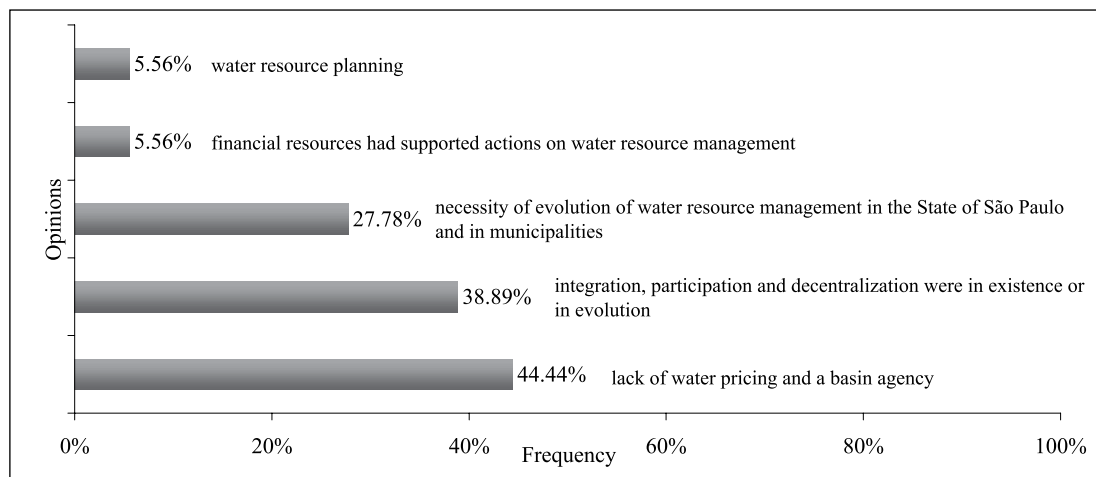


FIGURE 6. Results gathered from the question c) “Do you think this issue (what was considered the most important in the legislation) has been put into practice?”.

Source: MARCON, G. 2005. *Avaliação da Política Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá*. Doctorate Thesis at Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, Brazil. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-21042005-203718/>. [2008 Sep 14].

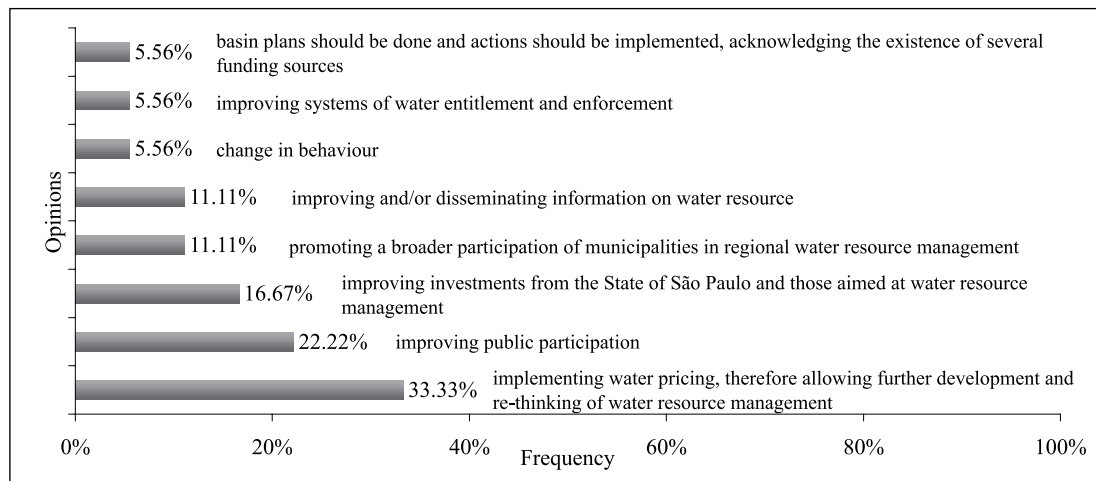


Figure 7 - Results gathered from the question d) “How could it (what was considered the most important issue in the legislation) be implemented or improved?”.

Source: MARCON, G. 2005. *Avaliação da Política Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá*. Doctorate Thesis at Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, Brazil. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-21042005-203718/>. [2008 Sep 14].

The last part of this section is the description of proposals from the author's point of view, which follows.

Proposal of opportunities for improvement of the PCJ's water resource management

Opportunities for improvement of water resource management in the PCJ were defined from the author's theoretical reflections upon strategic, supporting and primary processes and also opinions based on questions a), b), c) and d).

An increase in the range of water quality parameters and more analysis by index e.g. eutrophication, could provide a more productive use of the dense water quality monitoring network owned by CETESB.

The development of a centralized database for plans and water resource situation reports of the PCJ was an important achievement to be met, advocating standardization in data handling for the decision making process on water resource management. Efforts to standardize information should also be focused on dealing with prevention and tackling pollution effects, such as difficulties in treating water for drinking purposes and respective solutions adopted by water supply service companies in the region. Therefore past situations could be organized in order to provide possible solutions in future events of a similar type.

Cooperation between entities participating in water resource management in the PCJ and civil defense services of the State of São Paulo could better support not only municipalities ruling on prevention and tackling of adverse hydrologic events, but also definition of priorities on actions to tackle erosion and floods when necessary.

Other concepts should be developed in order to provide alternatives for implementation of water pricing. Taking into account the increasing demand for water, the water pricing process should be used to lessen the consumption of water. The bigger the consumption, the higher the price to be paid per volume of water, provided water supply service fees are integrated with water pricing values and objectives. The dilution flow concept should also be aggregated in the water pricing process. In addition, risk analysis and management could be used along with water entitlements criteria, taking into account the variation in flow of natural waterways in the region.

The water pricing depended on proper control over the water resource. Such control entailed water

entitlements, licensing, enforcement and penalty charging. It relied on integration of procedures of DAEE and CETESB, which should undertake studies on quantitative and qualitative impacts and related hydrodynamics conditions involved. Partnerships among DAEE, water supply service companies and the public could involve advocating actions in order to regulate water resource uses and implement the Act 518, from 25 March 2004, of the Ministry of Health, then updated version of the Act 1.469/00. This partnership could also provide information for water resource uses allocation.

The water supply service fees should be integrated into the land planning and regional objectives of the PCJ. It was necessary to define sub-river basin areas to be protected and adapt master plans and land use ruling documents of the PCJ's municipalities aimed at water supply to the public.

More public participation in water resource management was possible and examples such as the Community-Based Watershed Management in Santo André, Brazil (CBWM, 2008) should be considered.

The improvement of water resource management in the PCJ depended mostly on a change in behavior of water users. Environmental education had a lot to contribute in this process (Philippi Jr and Pelicioni, 2000).

Conclusions about the main aspects of the results presented up to this stage are summarized in the coming section.

CONCLUSIONS

Information gathered from documental sources was important to comprehend the context and background of the water resource management of the PCJ, as well as to provide significant information for discussion. Opinions gathered from interviews offered insight into the Water Resource Policy of the State of São Paulo and priorities for the region.

The representation of the Water Resource Policy of the State of São Paulo in strategic, supporting and primary processes supported a better understanding of water resource management issues, from definition of ultimate goals to development of ways to implement solutions, resulting in actions to be taken by water resource management entities.

Parameters for this assessment, such as applicability and frequency of opinions gathered from the interviews, were used to establish objective criteria on the implementation of the Water Resource Policy

of the State of São Paulo in the PCJ. Opportunities for improvements in water resource management actions proposed by the author provided a theoretical counterpoint to challenge the regional view.

As a result, this particular assessment may support a model for analysis and re-thinking in other river basins in Latin America and around the world, thereby allowing improvements towards the evolution of water resource management.

ACKNOWLEDGMENTS

Acknowledgments to *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP* - for its support of the Doctorate of Giuliano Marcon, Thesis *Avaliação da Política Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí*, defended in 2005 at *Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo*, Brazil.

Referências

- [CBWM, 2008] *Community Based Watershed Management in Santo André, Brazil*. 2008. <http://www.chs.ubc.ca/brazil/>. [2008 Sep 14].
- HRONEC, SN. 1994. *Sinais vitais: usando medidas de desempenho da qualidade, tempo e custo para traçar a rota para o futuro de sua empresa*. São Paulo, Brazil: Makron Books.
- MARCON, G. 2005. *Avaliação da Política Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí*. Doctorate Thesis at Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, Brazil. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-21042005-203718/>. [2008 Sep 14].
- MARCON, G; PHILIPPI JR, A. 2007. Avaliação da Política Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* V12 N3 p199-209.
- PHILIPPI JR, A; PELICIONI, MCF. 2000. Alguns pressupostos da educação ambiental. In: PHILIPPI JR, A; PELICIONI, MCF, editors. *Educação Ambiental: desenvolvimento de cursos e projetos*. São Paulo, Brazil: Signus. p3-5.

Giuliano Marcon Núcleo de Informações em Saúde Ambiental - NISAM, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brazil (giulianomarcon@hotmail.com).

Arlindo Philippi Jr Departamento de Saúde Ambiental, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brazil (aphij@usp.br).

Desafios para a gestão de recursos hídricos e o desenvolvimento urbano

Arlindo Philippi Jr.
Giuliano Marcon
Luis Eduardo Gregolin Grisotto

RESUMO: O trabalho objetiva analisar demandas e condições para integração intersetorial e interinstitucional entre políticas, planejamento e gestão de recursos hídricos, saneamento e desenvolvimento urbano, propondo estratégias para enfrentar os desafios que se apresentam. Focalizam-se conflitos para a efetividade dessa integração, avaliando-se seus efeitos e especificidades no gerenciamento de águas urbanas de áreas conurbadas e metropolitanas. Esta temática é analisada em áreas urbanas das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, Estado de São Paulo, Brasil, como estudo de caso. Em conclusão, são apresentadas propostas e recomendações visando o equacionamento das questões abordadas.

PALAVRAS-CHAVE: gestão de recursos hídricos; bacias hidrográficas; desenvolvimento urbano; planejamento; saneamento.

ABSTRACT: The purpose of this paper is to analyze demands and conditions for inter-sector and inter-institutional integration between policies and systems for the planning and management of water resources, environmental sanitation and urban development, and to propose strategies to confront the challenges that appear. We focus on the possible obstacles against achieving this integration, assessing their effects and specific characteristics in the management of urban waters in amalgamated and metropolitan areas. This issue is analyzed in urban areas of the Piracicaba, Capivari and Jundiá River Basins, in the State of São Paulo, Brazil, taken as a case study. In conclusion, we present proposals and recommendations for addressing the issues covered.

KEYWORDS: water resources management; watersheds; urban development; planning; sanitation.

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS EM ÁREAS URBANAS: DILEMAS E INQUIETAÇÕES

Nos anos recentes, a compreensão dos problemas ambientais e urbanos deixou de se restringir, meramente, a uma leitura compartimentada das cidades, ou mesmo a um conjunto justaposto de conflitos e desafios para o seu desenvolvimento. Hoje, há espaço para formas mais integradas de análise dos diversos fenômenos sociais e urbanos que - por essência e vocação - se aderem ao *modus*, não menos ousado, de regular e organizar as cidades, segundo as suas aptidões e a função social para a qual se prestam.

Inegavelmente, um dos principais fenômenos refere-se ao processo de urbanização. É preciso lembrar que a população urbana mundial multiplicou-se de forma pronunciada nas últimas décadas, evolução esta desigual e heterogênea, concentrando maiores

contingentes e taxas de urbanização em regiões economicamente mais desenvolvidas, como as regiões metropolitanas, vinculada ao processo de industrialização, à extensão e complexidade crescente do setor de serviços, à maior ou menor concentração da propriedade fundiária, ao tipo de cultura agrícola praticada ou, mais localizadamente, às restrições de caráter ambiental.

As conseqüências desse processo acentuam-se, de modo mais evidente, nas áreas conurbadas e regiões metropolitanas, com toda a sorte de problemas e conflitos sociais, econômicos e ambientais. Nas metrópoles, a secular combinação de complexidade física e político-administrativa, com a presença de níveis acentuados de miséria social, configura um cenário de dificuldades que é específico a estas aglomerações, e que requer, em muitas ocasiões, posturas, planejamento e intervenções públicas, senão ousadas,

bastante criativas e articuladas, aplicáveis à grande parte dos países em desenvolvimento. E, em matéria de planejamento e gestão, há um longo caminho a se percorrer.

No caso do Brasil, o desafio se inicia pela própria organização do Estado onde, na condição de república federativa, se estabelece a repartição de competências entre os chamados entes federados – a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios – para o planejamento, a gestão e a prestação de serviços públicos. Esse tipo de organização obedece, além do critério político-administrativo e organizacional, a lógica da divisão territorial brasileira, onde cada ente federado controla e administra o espaço geográfico correspondente. O que se põe em evidência, neste caso, é a aparente dificuldade de integração deste tipo de organização com as formas mais recentes de planejamento e gestão do espaço territorial do País, tais como as regiões metropolitanas e as bacias hidrográficas, as quais abrangem mais de um município e são, usualmente, constituídas em função de características ou interesses comuns, sejam estes relacionados ao desenvolvimento econômico e social, proteção ambiental e de recursos hídricos ou, propriamente, às características físico-territoriais e urbanas (como é o caso das regiões metropolitanas conurbadas, tais como São Paulo, Curitiba, Rio de Janeiro, entre outras).

Tanto nas regiões metropolitanas quanto nas bacias hidrográficas, o interesse regional é nítido, extravasando os limites das competências ou dos interesses meramente locais. Ainda que os sistemas de planejamento e gestão das regiões metropolitanas ou de bacias hidrográficas tenham concretude e demonstrem um grau de maturidade cada vez maior no Brasil, estes não superpõem ou substituem as autonomias político-administrativas dos entes federados, cuja questão é um dos principais fatores de conflitos atualmente verificados. De outro modo, o interesse comum ou regional não pode ser entendido como mera somatória de interesses municipais adjacentes dentro da mesma região, tampouco de percebê-la mecanicamente, como conjuntos justapostos. O interesse comum integra, por sua própria natureza, a unidade orgânica de medidas e operações que não suportam divisão de elementos simples e localizados. Ou seja, o interesse comum está expressamente referido à unidade operacional a ser constituída de uma diversidade representada pelos Municípios agregados de uma determinada região ou bacia hidrográfica, associados ao Estado Federado.

Seu reconhecimento jurídico é, por conseqüência, resposta institucional para problemas urbano-regionais de caráter complexo e de dimensões supralocais. Tais dimensões, no entanto, não estão diretamente referenciadas à ocupação física de espaços supramunicipais, mas sim aos efeitos, impactos ou polarizações que eventualmente esses problemas possam exercer no entorno regional, nacional e até internacional.

Dos problemas relacionados à organização do Estado desdobram-se outros mais diretamente associados ao processo de planejamento e gestão setorial. Ainda que o exercício do planejamento e da gestão tenham sido restauradas ou incentivadas por um processo recente de estabilização da economia do Brasil e pela mudança das visões e das práticas dos atores sociais e dos agentes públicos, subsistem problemas na integração dos planos, projetos, programas, etc. com o contexto regional ora enunciado.

Primeiro, há um conjunto de planos estratégicos, setoriais, orçamentários, etc. que não se articulam, mesmo dentro de um mesmo ente federado (Município, Estado, etc.). Essa situação se deve a um conjunto de fatores e limitações, tais como:

- as limitações da legislação que define e caracteriza os planos;
- a dificuldade de integração entre os órgãos da administração pública responsáveis pela proposição e discussão das propostas contidas nos planos;
- a desarticulação entre os instrumentos de gestão técnica e orçamentária (Fundos, Sistemas de Informações, etc.), onerando ou tornando mais complexos os sistemas integrados de planejamento e gestão;
- os conflitos de competências, na medida em que os sistemas de planejamento e gestão regional não são supervenientes às autonomias dos entes federados; etc.

Em segundo lugar, não há coincidência temporal entre o processo de elaboração e implementação desses planos e os mandatos da administração pública, cuja descontinuidade não permite que o planejamento e a gestão de longo prazos se consolidem. Esta é uma das principais preocupações dos planejadores atuais, porquanto implicam num minucioso estudo para a viabilização de recursos e investimentos, vinculados aos respectivos planos de governo e estratégias de desenvolvimento municipal, estadual ou nacional.

Por fim, e não menos importante, estão as dificuldades na compatibilização entre os planos setoriais com o planejamento estratégico – ou o macroplanejamento – dos entes federados, das regiões metropolitanas ou das bacias hidrográficas, cuja tarefa é um dos principais desafios na atualidade. Trata-se de uma *integração vertical*, onde as ações, projetos e programas setoriais devem estar vinculadas às propostas de desenvolvimento local e regional, ao planejamento orçamentário e às diretrizes para a gestão sustentável do território.

Esse descompasso, decorrente das diversas condições e situações apresentadas, pode ser ilustrado na Figura 1 seguinte, cujo exemplo se aplica ao Estado e ao Município de São Paulo.

Segundo a Figura 1, observa-se que o *timing* de elaboração e revisão quadrienal dos planos de recursos hídricos e de proteção dos mananciais, por exemplo, não se compatibiliza com a lógica de atualização dos planos diretores municipais, com frequência decenal, e com o mandato do Poder Executivo Municipal, o que não exime a possibilidade de existência de outros problemas, tais como a não coincidência destes com

os planos plurianuais e leis de diretrizes orçamentárias provocando, com efeito, um descolamento funcional.

Muito embora as políticas setoriais, especialmente as políticas de recursos hídricos, estabeleçam a necessidade de integração de instrumentos técnicos e de planos setoriais, sua institucionalização é de difícil equacionamento, a iniciar-se por divergências temporais. Instrumentos técnicos, tais como as outorgas, licenças ou sistemas de informações, também não encontram mecanismos de articulação ou unificação, muitas vezes coexistindo numa mesma região ou bacia hidrográfica sistemas tecnologicamente diferentes, mas operados com finalidades semelhantes, tal como o caso dos sistemas de fiscalização e monitoramento do uso e ocupação do solo, monitoramento hidroambiental, mapeamento e georreferenciamento.

À referida falta de integração aliam-se deficiências e limitações administrativas e orçamentárias, normalmente acrescidas da falta de capacidade técnica, de corpo gerencial e de estrutura de planejamento compatíveis com as demandas da gestão urbana sustentada.

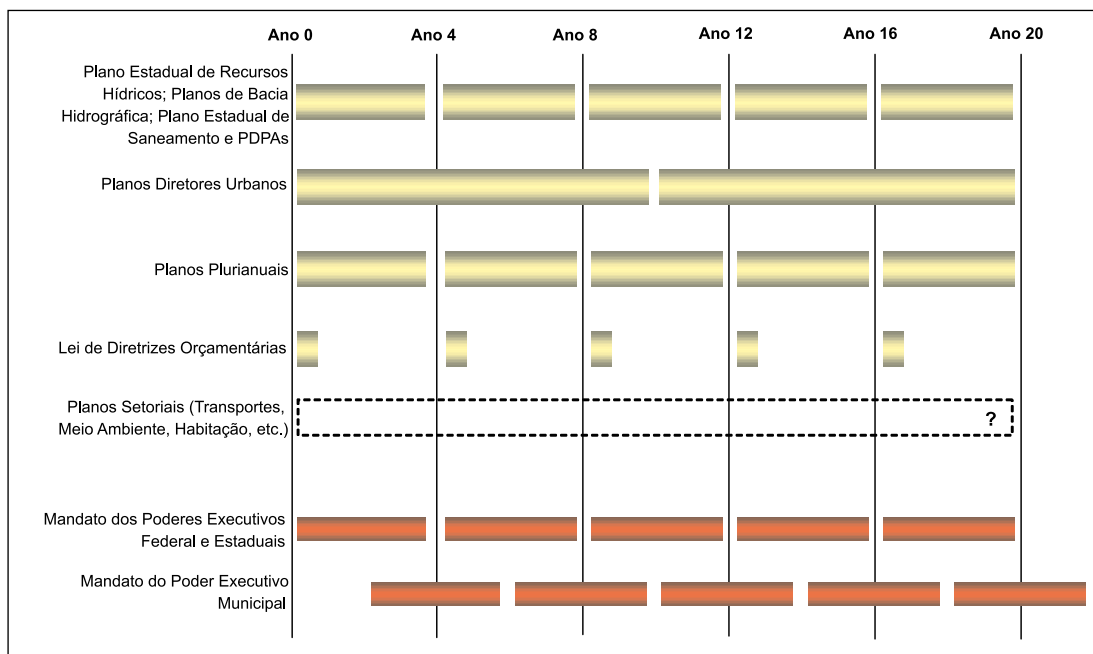


FIGURA 1. Vinculação entre o planejamento ambiental e urbano e a administração pública no Estado de São Paulo

Corroboram com estas questões, o fato de que a tradição de cooperação entre diferentes esferas de governo ou entre diferentes organizações de natureza pública é, ainda, bastante reduzida e limitada, de modo que os esforços institucionais mais recentes voltados ao tratamento mais abrangente da questão urbana, principalmente em relação à gestão de recursos hídricos, ainda carecem de ganhos relevantes (Bittencourt e Araújo, 2002).

Com isso, objetiva-se analisar demandas e condições para integração intersetorial e interinstitucional entre políticas, planejamento e gestão de recursos hídricos, saneamento e desenvolvimento urbano, propondo estratégias para enfrentar os desafios que se apresentam. A partir de revisão bibliográfica sobre esta temática e da experiência pessoal dos autores, foca-se os níveis de relacionamento funcional entre as políticas, planejamento e gestão destes setores, comentados a seguir.

DEMANDAS PARA INTEGRAÇÃO DAS POLÍTICAS DE RECURSOS HÍDRICOS, SANEAMENTO E DESENVOLVIMENTO URBANO

O planejamento e a gestão dos recursos hídricos, embora recobertos de uma série de especificidades, estão crescentemente apegados aos ritos de planejamento e gestão urbana e do setor de saneamento, tornando-se cada vez mais difícil dissociá-los entre si. Nas grandes metrópoles, as políticas, planos, programas e empreendimentos urbanos, relacionados à provisão de infra-estrutura, habitação, desenvolvimento econômico e social, proteção ambiental, fortalecimento institucional, entre outros, já não conseguem ser viabilizados sem, antes, observar e respeitar diretrizes e condicionantes destas políticas setoriais, o que requer, normalmente, um estudo profundo das restrições jurídico-legais, da organização institucional vigente e do relacionamento funcional, entre os diversos instrumentos e dispositivos aplicáveis à sustentabilidade hídrica nas áreas conurbadas. O relacionamento funcional deve ser entendido, aqui, como o conjunto de vínculos e relações estabelecidas ou factíveis que se viabiliza e se organiza em torno do exercício de atividades, atribuições, competências, responsabilidades e funções diversas. Esse relacionamento, portanto, somente se justifica quando há uma função – normalmente carregada de um sentido de utilidade e de interdependência – que atue como elo de ligação entre políticas, sistemas de

planejamento e de gestão, instituições, instrumentos e ferramentas de gestão.

Desse relacionamento funcional entre as ditas políticas setoriais e de recursos hídricos nascem as chamadas *redes de vínculos*, que correspondem às formas de dependência, associação e vinculação *operacional e institucional* entre elas. Pela *vinculação operacional*, entende-se toda a forma de relacionamento dos mecanismos e instrumentos de gestão, bem como a integração de processos de implementação e operacionalização das políticas, como é o caso típico dos procedimentos de licenciamento ambiental, do uso e ocupação do solo e as outorgas de direitos de uso das águas, cujos instrumentos guardam forte correspondência quando da aprovação de empreendimentos ambientalmente impactantes. A *vinculação institucional*, a seu tempo, refere-se aos diferentes modos e arranjos que articulam as instituições responsáveis pela formulação, atualização, implementação, execução e sustentação das políticas e modelos de gestão, o que significa, em termos práticos, a abertura de espaços de interlocução e de concertação política e institucional em favor da efetividade dos sistemas de gestão. É, também, no nível de vinculação institucional que se inclui a gestão descentralizada, democrática e participativa, marca indelével de recentes políticas de recursos hídricos e de grande parte das políticas e normas aplicáveis à gestão das águas urbanas, sobretudo na América Latina.

Da análise mais focalizada do trinômio recursos hídricos – saneamento – desenvolvimento urbano em regiões metropolitanas, pode-se estabelecer uma rede de vínculos funcionais entre as políticas e as ações de planejamento tal qual apresentadas na Figura 2 adiante.

No centro da figura, encontra-se a condição desejada de sustentabilidade e de equilíbrio entre as políticas e planos, nos níveis local ou regional, sobre a qual devem se apoiar todos os esforços de integração funcional e articulação institucional dos temas de recursos hídricos, saneamento e desenvolvimento urbano.

Essa condição, na verdade, implica numa série de critérios e diretrizes para o aproveitamento e a utilização dos recursos hídricos e naturais a serem incorporados ao desenvolvimento urbano e às práticas de uso e ocupação do solo, local ou regionalmente. Da mesma forma, uma vez que não mais persistam conflitos e desequilíbrios entre o desenvolvimento regional (desenvolvimento econômico, social, político e administrativo, tecnológico, etc.) e o meio

ambiente, favorece-se a condição de sustentabilidade, explicando-se, com isso, o seu posicionamento central na figura apresentada.

Na esfera mais próxima ao centro, das políticas, são caracterizadas as principais condições para a ideal integração de objetivos, fundamentos e diretrizes de cada política pública. A política de recursos hídricos, em diferentes níveis de governo, define, por exemplo, limites e condições para o aproveitamento dos recursos hídricos (inclusive sob situações de escassez e racionamento), buscando proteger as áreas ambientalmente vulneráveis tais como os mananciais de abastecimento público. Essa condição deve ser observada quando da definição das políticas urbanas locais e dos cenários de desenvolvimento municipal, tendo os planos diretores de desenvolvimento como o seu principal instrumento de viabilização.

Em grande parte das bacias hidrográficas situadas em áreas urbanas densas, tais como nas Regiões Metropolitanas de São Paulo - RMSP, Cidade do México, Buenos Aires, Rio de Janeiro, etc., dada a complexidade dos problemas relativos às áreas de proteção aos mananciais, esses insumos estão sendo fundamentais para a definição das leis e dos parâmetros urbanísticos dos municípios inseridos nestas áreas críticas, o que não significa, de outro lado, que todas as municipalidades já tenham revisado ou implantado os seus planos diretores locais de desenvolvimento urbano. Subsistem problemas relacionados à autonomia municipal para disciplinamento do uso e ocupação do solo – em alguns países superveniente às diretrizes estaduais – acrescida da recorrente deficiência na capacidade técnica e financeira dos municípios para o controle e fiscalização da ocupação desordenada e das invasões, principalmente em fundos de vale e áreas críticas do ponto de vista geotécnico. Nesse quesito, há que serem ressaltados os efeitos da ocupação irregular, com destaque para o lançamento de efluentes não tratados em córregos e rios de áreas densamente povoadas; o aporte de cargas difusas e resíduos sólidos no assoreamento dos corpos d'água; a impermeabilização das áreas urbanas; a canalização de riachos, etc., muitos deles com conseqüências diretas sobre o sistema de drenagem e, por conseguinte, no aumento da frequência de inundações (Tucci, 2004a).

Em contrapartida, a política de desenvolvimento urbano, ao definir objetivos e abrigar noções importantes como a função social da propriedade urbana, o direito à cidade, a qualidade de vida urbana, a gestão democrática da cidade, etc., acabam por orientar e

direcionar o equacionamento dos problemas e conflitos inerentes aos recursos hídricos, estabelecendo diretrizes, condições e estratégias a serem seguidas durante a execução das políticas de recursos hídricos e a gestão das águas urbanas.

Ainda na esfera das políticas públicas, há um segundo nível de inter-relacionamento funcional entre as diretrizes de recursos hídricos e de desenvolvimento urbano que corresponde, efetivamente, à vinculação institucional, seguramente um dos pontos de maior fragilidade do sistema.

No âmbito das políticas urbanas locais pode haver uma multiplicidade de órgãos e entidades públicas – da administração direta e indireta – responsáveis pela coordenação da política urbana, variando de acordo com a estrutura organizacional de cada administração e, normalmente, sujeita a alterações a cada mudança de governo. Nas regiões metropolitanas, grande parte das administrações que possuem estruturas para o planejamento e a gestão urbana designam os seus órgãos de Planejamento, Desenvolvimento Urbano, Habitação e Meio Ambiente para a orientação e organização da política urbana, fato este que não suprime as dificuldades internas para integração intersetorial e interinstitucional. Conta-se, a perder de vista, o número de comissões, câmaras técnicas e unidades executivas descentralizadas responsáveis pelo acompanhamento e execução das diretrizes e estratégias de desenvolvimento urbano, porém desajustadas, em larga medida, de um sistema de gestão unificado e eficiente. É bem verdade que muitas das leis, decretos e normas que detalham as atribuições de cada um desses órgãos exigem um razoável esforço institucional para a democratização das decisões, que importam na sustentabilidade ambiental e urbana das cidades. Tradicionalmente, porém, esta realidade ainda não faz parte do *modus operandi* das administrações públicas, revelando-se um processo carente de amadurecimento e de engenhosa construção de consensos e pactuações políticas.

Em muitos países da América Latina, no nível metropolitano e de modo mais grave, há deficiências no arranjo institucional ou nos modelos de gestão regional que permitam criar interfaces com o sistema de gestão das bacias hidrográficas.

Dessa forma, a desejável convergência institucional e organizacional da gestão urbana com a de recursos hídricos não se edifica. Mesmo que a gestão de recursos hídricos esteja estruturada e formalmente instituída, há pouco estímulo, sobretudo econômico, para a atração dos municípios e administrações

públicas ao planejamento e à gestão integrada, exceção feita ao debate de questões emergenciais ou de prioridades na alocação de investimentos oriundos de fontes externas de financiamento, tais como do Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID, Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento – BIRD, etc. De outro lado, não há cultura institucional e de planejamento local ou regional que dê conta de incorporar as estratégias de sustentabilidade hídrica metropolitana às políticas urbanas locais, o que se revela por meio de problemas de representatividade e envolvimento municipal nos comitês e sub-comitês de bacia hidrográfica, em conflitos políticos e na insuficiência de recursos financeiros por parte dos municípios metropolitanos.

Essas disfunções são ainda mais pronunciadas no relacionamento entre a política de desenvolvimento urbano e a de saneamento. Na Figura 2 apresentada, há uma forma de relacionamento ideal que promove uma “troca” de insumos e diretrizes para a prestação

e regulação dos serviços de saneamento: de um lado a política urbana definindo objetivos e ações estratégicas com vistas, principalmente, ao ordenamento territorial, ao desenvolvimento social e econômico e à melhoria das condições sanitárias e de qualidade de vida da população; de outro, a política de saneamento, gerando demandas e estabelecendo diretrizes para os investimentos públicos e privados e para a própria gestão dos serviços, compatíveis com as especificidades locais e com a capacidade de suporte de cada localidade.

Em termos práticos, contudo, essa combinação não é tão simples. Além dos problemas atinentes à gestão urbana, já enunciados, há que ser considerada a inexistência, em muitos países, de políticas de saneamento que definam as diretrizes gerais para a regulação e a gestão do setor, orientando, por exemplo, questões estratégicas como a universalização dos serviços, a titularidade, o disciplinamento dos subsídios fiscais, as regras para o financiamento e as

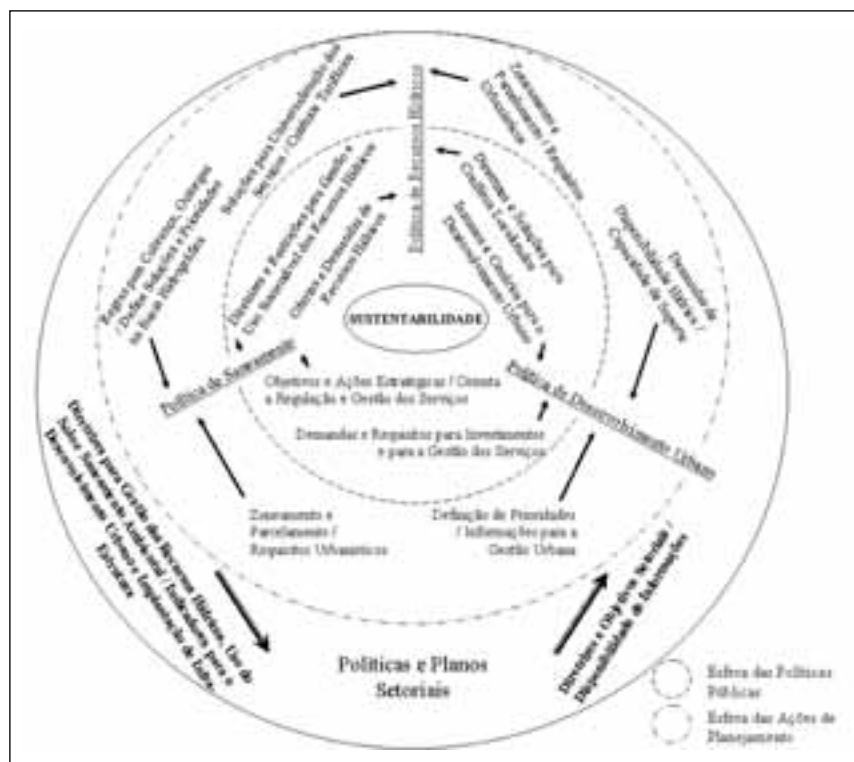


FIGURA 2. Vínculos funcionais entre políticas e planos de recursos hídricos, saneamento e desenvolvimento urbano visando sustentabilidade.

formas de regulação e controle, aí incluídas as formas de participação da sociedade. Além disso, as políticas terminam por se corporificar, muitas vezes, na figura da concessionária ou empresa de saneamento e no exercício dos serviços autônomos ou privatizados que regulam e controlam a prestação de serviços em suas áreas de abrangência, estabelecendo, com isso, os preços e tarifas a serem aplicadas (Tucci, 2004a).

Estes cenários vêm dando margem a iniciativas de muitas localidades e municípios – de forma superveniente a uma política de caráter regional - buscando estabelecer regras e critérios próprios para o controle e a supervisão dos serviços de saneamento, apoiando-se em pressupostos legais. Se, por um lado, essas políticas são benéficas ao processo de estruturação e organização do setor, não há, em contrapartida, relacionamento efetivo com metas ou objetivos regionais, estaduais ou nacionais, o que realça uma situação de pulverização de poder, ou mesmo, de isolamento institucional.

Em contrapartida, há uma tentativa declarada, por parte da maior parte do Poder Público, de regulamentar a política e os instrumentos de gestão do setor de saneamento e de desenvolver estudos sobre marcos regulatórios mais flexíveis e coerentes com as demandas emergentes de melhoria na qualidade dos serviços de água e esgoto.

Por fim, e não menos importante, está a articulação entre as políticas de recursos hídricos e de saneamento, cujo relacionamento é, por essência, bastante próximo. O saneamento, composto, entre outros, pela produção e abastecimento de água, e coleta e disposição de resíduos líquidos, representa parte dos sistemas hídricos urbanos (Tucci, 2004b), induzindo a uma série de interfaces operacionais e institucionais como, por exemplo, o relacionamento dos órgãos e foros colegiados de gestão.

Questões como a proteção dos mananciais de abastecimento e da qualidade hídrica são igualmente estratégicas para ambas as políticas públicas, o que se resume, quase sempre, a um debate conjunto para a formulação de propostas integradas de mitigação de impactos e de investimentos em infra-estrutura, como no caso da ampliação das capacidades de tratamento, reservação e distribuição de água. É nesse espírito que a política de saneamento, tal como representada na Figura 2, deve fornecer elementos e informações sobre a oferta e a demanda de recursos hídricos para que o sistema de gestão de recursos hídricos tenha condições de estruturar as estratégias e os limites para a operacionalização dos instrumentos

de gestão. Em complemento, a política de recursos hídricos, ao definir as diretrizes e estabelecer as restrições para a gestão e para o uso sustentável das águas, deve motivar a qualificação dos serviços de saneamento mediante a universalização e a melhoria no atendimento, ajustadas às prioridades e estratégias definidas pelos órgãos colegiados e, portanto, sujeitas ao controle social por parte da sociedade e dos usuários de recursos hídricos.

Além das questões até aqui abordadas, há uma outra dimensão de análise que corresponde à esfera mais externa da Figura 2, relativa às *ações de planejamento*, que, da mesma forma, merecem ser destacadas.

Os critérios e diretrizes que orientam a formulação do nível superior do planejamento dos recursos hídricos se vinculam à formulação dos outros dois instrumentos disponíveis, apresentados num plano inferior da figura, ou seja, os planos urbanísticos (incluindo-se os planos diretores municipais e os planos de desenvolvimento e organização territorial) e os planos de saneamento, que por sua vez, balizam o desenvolvimento e a elaboração dos planos setoriais.

No que concerne ao planejamento, a figura ainda comporta uma linha imaginária de “limite das soluções específicas”, cuja linha poderia delimitar dois blocos distintos: os temas de caráter regional, aos quais associam-se soluções e diretrizes gerais relacionadas aos interesses comuns metropolitanos, ao macro desenvolvimento e ao planejamento integrado, onde se inclui o meio ambiente, na sua forma mais ampla e abrangente; e as soluções específicas propriamente ditas, onde se situam os planos locais e de bacia hidrográfica, de organização territorial e os planos setoriais e onde está expressa a estreita relação entre uso do solo e os recursos hídricos.

Os planos de desenvolvimento urbano local ou metropolitano, como referencial dos interesses municipais ou comuns, são os instrumentos que subsidiam os planos de bacia hidrográfica e os planos de saneamento quanto aos requisitos e parâmetros urbanísticos, inerentes ao zoneamento e ao parcelamento do solo urbano, aí incluídas projeções e tendências socioeconômicas, de crescimento demográfico e de vetores de expansão urbana, essenciais para o dimensionamento da situação de deterioração ambiental e de evolução da disponibilidade e da qualidade hídrica. No outro sentido, os planos de recursos hídricos subsidiam o planejamento urbano estipulando as demandas e disponibilidades hídricas frente à capacidade de suporte do ambiente urbano, fundamentais para a seleção de estratégias de ex-

pansão e crescimento urbano, de desenvolvimento social e econômico e de priorização de investimentos aplicáveis, por exemplo, aos planos orçamentários e governamentais.

Os planos de recursos hídricos também respaldam os planos urbanísticos com relação às informações sobre os usos e usuários da água na sua área de abrangência, sobre a situação quantitativa e qualitativa dos recursos e os insumos técnicos, econômicos e ambientais para o apoio às atividades de desenvolvimento local e regional. Situação análoga ocorre na relação entre os planos de saneamento e o planejamento urbano, o primeiro fornecendo informações importantes para a gestão, tais como as características e restrições físicas e econômicas para a expansão dos serviços – sobretudo nas áreas mais pobres –, as programações de investimentos e de melhorias tecnológicas, etc.

Num nível mais íntimo, os planos de saneamento e de recursos hídricos pressupõem uma integração mais profícua, principalmente na articulação de instrumentos técnicos e operacionais de gestão presentes em muitos países, como por exemplo, a interação entre a cobrança pelo uso dos recursos hídricos e as outorgas de direito de uso dos recursos hídricos, bem como a operacionalização de tarifas com base nas prioridades estabelecidas por comitês de bacias hidrográficas. Todavia, cumpre assinalar os possíveis desdobramentos dessas ferramentas na gestão compartilhada dos recursos hídricos e do uso do solo, cujo exemplo de integração já rendeu frutos bastante positivos, como o desenvolvimento de modelos de simulação e correlação uso do solo-qualidade da água, sistemas georreferenciados de análise e sistemas gerenciais de informações, cujo emprego vem se refletindo na elaboração e aperfeiçoamento do arcabouço jurídico-institucional de muitos sistemas de gestão. Da mesma forma, no âmbito operacional dos dois sistemas de gestão têm destaque as articulações entre os fundos de recursos hídricos e de saneamento, sobretudo nas questões atinentes ao planejamento e programação de aplicação de recursos nas áreas de mananciais metropolitanos, cujo assunto deve ser explícito nas respectivas políticas. Para a consolidação dessa integração, faz-se, também, necessário que os regulamentos de ambos os fundos tratem das diretrizes e critérios gerais dessa articulação, assegurando que os objetivos de ambos os sistemas sejam viabilizados e implantados.

Finalmente, os planos setoriais recebem dos três sistemas de planejamento (hídrico, urbano e de

saneamento) subsídios sobre a oferta e demanda de recursos hídricos, sobre regras e diretrizes para uso e a ocupação do solo e saneamento ambiental, bem como indicadores para o desenvolvimento urbano e implantação de infra-estrutura. Em fluxo contrário, subsidiam todos os planos quanto aos aspectos pontuais relacionados a conflitos e aspectos específicos, de âmbito local ou regional, alimentando os sistemas de informações e contribuindo de forma efetiva para o planejamento e a gestão integrada das águas urbanas.

PLANEJAMENTO E GESTÃO DE ÁGUAS URBANAS: O CASO DAS BACIAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ, ESTADO DE SÃO PAULO, BRASIL

Panorama regional para a integração

Entre os problemas associados à integração funcional das políticas de recursos hídricos e de desenvolvimento urbano no Brasil, podem ser destacado, como ponto central, a falta de articulação institucional e dos instrumentos de gestão, e a incompatibilidade temporal entre planos e períodos da administração pública, questões essas de difícil equacionamento no curto prazo.

No caso da Política de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, instituída por meio de Lei Estadual em 1991, define-se como responsável por sua implementação o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SIGRH, composto por órgãos e entidades colegiadas, entre elas um Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CRH e Comitês de Bacias Hidrográficas, ambos contando com a participação do poder público e de representantes da sociedade civil na sua estrutura.

Os Comitês de Bacia assumem um papel central na elaboração e viabilização de estratégias locais e possuem, entre outras, atribuições de resolução de conflitos, bem como de consolidação de planos relacionados a recursos hídricos em sua área de abrangência (estadual e de bacias hidrográficas, respectivamente). Compõem ainda o SIGRH, um Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos - CORHI, um Conselho de Orientação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos - COFEHIDRO, o Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE, como responsável pela outorga de direitos de uso dos recursos hídricos e fiscalização de seu uso, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB, como responsável pelo licenciamento e fiscalização de atividades poluidoras de

recursos hídricos, e a agência de bacias, com a função de apoiar técnica e financeiramente o comitê de bacia hidrográfica, atuando como seu “braço executivo”.

Para ajustar-se a esse sistema, as políticas de desenvolvimento urbano do Estado de São Paulo não dispõem de mecanismos eficazes de articulação que assegurem a sinergia e a compatibilidade com a necessidade do desenvolvimento e da sustentabilidade regional, ainda que no nível local (nos municípios) haja legislações que estimulem um íntimo relacionamento entre elas. Incluem-se, no rol dessas legislações, as lei orgânicas municipais, obrigatórias a partir da Constituição Federal de 1988 (Oliveira, 2000) e a recente diretriz brasileira para a elaboração e implementação da Política Urbana em todo o território nacional, através da Lei Federal que instituiu o chamado Estatuto da Cidade.

Essa articulação institucional é, ainda, mais complexa no nível metropolitano. No Brasil, conforme afirmam Grisotto e Philippi (2004), desde a Constituição Federal de 1967, o conceito de região metropolitana esteve sempre sob discussão, em que se questionava a existência de um governo metropolitano, até que, em 1973, se estabelecessem as primeiras oito regiões metropolitanas do País, entre elas a Região Metropolitana de São Paulo - RMSP. Neste processo previu-se, para a RMSP, um esquema diretivo a cargo de um Conselho Deliberativo e outro Consultivo indicando os chamados serviços comuns de interesse da Região Metropolitana. Porém, a Constituição Federal de 1988 afastou, definitivamente, os princípios de centralização expressos na Constituição Federal de 1967, conferindo autonomia aos entes federados e destinando aos estados a faculdade de instituir, mediante lei complementar, regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões, constituídas por agrupamentos de municípios limítrofes, para integrar a organização, o planejamento e a execução do que se chamou de *funções públicas de interesse comum*. Daí por diante, nem os ditos Conselhos nem os órgãos técnicos vinculados ao planejamento metropolitano conseguiram se articular para o exercício efetivo da gestão do espaço metropolitano, fazendo adormecer qualquer estratégia de desenvolvimento regional mais estruturada.

Outro ponto importante diz respeito à falta de uma ambiência econômica favorável à gestão, vinculada, principalmente, à limitação de recursos destinados à gestão regional e integrada dos recursos hídricos em áreas metropolitanas. Ainda que essa dificuldade seja um dos principais entraves para o desen-

volvimento do sistema de gestão de recursos hídricos na RMSP, há que se ressaltar avanços importantes na implementação da Política de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo, tais como a institucionalização da Fundação Agência de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (na RMSP), a primeira do Estado, formalizada em 27 de dezembro de 2002, seguida, mais recentemente, da aprovação e regulamentação da cobrança pelo uso da água, aprovada mediante Lei Estadual em 2005. A cobrança, sem dúvida, é uma das grandes conquistas obtidas pela sociedade, à medida que prevê a transferência de recursos para as bacias hidrográficas que os arrecada.

Essas fragilidades da política de desenvolvimento urbano no nível regional também rebete no seu relacionamento com a política de saneamento. Embora o Estado de São Paulo possua sua própria política de saneamento, a falta de clareza quanto a questões estratégicas (titularidade, subsídios cruzados, regulação, financiamento e prestação dos serviços) e de uma diretriz nacional efetivamente normativa, ensejam mudanças tímidas na consolidação de estratégias e de propostas para a gestão do setor. A Lei do Estado de São Paulo (São Paulo, 1992) que institui a Política Estadual de Saneamento, definiu como instrumentos de execução o plano estadual de saneamento, o Sistema Estadual de Saneamento - SESAN e o Fundo Estadual de Saneamento - FESAN. O SESAN é composto pelo Conselho Estadual de Saneamento - CONESAN, já regulamentado (São Paulo, 1997), e por Comissões Regionais de Saneamento Ambiental - CRESANs, com atuação em áreas específicas de abrangência. O FESAN e o plano estadual de saneamento, no entanto, ainda não foram institucionalizados.

De outro lado, há sinais de evidente empenho na tentativa de disciplinamento regional do setor, tendo como exemplo a proposta de criação de uma Agência Reguladora dos Serviços de Saneamento – ARSAN, já aprovada pelo CONESAN, como uma autarquia especial com a atribuição de atuar como agente regulador. Aos municípios, às empresas privadas e ao Governo do Estado, através da sua empresa de saneamento básico, caberia a execução dos serviços. A ARSAN atuaria, mediante convênios com os respectivos titulares dos serviços, nos âmbitos geográficos nos quais houvesse recebido delegação.

Porém, dada a complexidade na construção e regulamentação do setor de saneamento e de institucionalização desses órgãos, a vinculação funcional com

a política de desenvolvimento urbano ficam, ainda, à espera de um sinal mais evidente de integração.

Finalmente, no caso da relação entre as políticas de saneamento e de recursos hídricos, há uma nítida situação de integração mais sólida e avançada que nos outros casos enunciados, como por exemplo, a transferência das CRESANs junto às câmaras técnicas de saneamento de cada comitê de bacia hidrográfica no Estado de São Paulo (São Paulo, 1997).

Ainda que ambas as políticas careçam de regulamentação de muitos dos seus instrumentos de gestão - como é o caso do rateio de custos e do sistema de informações sobre saneamento previsto na Lei Estadual - a integração funcional já se prenuncia como uma condição indispensável para a gestão exitosa das bacias hidrográficas inseridas em áreas metropolitanas.

Na grande maioria dos casos, observa-se, também, que o *timing* de elaboração e revisão dos planos de recursos hídricos e de proteção dos mananciais, por exemplo, não se compatibiliza com a lógica de atualização dos planos locais de desenvolvimento urbano ou com o mandato dos Poderes Executivos,

conforme já antecipado nos capítulos anteriores, o que não exime a possibilidade de existência de outros problemas, tais como a não coincidência destes com os planos de investimentos e leis de diretrizes orçamentárias provocando, com efeito, um descolamento funcional. A Figura 1 anteriormente apresentada ilustra alguns exemplos de incompatibilidade de elaboração e implementação destes planos, aplicáveis ao Estado de São Paulo, à Região Metropolitana de São Paulo e às bacias aqui analisadas.

Articulação dos instrumentos de gestão nas Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá

O Estado de São Paulo, de acordo com legislação específica, instituiu 22 unidades de gerenciamento de recursos hídricos - as chamadas UGRHIs - como forma de disciplinar a gestão e a viabilização de estratégias de desenvolvimento e sustentabilidade, segundo a lógica dos sistemas hídricos das bacias hidrográficas.

Uma delas - a UGRHI 5 - corresponde às Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, conforme apresentado na Figura 3 adiante.



FIGURA 3. Localização da UGRHI do Piracicaba, Capivari e Jundiá

Esta UGRHI localiza-se na região leste do Estado de São Paulo e possui uma área de drenagem de cerca de 14.042,6 km², abrangendo 57 municípios total ou parcialmente inseridos nas bacias.

Nesta UGRHI estão alguns dos municípios mais desenvolvidos do Estado de São Paulo, abrangendo a segunda maior região metropolitana do Estado – a Região Metropolitana de Campinas, com mais de 2,2 milhões de habitantes, conforme Tabela 1 seguinte –, além de uma ampla rede viária, logística e de transportes que conecta a região aos grandes centros de produção industrial, de comércio e de serviços do Estado. Nesta UGRHI, a participação regional da indústria de transformação evoluiu de 15%, na década de 1980, para 21% em 1995, correspondendo a mais de 40% da produção do interior do Estado.

Os recursos hídricos, nesta bacia, são estratégicos para o desenvolvimento da economia regional e internacional, devido à relação do rio Piracicaba com a hidrovia Tietê-Paraná, um dos principais eixos integradores e facilitadores de comércio e negócios para o Mercosul.

De outro lado, segundo Grisotto (2003), há problemas decorrentes da expansão urbana descontrolada sobre a sustentabilidade dos recursos naturais – especialmente as águas urbanas – na medida em que, já no início da década de 90, se registravam cerca de 110.000 pessoas na condição de aglomerados subnormais ou favelas, revelando a presença de déficits habitacionais e de pressões sociais e urbanas incompatíveis com a gestão sustentada dos recursos hídricos, sobretudo nos municípios mais populosos. Os problemas urbanos estendem-se, igualmente, à deficiência na infra-estrutura, constatando-se que, embora o índice de cobertura de coleta de esgoto

chegue a 83%, o tratamento de esgotos na UGRHI 5 não supera 27% deste volume (Consórcio PCJ, 2004).

Esta UGRHI foi pioneira no Estado na implementação de seu Comitê de Bacia Hidrográfica - CBH -PCJ, instalado em novembro de 1993, dois anos após a promulgação da Política Estadual de Recursos Hídricos.

Embora a UGRHI 5 conte com uma estrutura de gestão de recursos hídricos diferenciada, isto é, bastante avançada em relação às demais UGRHIs do Estado, há uma série de problemas que ainda colocam em xeque a efetividade dos instrumentos de planejamento e de integração das políticas urbanas e setoriais, tal qual enunciado nos itens precedentes.

O primeiro deles é o relacionamento formal das estruturas de planejamento e gestão urbana municipais e o sistema de gestão de recursos hídricos vigente. A partir de dados coletados junto às prefeituras da UGRHI 5, o CBH-PCJ (1999) efetuou um levantamento de documentos legais que possuem interface direta com a gestão dos recursos hídricos, observando-se explícita carência de diplomas legais e modelos organizacionais internos às administrações públicas estruturados e capacitados ao exercício do planejamento e da gestão integrada, tal qual requerido.

Com base no levantamento e análise de leis orgânicas (constituições municipais), de planos diretores urbanísticos e da legislação de uso e ocupação do solo, vigentes até 2003, Marcon (2005) apresentou casos dos 6 municípios mais populosos da UGRHI 5, cuja soma da população perfaz mais da metade do total da Região, de 4.322.073 habitantes (IBGE, 2003): i) Americana, com 182.593 habitantes ; ii)

TABELA 1
Principais características das regiões metropolitanas do Estado de São Paulo

Regiões metropolitanas	Nº de municípios	População (habitantes) - 1999	PIB (US\$ bilhões) -1997	PIB per capita (US\$)
Baixada Santista	09	1.368.051	9,3	7,015
Grande São Paulo	39	17.218.461	147,0	8,758
Campinas	19	2.229.236	26,2	12,272
Total	67	20.815.748	182,5	8,921
Estado de São Paulo	645	35.582.772	284,6	8,232

Fonte: EMPLASA (2002)

Campinas, com 969.396 habitantes ; iii) Jundiaí, com 323.397 habitantes; iv) Limeira, com 249.046 habitantes; v) Piracicaba, com 329.158 habitantes; e vi) Sumaré, com 196.723 habitantes. Nestas normas, não somente a proteção da qualidade da água é referenciada, mas também seus aspectos de quantidade, por meio da manutenção e recuperação de matas ciliares e restrições ao uso de solo em áreas de recarga de aquíferos. Aspectos cuja relação com os recursos hídricos são localmente mais perceptíveis, tais como drenagem urbana e oferecimento de serviços de saneamento, são observados também em grande parte destas legislações. Ainda que planos diretores de alguns dos 6 municípios mais populosos da UGRHI 5 apóiem-se em parte, na melhoria do bem-estar e na qualidade de vida da população, com ênfase na busca da melhoria e otimização da infra-estrutura e na adequação ambiental da ocupação, muitos carecem de regulamentação. Tal regulamentação refere-se a sua compatibilização com leis de uso e ocupação do solo, que por vezes foram estabelecidas anteriormente aos planos diretores, não compartilhando, portanto, de uma visão mais atual e integrada, incorporando, por exemplo, temas como a gestão democrática da cidade, a função social da propriedade urbana, os direitos difusos, etc.

Não menos importante, a segunda questão diz respeito à compatibilidade dos instrumentos de gestão setorial aos interesses mais amplos e abrangentes de proteção e sustentabilidade das bacias hidrográficas e das estratégias regionais de desenvolvimento econômico e social. Num exemplo mais focalizado, vinculado ao aspecto econômico, figuram os instrumentos financeiros e fiscais da gestão urbana (adstritos às políticas de desenvolvimento urbano); a política tarifária (no caso da política de saneamento); e a cobrança pelo uso dos recursos hídricos, circunscrita à Política Nacional e Estadual de Recursos Hídricos.

Os instrumentos de gestão urbana, tendo como principal finalidade apoiar a implantação e oferecer suporte financeiro, de custeio e de investimentos aos sistemas municipais de planejamento e gestão urbana, abrangem desde os fundos municipais relacionados ao desenvolvimento urbano até aqueles instituídos preconizados pelo Estatuto da Cidade (Brasil, 2001), incluindo-se a outorga onerosa do direito de construir, as operações urbanas consorciadas, as concessões urbanísticas, as contribuições de melhorias, as receitas de Imposto Predial e Territorial Urbano - IPTU (inclusive do IPTU Progressivo no

Tempo), entre outras receitas normalmente previstas nos códigos tributários municipais.

O principal entrave para a operacionalização destes instrumentos reside, justamente, na ausência de regulamentação e de procedimentos próprios à sua execução, controle e fiscalização, dado que estas formas de gestão são bastante recentes no Brasil. Além disso, há poucos avanços quanto ao sistema de captação e aplicação de recursos – idealmente ou sugestivamente a cargo de fundos específicos de desenvolvimento urbano – os quais não são aderidos, por sua vez, aos também recentes arranjos institucionais ou sistemas de planejamento e gestão urbana em vigor. Essas deficiências, com efeito, impedem a integração funcional com o sistema de gestão de recursos hídricos, obstando, por exemplo, os repasses de recursos e os sistemas de compensação e rateio no caso dos empreendimentos urbano-ambientais.

No que concerne aos instrumentos de tarifação e de cobrança pelo uso dos recursos hídricos, as questões prescindem de uma análise mais detida.

É preciso ponderar, antes, a criticidade da situação dos recursos hídricos na UGRHI 5, tanto em termos da quantidade (CBH-PCJ, 1999) como da qualidade (CETESB, 2004), devendo-se considerar que é, também, da UGRHI 5 que se reverte, por meio do Sistema Cantareira, cerca de 31 m³/s para a UGRHI 6 (correspondente à bacia do Alto Tietê, na Região metropolitana de São Paulo), destinados ao abastecimento de aproximadamente 8 milhões de pessoas.

O esgoto doméstico é considerado por Consórcio PCJ (2004) a principal causa da poluição na UGRHI 5. Dessa forma, ações na melhoria da disponibilização de água em quantidade e qualidade têm efeito direto na saúde da população da Região.

O primeiro plano de bacia hidrográfica da UGRHI 5 foi aprovado em novembro de 1993 (CBH-PCJ, 1993) e tinha como destaque a delimitação da UGRHI 5. No segundo plano de bacia hidrográfica, relativo ao período 2000 a 2003 (CBH-PCJ, 2000), constava um plano de metas que indicou a necessidade de investimentos da ordem de R\$ 760,58 milhões, dentro dos quais 17% seriam direcionados para sistemas de produção e distribuição de água potável, com vistas ao atendimento de 98% da população urbana a partir de 2005, e 67% para obras de aproveitamentos múltiplos, coleta, transporte e tratamento de esgotos urbanos, e tratamento de efluentes industriais.

Na UGRHI 5, esta demanda por investimentos é bastante superior ao total de recursos disponíveis para esta finalidade, sendo que a maior parte dos recursos provém da compensação financeira que o Estado de São Paulo e os Municípios recebem de empresas e concessionárias geradoras de energia elétrica. Os geradores de energia elétrica, pela Lei brasileira, devem destinar 6% de seu faturamento como compensação financeira por áreas alagadas. Destes recursos, 45% são direcionados a municípios possuidores de áreas inundadas por reservatórios; outros 45% são direcionados aos estados nos quais estes municípios se inserem e 10% para o Governo Federal.

Dos recursos destinados pela compensação financeira ao Estado de São Paulo, 70% são destinados a um fundo específico, vinculado ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo - SIGRH, denominado FEHIDRO - Fundo Estadual de Recursos Hídricos (SRHSO-DAEE, 1999).

Os investimentos do FEHIDRO, entre 1994 e 2003 na UGRHI 5, refletem a limitação de recursos para a implementação de ações e projetos relacionados aos recursos hídricos, ao saneamento e ao desenvolvimento urbano-ambiental na bacia, totalizando pouco mais de R\$ 27 milhões, dos quais 9,6% destinaram-se à conservação e proteção de mananciais superficiais e 61,4% a serviços e obras de conservação, proteção, recuperação da qualidade dos recursos hídricos (DAEE 2004b, citado por Marcon, 2005).

A situação é ainda mais preocupante quando se considera a necessidade de reenquadramento dos corpos d'água da Região até 2020 (CBH-PCJ, 2000), contexto em que a demanda total de aporte de recursos financeiros previstos é de R\$ 3,12 bilhões, com base no Programa de Investimentos para Proteção e Aproveitamento dos Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá - PQA (SRHSO, 1999). Na tentativa de efetivar as ações planejadas para o período 2000/03, o Comitê de Bacia (CBH-PCJ, 2000) identificou que a cobrança pelo uso dos recursos hídricos seria responsável por quase 50% dos R\$ 554,79 milhões inicialmente previstos.

A maior parte dos investimentos do FEHIDRO, na UGRHI 5, têm sido feitos em serviços e obras de conservação, proteção e recuperação da qualidade dos recursos hídricos, tais como em estações de tratamento de esgoto e extensão de redes coletoras em seus municípios componentes. Além disso, ainda que em menor volume, outros tipos de projeto

têm sido realizados com recursos do Fundo, como por exemplo, o programa de gestão municipal de recursos hídricos, reflorestamento ciliar e proteção de mananciais, planos de macrodrenagem, proteção de margens e redimensionamento de bueiros, entre outros (DAEE 2004b, citado por Marcon, 2005).

Tais investimentos poderiam ter efeitos amplificados, caso os municípios desempenhassem adequadamente suas funções de organização do território e direcionassem esforços sistemáticos para a conservação, proteção e preservação dos recursos hídricos.

Num cenário de criticidade hídrica, é importante também verificar a política de tarifação de serviços de abastecimento de água e o impacto da eventual cobrança pelo uso dos recursos hídricos, conforme o máximo valor fixado pela legislação (São Paulo, 2000), na promoção do uso racional da água. Neste caso analisa-se o caso da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP, concessionária e prestadora dos serviços de saneamento em 22 dos 57 municípios da UGRHI 5. Assim sendo, verifica-se que há possibilidade de contratação de demanda firme, para o qual, a partir de 5.000 metros cúbicos mensais, o preço do metro cúbico varia descendentemente, ou seja, conforme as faixas de consumo aumentam, o preço por metro cúbico diminui (SABESP, 2004).

O impacto relativo da cobrança pelo uso dos recursos hídricos, com base nas tarifas de serviços de água dos contratos de demanda firme da SABESP disponíveis a alguns municípios da UGRHI 5 está representado na Tabela 2.

Pela Tabela 2 e pelo gráfico da *Figura 4*, em termos absolutos, pode-se afirmar que o impacto da cobrança pelo uso dos recursos hídricos sobre o montante total a ser pago pelos usuários é baixo em contratos de demanda firme. O que se põe em evidência é o seguinte questionamento, ilustrado pela Figura 4: o fato de se acrescentar R\$ 50,00 a uma conta de R\$ 27.750,00 (0,18%) ou R\$ 500,00 a uma conta de R\$ 208.000,00 (0,24%) é capaz de fazer com que o usuário torne seu consumo de água mais racional? É provável que não. Assim, não seria exagero afirmar que a adoção isolada da cobrança pelo uso dos recursos hídricos não é suficiente para promover a busca da racionalização do uso da água.

Além disso, é necessário observar que a política tarifária identificada na **Tabela 2**, isoladamente, não é coerente com a busca da racionalização do consumo,

TABELA 2

Simulação da adoção de R\$ 0,01 da cobrança pelo uso dos recursos hídricos sobre as tarifas de serviços de água, contratos de demanda firme da SABESP, relacionados aos municípios Bragança Paulista, Joanópolis, Nazaré Paulista, Pedra Bela, Pinhalzinho, Piracaia e Vargem

Faixas de consumo (m ³ / mês)	Tarifa (R\$)	Impacto relativo
5.000 – 10.000	5,55	0,18%
10.000 – 20.000	5,21	0,19%
20.000 – 30.000	4,85	0,21%
30.000 - 40.000	4,51	0,22%
Acima de 40.000	4,16	0,24%

Fonte: SABESP (2004)

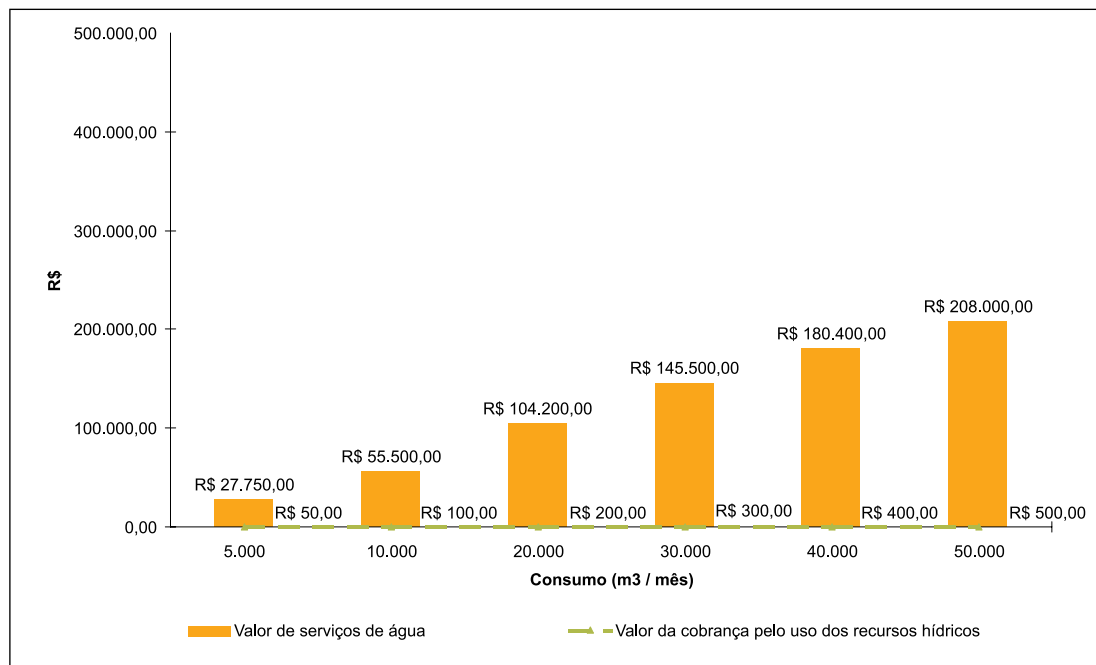


FIGURA 4. Preço de serviços de água e da máxima cobrança pelo uso dos recursos hídricos: contrato de demanda firme da SABESP, municípios de Bragança Paulista, Joanópolis, Nazaré Paulista, Pedra Bela, Pinhalzinho, Piracaia e Vargem

Fonte: SABESP (2004)

em função dos contratos de demanda firme, embora respeite a lógica de mercado.

Nesse contexto, vale compreender como podem coexistir campanhas de uso racional da água ao mesmo tempo em que se possibilita o fornecimento de água por meio de contratos de demanda firme, incentivando-se altos consumos de água.

A falta de integração entre gestão de recursos hídricos, saneamento e desenvolvimento urbano identificada neste estudo de caso reforça, portanto, a necessidade de readequação do relacionamento funcional das respectivas estruturas de vigentes de planejamento e gestão.

ESTRATÉGIAS PROPOSTAS E RECOMENDAÇÕES

O presente estudo ao abordar um problema da complexidade apresentada revela dependência de ações do governo para o seu equacionamento. O que se depreende, por certo, é que os conflitos e problemas de integração intersetorial e interinstitucional das políticas e dos sistemas de planejamento e gestão encontram, nas áreas conurbadas e metropolitanas, os seus maiores desafios, porquanto essa integração é uma das poucas formas de viabilização de estratégias, programas e investimentos para o enfrentamento de questões socioambientais e de gestão de recursos hídricos em áreas urbanas.

Nas regiões metropolitanas as distorções e os problemas de integração são particularmente evidentes quando analisadas, conjuntamente, as políticas de recursos hídricos, saneamento e desenvolvimento urbano, revelando que muitos dos instrumentos ainda carecem de regulamentação e, em larga medida, de melhor ajuste aos objetivos do desenvolvimento local ou regional. O plano estadual de recursos hídricos, os planos de bacia hidrográfica, os planos diretores e urbanísticos municipais, os planos plurianuais municipais, o plano estadual de saneamento e os planos setoriais, igualmente, carecem de uma efetiva conexão entre si, à espera de um processo de calibração do seu conteúdo e do *timing* de preparação (compatíveis ao desejo de sustentabilidade regional) e de uma reforçada vinculação funcional, conforme amplamente abordado no estudo de caso. Numa análise mais focalizada desses problemas na UGRHI 5, onde se insere a Região Metropolitana de Campinas, há evidências do descolamento dos sistemas de planejamento e gestão urbana municipais, ainda carentes de melhor estruturação e regulamentação

de instrumentos econômicos e urbanísticos com o sistema de gestão de recursos hídricos, sugerindo um amplo espectro de atuação para a integração funcional e institucional dessas políticas. Igualmente, questiona-se a qualificação de instrumentos econômicos e fiscais, tais como as tarifas de água e a cobrança pelo uso agudados recursos hídricos na efetividade dos objetivos e diretrizes de racionalização do uso dos recursos hídricos nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari, Jundiá, parecendo, igualmente, colidir com alguns princípios de sustentabilidade hídrica nas áreas urbanas.

De qualquer forma, a crise somente será resolvida quando forem atendidas algumas condições básicas, incluindo-se o desenho de formas e modelos de integração dotados de uma ampla readequação institucional – sobretudo do setor de saneamento – a qual contemple a redefinição das atribuições e da inferência dos agentes públicos, privados e das próprias companhias estaduais e na qual inclua-se a redução do papel do Estado nas atividades que possam ser desempenhadas por outros setores da economia – como o setor privado – além de uma vigorosa descentralização que favoreça as administrações municipais e de uma política de revitalização e dignificação do servidor público e da função pública, enxuta, competente e eficiente.

A remodelação institucional, assinala-se, não se torna viável sem a devida redefinição das estruturas organizacionais e funcionais existentes, o que resulta, normalmente, na (re)configuração administrativa de órgãos e entidades intervenientes e na realocação dos níveis decisórios (deliberativos, consultivos e executivos), associados a um sistema de gestão integrado que privilegie a descentralização das responsabilidades, atribuições e competências dos órgãos envolvidos.

A segunda questão, igualmente relevante, refere-se aos instrumentos e mecanismos que podem atuar no detalhamento e estruturação das redes de vínculos entre as diversas políticas incidentes sobre a gestão das águas urbanas, a ponto de oferecer meios para a escolha de melhores alternativas para a sua articulação e alcance dos objetivos. Um desses instrumentos é a Avaliação Ambiental Estratégica - AAE, cuja ferramenta cuida de acolher e estudar as formas de viabilização e aperfeiçoamento das políticas, planos e programas – e de sua integração - cuja questão é o objeto central da presente abordagem.

Também há que se destacar, como estratégia geral de integração, a necessidade de estruturação e implementação de programas destinados à capacitação

técnica e gerencial, cujo papel das universidades e de institutos de ensino e pesquisa é referencial para a qualificação e a preparação de técnicos, profissionais, agentes públicos e da própria sociedade para a gestão de temas e situações complexas como as que ora se apresentam. Há que ser igualmente observada a necessidade de aperfeiçoamento tecnológico – sobretudo com relação aos sistemas de informação e de controle e monitoramento ambiental - e de aparelhamento das estruturas públicas para o pleno exercício do planejamento e da gestão integradas, tradicionalmente descoladas de uma visão sistêmica e estratégica, sobretudo nas regiões metropolitanas. Esse conjunto de soluções deve respeitar, por fim, a premência de maior participação e de um envolvimento mais qualificado da sociedade nos processos

decisórios que envolvam os interesses comuns ou difusos, tendo a educação ambiental como um dos pilares para o fortalecimento da cidadania e para a criação de uma ambiência institucionalmente favorável e orientada ao desenvolvimento sustentado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP pelo apoio à realização do Doutorado de Giuliano Marcon, cuja Tese intitulada “Avaliação da Política Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá”, defendida em 2005 junto à Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, serviu de base para desenvolvimento de parte deste trabalho.

Referências

- BITTENCOURT, A.; ARAÚJO, RG. 2002. *Avaliação do Setor de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário no Brasil: Os Problemas do Atendimento às Populações Urbanas Pobres e do Controle da Poluição Hídrica*. A Agenda Ambiental Marrom (Brown Environmental Agenda). Banco Mundial. São Paulo.
- BRASIL. 2001. *Lei n.10.257, de 10 de julho de 2001*. Regulamenta os Artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. <http://wwwt.senado.gov.br/servlets/NJUR.Filtro?tipo=LEI&secao=NJUILEGBRAS&numLei=010257&data=20010710&pathServer=www1/netacgi/nph-brs.exe&seq=000>. [2004 ago 23].
- [CBH-PCJ, 1993] Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. 1993. *Deliberação n.3/93, de 18 de novembro de 1993*. <http://www.comitepcj.sp.gov.br/delib/003-93.htm>. [2004 set 19].
- [CBH-PCJ, 1999] Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. 1999. *Relatório de Situação dos Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá: UGRHI 5*. Marília: CETEC.
- [CBH-PCJ, 2000] Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. 2000. *Plano de Bacia Hidrográfica 2000-2003: Relatório Final: Fase 3: Plano de Bacia*. S.I.: COPLAENGE Projetos de Engenharia.
- [CETESB, 2004] Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 2004. *Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo 2003 / CETESB*. http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/lagua_geral.asp. [2004 mai 4].
- [Consórcio PCJ, 2004] Consórcio Intermunicipal das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. 2004. *Região eleva índice de esgoto doméstico tratado*. <http://www.agua.or.br/Temporarios/Saneamento%202004%20Nova.htm>. [2004 mai 31].
- [EMPLASA] Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo. 2002; [2 screens]. <http://www.emplasa.sp.gov.br>. [2002 mai 30].
- GRISOTTO, LEG. 2003. *Análise de Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos*. São Paulo. Dissertação de Mestrado - Faculdade de Saúde Pública da USP.
- GRISOTTO, LEG; PHILIPPI JR A. 2004. A Questão dos Recursos Hídricos. In: *Panorama Ambiental da Metrópole Paulista*. Editora Signus. São Paulo. p.11-45.
- [IBGE, 2003] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades: síntese*. 2003. <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. [2003 jul 1].
- MARCON, G. 2005. *Avaliação da Política Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá*. Tese de Doutorado da Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. São Paulo. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6134/tde-21042005-203718/>. [2008 set 14].
- [SABESP, 2004] Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. 2004. *Comunicado - 01/03*. http://www.sabesp.com.br/o_que_fazemos/tarifas/calculo_tarifa.htm. [28 jan 2004].
- SÃO PAULO. 1992. *Lei n.7.750, de 31 de março de 1992*. Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento e dá outras providências. http://www.recursoshidricos.sp.gov.br/Legislacao/Lei_Est_7750.html. [2004 jul 25].
- SÃO PAULO. 1997. *Decreto n.41.679, de 31 de março de 1997*. Dispõe sobre a composição e funcionamento do Conselho Estadual de Saneamento – CONESAN – e dá providências correlatas. http://www.recursoshidricos.sp.gov.br/Legisl_CRH/Legisl_Saneam/Dec_Esta_41679.html. [2004 ago 9].

SÃO PAULO. 2000. *Projeto de Lei n.676, de 12 de dezembro de 2000*. Dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado de São Paulo, os procedimentos para fixação de seus limites, condicionantes e valores e dá outras providências. <http://www.comitepcj.sp.gov.br/Download.htm>. [2004 jul 25].

[SRHSO, 1999] Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras do Estado de São Paulo. 1999. *Programa de Investimentos para proteção e aproveitamento dos recursos hídricos das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá*. São Paulo: Consórcio Figueiredo Ferraz / COPLASA.

[SRHSO-DAEE, 1999] Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras do Estado de São Paulo. Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. 1999. *Relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo*. São Paulo: DAEE.

OLIVEIRA CB, organizador. 2000. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Rio de Janeiro: DP&A.

[Tucci, 2004a] TUCCI, CEM. 2004. *Desenvolvimento dos recursos hídricos no Brasil*. <http://www.eclac.cl/DRNI/proyectos/samtac/InBr00404.pdf> [2005 jan 21].

[Tucci, 2004b] TUCCI, CEM. 2004. Águas Urbanas: Interfaces no Gerenciamento. In: Philippi Jr A, editor. *Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável*. São Paulo: Manole; p.375-411.

Arlindo Philippi Jr. Departamento de Saúde Ambiental, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil (aphij@usp.br).

Giuliano Marcon Núcleo de Informações em Saúde Ambiental - NISAM, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil (giulianomarcon@hotmail.com).

Luis Eduardo Gregolin Grisotto Núcleo de Informações em Saúde Ambiental - NISAM, Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil (edugrisotto@hotmail.com).

Presentación de artículos

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