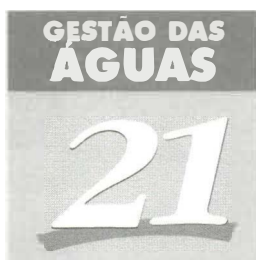




CIÊNCIA & AMBIENTE

GESTÃO DAS
ÁGUAS

21



JULHO/DEZEMBRO DE 2000

- 3 EDITORIAL
- 5 PRÓXIMA EDIÇÃO
- 7 **GESTÃO DAS ÁGUAS E USO MÚLTIPLO**
- 9 LIMNOLOGIA E GERENCIAMENTO INTEGRADO DE RECURSOS HÍDRICOS
avanços conceituais e metodológicos
José Galizia Tundisi
- 21 SISTEMAS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS
análise de alguns arranjos institucionais
Antonio Eduardo Lanna
- 57 O QUE É UM RIO?
Albano Schwarzbald
- 69 A AMAZÔNIA E A MORTE SOCIAL DOS RIOS
Mauro Leonel
- 81 BIOTÉCNICAS NO MANEJO DE CURSOS DE ÁGUA
Miguel Antão Durlo
- 91 ÁGUA
sustentabilidade, uso e disponibilidade para a irrigação
Afranio Almir Righes
- 103 DISPONIBILIDADE, EFICIÊNCIA E RACIONALIDADE NA UTILIZAÇÃO
DE RECURSOS HÍDRICOS
Genesio Mario da Rosa, Mirta Teresinha Petry e Reimar Carlesso
- 119 **GESTÃO DAS ÁGUAS NO RIO GRANDE DO SUL**
- 121 OS COMITÊS DE BACIA NO RIO GRANDE DO SUL
uma experiência histórica
Luiz Antonio Timm Grassi e Eugenio Miguel Cánepa
- 135 A LEI DAS ÁGUAS NO RIO GRANDE DO SUL
no caminho do desenvolvimento sustentável?
Eugenio Miguel Cánepa e Luiz Antonio Timm Grassi
- 153 MEIO AMBIENTE E ÁGUA
perspectivas de gestão integrada no Rio Grande do Sul
*Nilvo Luis Alves da Silva, Volney Zanardi Júnior, Maria Dolores Schuler Pineda
e Márcio Rosa Rodrigues de Freitas*
- 161 PROJETO RIO SANTA MARIA
a cobrança como instrumento de gestão das águas
Oscar Fernando Osorio Balarine
- 175 INSTRUÇÕES PARA PUBLICAÇÃO
- 176 INSTRUCCIONES PARA PUBLICACIÓN



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

REITOR

Paulo Jorge Sarkis

CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS

Flávio Miguel Schneider - Diretor

CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS

Edgardo Ramos Medeiros - Diretor

EDITOR

Delmar Antonio Bressan

EDITOR CONVIDADO

Eugenio Miguel Cánepa

CONSELHO EDITORIAL

Delmar Antonio Bressan

Miguel Antão Durlo

Ronai Pires da Rocha

Ronaldo Mota

Severo Ilha Neto

ANÁLISE E REVISÃO DE TEXTO

Zília Mara Scarpari

EDITORAÇÃO DE TEXTO E PROGRAMAÇÃO VISUAL

Valter Noal Filho

FOTO DA CAPA

Queda d'água na localidade de Três Barras (Santa Maria).

Paulo Fernando Machado

IMPRESSÃO E ACABAMENTO

Editora Pallotti/Santa Maria

Ciência & Ambiente/Universidade Federal de Santa Maria.

UFSM - Vol. 1. n. 1 (jul. 1990) - Santa Maria :

Semestral

CDD:605 CD :6(05)

Ficha elaborada por Marlene M. Elbert. CRB 10/95 1

Revista Ciência & Ambiente

Universidade Federal de Santa Maria

Prédio 13/CCNE - Sala 1110 - Campus Universitário - Camobi

97105-900 - Santa Maria - Rio Grande do Sul - Brasil

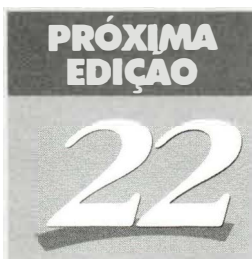
Fones: (55)2208444 e (55)2208735

As narrações míticas, as concepções filosóficas e as idéias religiosas mais antigas guardam a memória ancestral do homem e manifestam as diversas tentativas que ele empreendeu para explicar as origens do cosmos, da vida e de seu processo evolutivo.

Os filósofos pré-socráticos, por exemplo, procuraram reduzir a multiplicidade observada no universo à unidade exigida pela razão, propondo uma física e uma cosmologia baseadas em realidades sensíveis que se contrapunham em pares de opostos. Assim é que Empédocles de Agrigento entendia o universo como o resultado da união (*philia*) ou repulsão (*neikos*) de quatro elementos primordiais da natureza – o fogo, a água, a terra e o ar –, sustentando que “não há nascimento para nenhuma das coisas mortais; não há fim pela morte funesta; há somente mistura e dissociação da mistura...” Antes dele, porém, Tales de Mileto havia reconhecido na água a fonte originária de tudo quanto existe. Com efeito, a maior parte das cosmogonias se refere à água como o mais antigo dos elementos: no Gênesis, o sopro ou o espírito de Deus pairava sobre as superfícies líquidas; o ovo cósmico dos brâmanes teria sido chocado no interior das águas; o deus Narayana da mitologia hindu flutuava nas águas primordiais e de seu umbigo brotava a árvore cósmica; para os egípcios o deus Kneph era representado por uma serpente, símbolo da eternidade, enroscada em torno de um vaso, a cabeça suspensa sobre a água nele contida e que o animal fecundava com um sopro. Daí a configuração da água como ser feminino e matricial e, por extensão, também leite nutridor da natureza.

No século XX, o pensador francês Gaston Bachelard revolucionou a crítica literária, construindo uma teoria do imaginário sob o signo dos quatro elementos, em que a água, solvente universal, parece ter primazia sobre os demais, com múltiplas interpretações registradas na literatura do ocidente. Águas doces, claras e correntes conotariam frescor e alegria; o lago estaria ligado, entre outras coisas, à vontade narcísica de ver e de mostrar-se; haveria a água lustral, com sua moralidade purificadora, tal qual se apresenta nos ritos batismais; águas profundas e dormentes carregariam as substâncias da noite e da morte; o líquido viscoso e pesado estaria associado ao sangue; imbuídas de caracteres femininos e de melancolia, as águas de um riacho poderiam apresentar-se como convite ao suicídio, remetendo à morte bela e desejada de Ofélia, personagem de Shakespeare; vinculado ao mito de Caronte, o barqueiro das almas, o rio definiria a morte como travessia e última viagem...

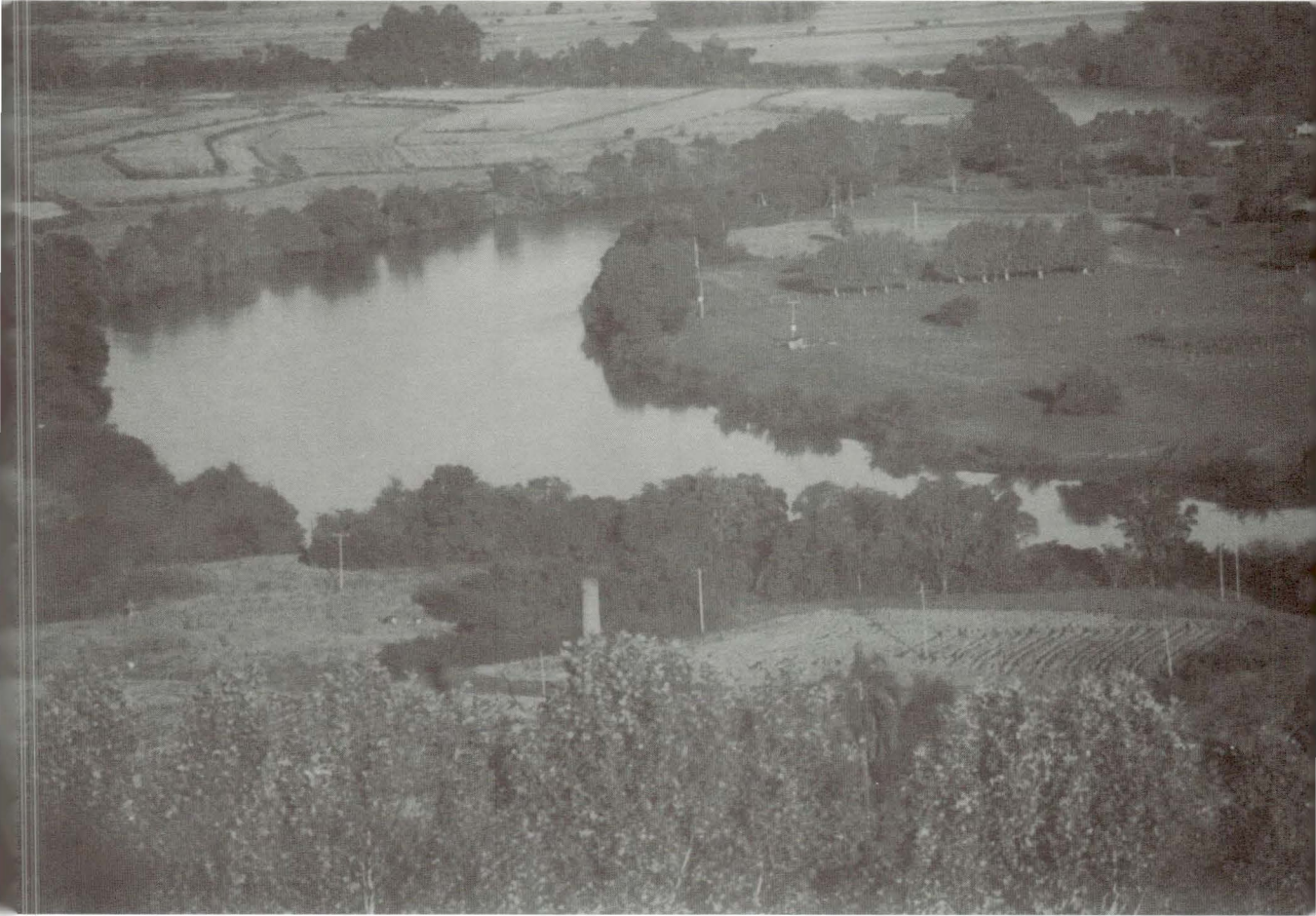
No século XXI, o universo é outro e as inquietações humanas vão além dos mitos: trata-se agora de garantir, pragmaticamente, as águas do planeta para a sobrevivência das gerações atuais e futuras. Nesse novo contexto vale lembrar, mais uma vez, o sábio aforisma de Heráclito de Éfeso, que, ilustrando em princípio a noção de fluxo universal e de inexorabilidade do tempo, parece alertar-nos, com seu estilo oracular, para o trágico destino da humanidade, caso o problema das águas não seja tomado como uma questão urgente: “No mesmo rio não há como banhar-se duas vezes.”



*Conforto Ambiental é o tema da próxima edição de **Ciência & Ambiente**. Ao selecionar, para análise, um assunto de indiscutível atualidade e de grande repercussão social, os editores desejam tornar clara a importância dos aspectos relativos ao meio ambiente, em todas as escalas do processo civilizatório.*

Fontes de energia, utilização de vegetação, seleção de materiais de origem natural, redução de ruídos e de oscilações térmicas, além de cuidados estéticos, são algumas das variáveis ambientais que tendem a ganhar terreno nos projetos arquitetônicos e na modelagem dos espaços urbanos. Afinal, o foco principal dos engenhos humanos é (ou deveria ser) sempre a qualidade de vida, de cada um e de todos.

Gestão das águas e uso múltiplo



Ilustração

Vista do rio Jacuí no município de Dona Francisca, Rio Grande do Sul.
Fotografia de Paulo Fernando Machado.

LIMNOLOGIA E
GERENCIAMENTO
INTEGRADO DE
RECURSOS HÍDRICOS
avanços conceituais e
metodológicos

José Galizia Tundisi

No princípio do novo século, uma crise tende a se agravar: Na da escassez de água. Cerca de 80 países com 40% da população experimentam esta escassez, condição que se reflete na produção agrícola, no desenvolvimento urbano e industrial e, em particular, no acesso das pessoas a água potável. Este quadro dramático para o futuro da civilização, das espécies animais e vegetais e, em última análise, do próprio planeta, deve encontrar correspondência, para equacioná-lo, nos esforços empreendidos pelo poder público e pela sociedade, sempre respaldados pela Ciência. E deve produzir repercussões na elaboração de modelos para o gerenciamento dos recursos hídricos, aí incluídas as perspectivas de uso múltiplo e sustentável, os instrumentos legais, a qualificação de pessoal e os métodos e técnicas educacionais relacionados à gestão da água.

A situação atual dos recursos hídricos

O planeta Terra é o único dos planetas do sistema solar que possui água nas três fases: gasosa, líquida e sólida. A fase líquida, comumente utilizada, se renova com o ciclo hidrológico que consiste em uma permanente circulação a partir da evaporação das águas superficiais, inclusive dos oceanos, da condensação e da precipitação.

Do total de água doce existente no planeta (2,5%), 69,9% estão sob forma sólida, 29,9% são águas subterrâneas, 0,3% localiza-se em rios e lagos e 0,9% localiza-se em outros reservatórios. Estas águas doces não estão distribuídas uniformemente no planeta, o que agrava o problema do desenvolvimento e tem repercussões econômicas e sociais (tabela 1). Países com grande escassez de água têm limitações enormes para o desenvolvimento agrícola e industrial com agravamento de problemas para a saúde de suas populações.

Tabela 1

Áreas, volumes totais e relativos de água dos principais reservatórios da Terra.

Reservatório	Área (10 ³ Km ²)	Volume (10 ⁶ Km ³)	% do Volume Total	% do Volume de Água Doce
Oceanos	361.300	1.138	96,5	–
Subsolo	134.800	23,4	1,7	–
Água Doce	10,53	0,76	29,9	–
Umidade do solo	0,016	0,001	0,05	–
Calotas Polares	16.227	24,1	1,74	68,9
Antártica	13.980	21,6	1,56	61,7
Groenlândia	1.802	2,3	0,17	6,68
Ártico	226	0,084	0,006	0,24
Geleiras	224	0,041	0,003	0,12
Solos Gelados	21.000	0,300	0,022	0,86
Lagos	2.059	0,176	0,013	0,26
Água Doce	1.236	0,091	0,007	–
Água Salgada	822	0,085	0,006	–
Pântanos	2.683	0,011	0,0008	0,03
Calha dos Rios	14.880	0,002	0,0002	0,006
Biomassa	0,001	0,0001	0,003	–
Vapor Atmosfera	0,013	0,001	0,04	–
Totais	510.000	1.386	100	–
Água Doce	35,0	2,53	100	–

Fonte: SHIKLOMANOV, I., 1998.¹

¹ SHIKLOMANOV, I. World fresh water resources. In: GLEICK, P. H. (Editor). *Water in Crisis. A guide to the world's fresh water resources*. Pacific Institute for studies in Development, Environment and Security, Stockholm Environmental Institute, 1998. p. 13-24.

O ciclo hidrológico caracteriza-se por uma complexa interação de águas de diferentes origens cada uma delas submetidas a usos variados.

Tanto a quantidade quanto a qualidade da água tem ciclos alterados. Em todos os continentes os recursos hídricos superficiais e subterrâneos deterioram-se rapidamente colocando em risco as fontes de suprimento. As causas desta crise são múltiplas. O aumento da população mundial e a taxa de urbanização têm produzido um aumento no consumo e a rápida deterioração da qualidade da água.

As figuras 1 e 2 mostram o aumento da taxa de utilização da água em várias atividades e o grau de urbanização que ampliou consideravelmente a pressão pelos usos múltiplos dos recursos hídricos.

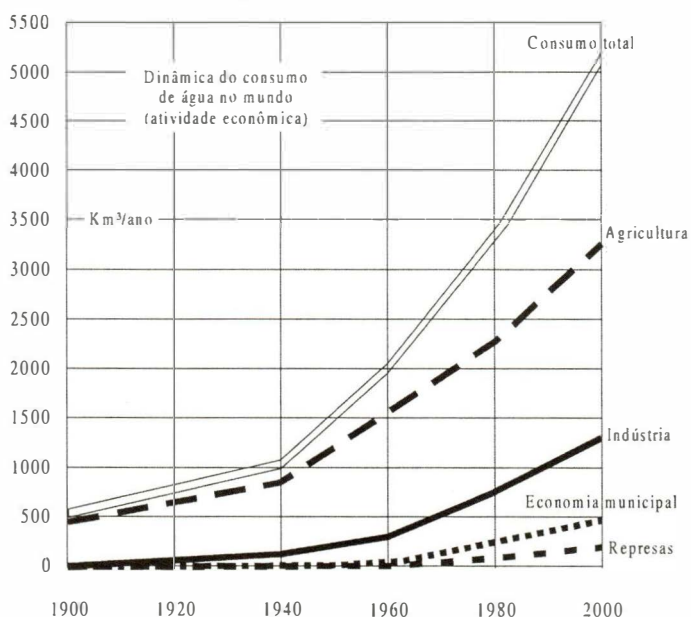


Figura 1

Tendências no consumo global de água, 1900-2000.

Fonte: BISWAS, 1991.²

² BISWAS, A. Watershed management. In: THANH, N. C. & BISWAS, A. K. *Environmentally sound water management*. Delhi: Oxford University Press. 1991. p. 155-175.

Os recursos hídricos da superfície do planeta e as águas subterrâneas são permanentemente influenciados por todas as atividades humanas. A água suporta e integra as interações dessas atividades com a indústria, energia, saúde humana, desenvolvimento urbano, agricultura, e ainda com a diversidade e funcionamento dos sistemas biológicos. Da mesma forma que a energia, a água é essencial para o desenvolvimento de todas as atividades humanas.

No início do século XXI, a crise da água começa a se agravar. Cerca de 80 países com 40% da população estão experimentando escassez de água que ameaça a sua agricultura, indústria e a saúde da população.

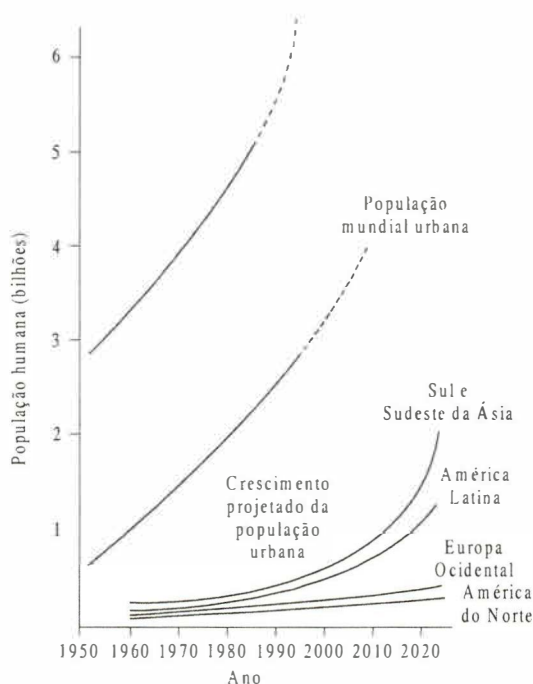


Figura 2

Tendências atuais (linha sólida) e projetadas (linha pontilhada) do número total da população mundial e da população urbana mundial.

Fonte: BARICA, 1992.³

³ BARICA, J. Ecosystem stability and sustainability: a lesson from algae. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 25:307-311, 1992.

Dados recentes do Banco Mundial mostram que 1 bilhão de pessoas não têm acesso a água potável, nos países em desenvolvimento, 1,7 bilhão de pessoas não têm acesso a saneamento básico e 10 milhões de pessoas morrem todos os anos em consequência de doenças de veiculação hídrica.

Água e desenvolvimento econômico estão sempre interligados. A escassez de água pode pôr em risco a produção agrícola, o desenvolvimento industrial; e a contaminação cada vez maior e mais diversificada das águas superficiais e subterrâneas aumenta os custos do tratamento, colocando em risco a saúde da população. A escassez de água e não a escassez de terras para cultivo, deverá ser a limitação principal para a agricultura, no século XXI, na medida em que permite ou não ativar o desenvolvimento e implantação de alta tecnologia de irrigação programada.

Todo este quadro dramático para o futuro, colocando em risco a sobrevivência da espécie humana e das demais espécies que habitam o planeta, tem várias causas que se acumularam em anos de muito desperdício, falta de gerenciamento adequado e abordagens setoriais do gerenciamento das águas.

As causas da crise

As várias atividades humanas e o acúmulo de usos múltiplos produzem diferentes ameaças e problemas para a disponibilidade de água, conforme mostra o quadro 1.

Portanto, as alterações em qualidade e quantidade de água podem desencadear inúmeros processos com repercussões econômicas, ecológicas e sociais, em uma escala global, regional e local.

Quadro 1
Atividade humana e seus impactos sobre a disponibilidade de água.

Atividade Humana	Impacto nos Ecossistemas Aquáticos	Valores/Serviços em risco
Construção de represas	Alteração do fluxo dos rios, transporte de nutrientes e sedimentos, interferência na migração e reprodução de peixes.	Habitats, pesca comercial e esportiva, deltas e suas economias.
Construção de diques e canais	Destrução da conexão do rio com as áreas mundáveis.	Fertilidade natural das várzeas e controles das enchentes.
Alteração do canal natural dos rios	Danos ecológicos dos rios. Modificação dos fluxos dos rios.	Habitats, pesca comercial e esportiva. Produção de hidroeletricidade e transporte.
Drenagem de áreas alagadas	Eliminação de um componente fundamental dos ecossistemas aquáticos.	Biodiversidade. Funções naturais de filtragem e reciclagem de nutrientes. Habitats para peixes e aves aquáticas.
Desmatamento/ Uso do solo	Mudança de padrões de drenagem, inibição da recarga natural dos aquíferos, aumento da sedimentação.	Qualidade e quantidade da água, pesca comercial, biodiversidade e controle de enchentes.
Poluição não controlada	Prejuízo da qualidade da água.	Suprimento de água. Custos de tratamento. Pesca comercial. Biodiversidade. Saúde humana.
Remoção excessiva de biomassa	Diminuição dos recursos vivos e da biodiversidade.	Pesca comercial e esportiva. Biodiversidade. Ciclos naturais dos organismos.
Introdução de espécies exóticas	Supressão das espécies nativas. Alteração dos ciclos de nutrientes e ciclos biológicos.	Habitats, pesca comercial. Biodiversidade natural e estoques genéticos.
Poluentes do ar (chuva ácida) e metais pesados	Perturbação da composição química de rios e lagos.	Pesca comercial. Biota aquática. Recreação. Saúde humana. Agricultura.
Mudanças globais no clima	Alteração drástica do volume dos recursos hídricos, dos padrões de distribuição de precipitação e evaporação, riscos de enchente.	Suprimento de água, transporte, produção de energia elétrica, produção agrícola, pesca.
Crescimento da população e padrões gerais do consumo humano	Aumento da pressão para construção de hidroelétricas, da poluição da água, da acidificação de lagos e rios. Modificação dos ciclos hidrológicos.	Praticamente todas as atividades econômicas que dependem dos serviços dos ecossistemas aquáticos.

Esta crise foi aumentando gradativamente com a evolução tecnológica, o crescimento da população e a urbanização e industrialização. Por exemplo, na segunda metade do século XIX a crise principal estava relacionada com epidemias produzidas pela má qualidade da água; já na segunda metade do século XX, a descarga de esgotos não tratados, a acidificação e descarga de substâncias tóxicas foram causas de crises muito problemáticas e de alto custo na qualidade e quantidade da água.⁴ Atualmente os problemas mais agudos são: eutrofização, toxidade das águas, custos excessivos de tratamento, ameaças à saúde humana por deterioração da qualidade e mudanças hidrológicas drásticas em escala global, regional e local.

Portanto, neste princípio de século, os principais desafios referentes à crise da água e todos os problemas por ela gerados são:

- escassez de água;
- disponibilidade de água potável;
- deterioração da qualidade da água;
- falta de percepção de gerentes do meio ambiente e do público em geral sobre a gravidade da crise;
- fragmentação e dispersão no gerenciamento de recursos hídricos;
- falta de percepção do grande público sobre a real crise da água;
- falta de investimentos em preservação e recuperação de mananciais.

Os custos nacionais da degradação de recursos hídricos são pouco conhecidos. Para a China, cálculos recentes indicam que os custos da poluição das águas são cerca de 0,5% do produto nacional bruto desse país.⁵

A situação dos recursos hídricos no Brasil.

O Brasil é um país privilegiado em recursos hídricos continentais e superficiais e, além disso, possui um grande potencial de águas subterrâneas, com reservas estimadas em 112.000 Km³. Estas águas, geralmente de boa qualidade, constituem um enorme acervo de recursos naturais que pode ser utilizado. A tendência será de um aumento considerável do uso das águas subterrâneas no futuro. Cerca de 16% das águas doces no planeta estão localizados no território brasileiro. A região com maior abundância de água é a região Norte, principalmente se levarmos em conta a densidade populacional, que é baixa. Mesmo assim, as condições sanitárias (drenagem de esgotos e tratamento de água) são precárias nesta região agravando o problema da saúde humana, com incidência sobre a mortalidade infantil. Na região Sudeste o problema é outro: há água suficiente, mas o crescimento da urbanização e a ampliação do parque industrial, o crescimento populacional e o aumento dos usos múltiplos estão limitando o desen-

⁴ STRASKRABA, M. Lake and reservoir management. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 26, 193-209, 1996.

TUNDISI, J. G. Limnologia no século XXI: perspectivas e desafios. CONGRESSO BRASILEIRO DE LIMNOLOGIA, VII, Conferência de Abertura, Instituto Internacional de Ecologia, 1999. 24 p.

⁵ ROSEGRANT, M. W. *Water Resources of the 21st Century: increasing scarcity, declining quality and implications for action.* UNU/IAS, working paper n. 3, 1996. 52 p.

volvimento, aumentando os custos do tratamento e tornando a água tratada um bem extremamente caro. Os dispêndios em tratamento de água, a despoluição e conservação têm aumentado sistematicamente em todos os municípios da região Sudeste.

Na região Sul, o problema é o mesmo: há escassez de água apesar dos rios de grande porte e vazão (rio Paraná, por exemplo). Essa escassez se deve aos efeitos cumulativos dos processos ambientais e usos múltiplos que são de um amplo espectro: agricultura, indústria, piscicultura, navegação, recreação.

No Nordeste, o problema é de escassez e contaminação por doenças tropicais de veiculação hídrica. O investimento técnico no Nordeste é importante, e algumas soluções têm se mostrado promissoras (reservas de água em pequenos açudes, aumento das áreas alagadas por construção de barragens simples e que aumentam a reserva de água no lençol freático), uso da água subterrânea e dessalinização de águas continentais. O uso adequado da água no Nordeste pode trazer avanços metodológicos e técnicos importantes: por exemplo a fruticultura irrigada pode gerar um movimento anual de US\$ 70 bilhões em função de exportações de frutas tropicais.

A região Centro-Oeste tem uma área de alta biodiversidade, única no mundo em dimensão contínua (200.000 Km²), que é o Pantanal Mato-grossense. Nesta região as prioridades são: proteção da biodiversidade aquática e proteção a estoques de peixes, proibição da depredação da fauna e flora locais, e uso da região como pólo turístico direcionado para várias atividades: lazer, turismo ecológico, observação da natureza, uso sustentado da exploração da biomassa.

Os usos múltiplos das águas no Brasil podem ser incluídos nas seguintes categorias:

- Produção de hidroeletricidade.
- Reserva de água para irrigação e outras atividades agrícolas.
- Reserva de água para abastecimento público.
- Produção de alimento (peixes e crustáceos): aquacultura.
- Pesca extensiva comercial e pesca de recreação.
- Transporte.
- Recreação.
- Turismo.
- Reserva de água para resfriamento industrial.
- Usos industriais da água.

Um dos principais desafios no Brasil do século XXI será o suprimento adequado de água para as regiões metropolitanas e as áreas urbanas, em geral. Em muitas cidades de médio porte (100.000 a 200.000 habitantes) o suprimento de água é adequado; no entanto, os custos do tratamento e o tratamento de esgotos, são problemas fundamentais de saúde pública, que sem dúvida

vão necessitar de grandes investimentos. Em represas urbanas, de abastecimento de água, há uma pressão elevada para usos múltiplos (pesca, lazer, turismo), bem como para a conciliação destes vários usos com finalidades principais, que são os suprimentos de água de qualidade aceitável, um dos mais importantes desafios para gerentes e administradores de recursos hídricos.

A tabela 2 mostra o balanço hídrico das principais bacias hidrográficas do Brasil.⁶

Tabela 2

Balanço hídrico das principais bacias hidrográficas do Brasil.

Bacia Hidrográfica	Área (km ²)	Média de precipitação (m ³ /s)	Média de descarga (m ³ /s)	Evapotransp. (m ³ /s)	Descarga/ Precipitação (%)
Amazônica	6.112.000	493.191	202.000	291.491	41
Tocantins	757.000	42.387	11.300	31.087	27
Atlântico Norte	242.000	16.388	6.000	10.388	37
Atlântico Nordeste	787.000	27.981	3.130	24.851	11
São Francisco	634.000	19.829	3.040	16.789	15
Atlântico Leste Norte	242.000	7.784	670	7.114	9
Atlântico Leste Sul	303.000	11.791	3.710	8.081	31
Paraná	877.000	39.935	11.200	28.735	28
Paraguai	368.000	16.326	1.340	14.986	8
Uruguai	178.000	9.589	4.040	5.549	42
Atlântico Sul	224.000	10.515	4.570	5.949	43
Brasil incluindo Bacia Amazônica	10.724.000	696.020	251.000	445.020	36

Fonte: BRAGA *et al.*, 1998.⁷

Limnologia e gerenciamento integrado de recursos hídricos

O conhecimento dos mecanismos de funcionamento dos sistemas aquáticos continentais de superfície e subterrâneos e o seu acoplamento aos usos do solo e às bacias hidrográficas apresentaram avanços significativos no século XX. A ciência que estuda os recursos hídricos continentais, a Limnologia, avançou em termos conceituais, metodológicos e técnicos. Este avanço foi paralelo ao de outras ciências tais como Hidrologia, Hidrografia, Botânica, Zoologia Aquática e Biodiversidade Aquática.

Um dos grandes avanços recentes, nas últimas décadas do século XX, foi exatamente a integração entre estas ciências e o gerenciamento de recursos hídricos, que sempre foi mais ligado às engenharias, engenharia civil e saneamento básico. Tal integração em processamento é um dos principais desafios para o

⁶ REBOUÇAS, A.; BRAGA, B. & TUNDISI, J. G. *Águas doces no Brasil. Capital ecológico, usos e conservação*. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados-USP, Academia Brasileira de Ciências, 1999. 757 p.

⁷ BRAGA, B., ROCHA, O. & TUNDISI, J. G. Dams and the Environment: the brazilian experience. *Water Resources Development*, 14: 127-40, 1998.

gerenciamento avançado de recursos hídricos no século XXI. Além disso, ficou claro, também nas décadas finais deste século, que é impossível procurar compreender o que se passa nos sistemas de recursos hídricos superficiais ou subterrâneos, sem compreender os processos econômicos e sociais que desencadeiam as transformações. O gerenciamento das águas está, portanto, fundamentalmente relacionado à sócio-economia regional e aos usos múltiplos das bacias hidrográficas. Este gerenciamento que, em todo o século XX foi localizado, setorial (setor hidroelétrico, setor pesqueiro, setor de irrigação) e que procura responder aos problemas, deverá ser, no século XXI, preditivo, integrado (integração de todos os componentes de múltiplos usos) e em nível de ecossistemas, ou seja, deverá ser abrangente e sistêmico considerando todos os processos ecológicos e ambientais, econômicos e sociais, de bacias hidrográficas.⁸

⁸ NAIMAN, R. J., MAGRUSON, J. J.; MCKNIGHT, D. M., & STANFORD, J. *The Freshwater imperative: a research agendas*. Washington D.C.: Island Press, 1995. 165 p.

Ao desafio de se implementar um gerenciamento com estas características devem somar-se aquele de treinar gerentes capacitados para exercer tal função e o de introduzir legislações adequadas.

A formação de recursos humanos também passa hoje por grandes transformações. Os gerentes devem ter uma visão mais abrangente, integrada, dos recursos hídricos e um treinamento técnico e tecnológico avançado. A orientação para conhecimento de estudos de caso, prática de campo, de laboratório e informações comparativas deve ser compreendida dentro de um amplo contexto global, regional e local.

Os avanços produzidos na legislação têm sido essenciais. No Brasil a implementação da ANA (Agência Nacional de Águas) e a descentralização produzida pela administração por bacias hidrográficas foi um passo decisivo no gerenciamento e na legislação. Neste caso, a descentralização deve produzir uma verdadeira revolução no setor, pois o gerenciamento das bacias hidrográficas montante-jusante como um todo elimina o conflito que sempre existiu e também coloca os usuários como administradores de todo o sistema (os chamados parlamentos da água). A estes avanços em vias de consolidação (Brasil, México, Argentina e Chile alteraram a legislação sobre recursos hídricos nos últimos anos) deve-se adicionar um outro desafio relevante, que é o aumento da percepção do grande público a respeito do problema, bem como a introdução de novas metodologias para educar as grandes massas de população sobre o problema da água, as necessidades de conservação e de preservação.

O conhecimento científico sobre rios, lagos, represas, áreas alagadas deve ser utilizado como base para o gerenciamento integrado. Além disto, atualmente tem ocorrido outra mudança conceitual muito importante, que é a da preservação das fontes de abastecimentos e das reservas naturais de recursos hídricos. A

concepção de que o tratamento de água resolve todas as situações tem mudado para um gerenciamento mais eficiente das bacias hidrográficas e dos mananciais, reduzindo-se assim os custos de tratamento e preservando-se recursos para o futuro. Desta forma, o monitoramento de água tem atualmente um destaque excepcional. Este monitoramento deve ter componentes de máxima cobertura, boa relação custo-benefício, mínimo erro de medida, mínimo erro de amostragem, e pode ser feito, atualmente, em tempo real produzindo um banco de dados de excelente valor para tomada de decisões.⁹ Além disto, o monitoramento possibilita aumentar a capacidade preditiva do sistema de gerenciamento, oferecendo condições para antecipar situações de emergência e de perigo com contaminações que podem causar acidentes afetando a saúde de milhares de pessoas.

⁹ BISWAS, A. Op. cit.

A adoção de critérios adequados e rigorosos de qualidade da água, a persistência na conservação de fontes não contaminadas e investimentos na recuperação dos recursos hídricos devem ser paradigmas fundamentais do gerenciamento no século XXI.

O desenvolvimento sustentado prevê o uso adequado dos recursos naturais sem comprometê-los para as próximas gerações. Nesta questão, os usos adequados da água, a preservação da quantidade e qualidade, são essenciais para a manutenção dos ciclos e do equilíbrio dinâmico e para a prestação contínua de “serviços” pelos ecossistemas, produzindo condições permanentes de sustentação das atividades humanas e usos múltiplos. Dos usos adequados e da conservação dos recursos hídricos, dependem a biodiversidade aquática, a produção de biomassa e a disponibilidade de água com qualidade satisfatória. O desenvolvimento sustentado prevê a adoção de tecnologias mais acessíveis, mais baratas e de grande eficiência. A dessalinização da água do mar pode ser uma das opções futuras desde que os custos desta tecnologia não sejam proibitivos. O re-uso da água deverá ser gradativamente implantado como um componente fundamental do gerenciamento.

Um dos exemplos mais clássicos da inter-relação entre qualidade da água, saúde humana e desenvolvimento sustentado, com repercussões econômicas é o tratamento e a solução de problemas da eutrofização. A eutrofização já é o grande problema do século XXI, resultante da falta de tratamento de esgotos e de descargas excessivas não pontuais de nitrogênio e fósforo em rios, lagos e represas, produzindo uma deterioração rápida na qualidade da água, com o florescimento de cianofíceas em alguns casos com cepas tóxicas. Este processo tem afetado praticamente todos os sistemas aquáticos superficiais em muitos países e tem contaminado também águas subterrâneas.¹⁰ O quadro 2 resume as principais conseqüências do impacto da eutrofização e a repercussão da solução do problema em qualidade de vida na economia.

¹⁰ CHORUS, I. & BARTRAM, J. (Editors). *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management*. E. Who. & F. Spom, 1999. 416 p.

Quadro 2
Efeitos da eutrofização, benefícios da redução da eutrofização e medidas dos benefícios.

Efeitos da eutrofização	Benefícios da redução da eutrofização	Como os benefícios podem ser medidos
Aumento do gosto e odor em águas de abastecimento	Redução dos custos do tratamento.	Redução de custos no tratamento.
	Diminuição da demanda por água engarrafada.	Aumento no consumo de água e preços competitivos da água de abastecimento público.
Redução visual e efeitos da qualidade da água.	Maior diversificação da biota.	Valorização econômica das propriedades.
	Estímulo ao desenvolvimento nas proximidades dos corpos de água	Ampliação do desenvolvimento urbano
	Incremento da recreação.	Aumento da receita com recreação.
Aumento da possibilidade de toxinas na água.	Desenvolvimento da pesca comercial e recreacional.	Aumento no valor da fauna de peixes.
	Maior diversificação da biota.	
	Novos usos da água para recreação.	Aumento na receita com recreação.
Perda de profundidade da água, área de superfícies e capacidade de reserva.	Redução da necessidade de suprimentos alternativos de água.	Redução dos custos de recuperação.
	Viabilidade continuada da recreação e pesca.	Garantia de permanência da recreação.
	Valorização das propriedades preservadas.	Manutenção dos preços das propriedades nas vizinhanças dos lagos.

Fonte: UNEP, 2000.¹¹

Avanços conceituais e metodológicos

Os novos avanços conceituais e metodológicos no gerenciamento de recursos hídricos resultam da percepção de que a água tem um valor econômico e todos os seus usos competitivos devem ser considerados como um benefício econômico. O gerenciamento dos recursos hídricos, além de integrar a pesquisa ao monitoramento para as decisões gerenciais, deve ser participativo envolvendo público, usuários, planejadores, poder público e iniciativa privada. Este gerenciamento integrado deve estar relacionado com as práticas de conservação, monitoramento, recuperação e re-uso dos recursos hídricos.¹² A figura 3 apresenta conceitos recentes de gerenciamento integrado.

¹¹UNEP. *Planning and management of lakes and reservoirs: an integrated approach to eutrophication*. Kyoto: IETC, 2000. 327 p.

¹²TUNDISI, J. G., MATSUMURA-TUNDISI, T., ROCHA, O. & ESPINDOLA, E. Limnologia e gerenciamento integrado de represas da América do Sul: avanços recentes e novas perspectivas. In: BRAGA, B. (Editor). *Gerenciamento de represas na América do Sul*. (no prelo).

A implantação de incentivos econômicos tais como o pagamento pelos usuários da quantidade e qualidade da água (o princípio pagador – poluidor) e não só pela quantidade de água usada, além do estímulo à iniciativa privada para gerenciamento e recuperação de recursos hídricos, são outras práticas importantes de descentralização e de avanços no gerenciamento. Estimativas recentes do Banco Mundial indicam que serão necessários mais de US\$ 600 bilhões de investimentos na próxima década para resolver problemas de abastecimento com água potável, tratamento da água e seu uso e também para resolver a escassez.¹³

¹³WORLD BANK. *Water resources management. A World Bank Policy Paper*. 1993. 140 p.

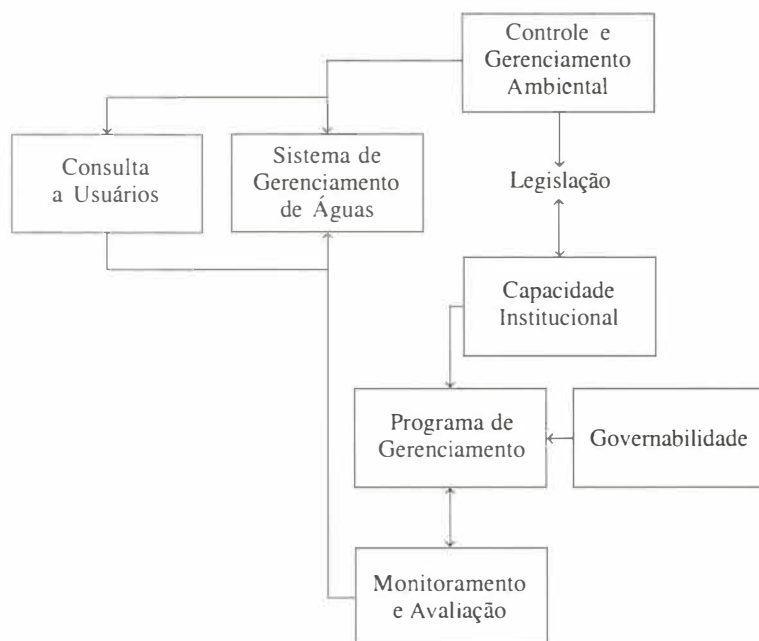


Figura 3

Principais processos institucionais para o gerenciamento de rios, lagos, represas e qualidade da água.

Fonte: STRASKRABA & TUNDISI, 1999 e UNEP, 2000.¹⁴

¹⁴STRASKRABA, M. & TUNDISI, J. G. *Diretrizes para o gerenciamento de lagos. Gerenciamento da qualidade da água de represas*. v. 9. ILEC/IEE, 2000. 227 p. UNEP. Op. cit.

¹⁵REBOUÇAS, A., BRAGA, B. & TUNDISI, J. G. *Águas Doces no Brasil. Capital ecológico, usos e conservação*. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados-USP, Academia Brasileira de Ciências, 1999. 757 p.

¹⁶STRASKRABA, M. & TUNDISI, J. G. Op. cit. TUNDISI J. G., 1999. Op. cit.

José Galizia Tundisi é biólogo, doutor em Ciências pela Universidade de São Paulo/Universidade de Southampton (Reino Unido) e presidente do Instituto Internacional de Ecologia em São Carlos, São Paulo.

Em futuro próximo, as questões sócio-econômicas relativas à água deverão desenvolver-se paralelamente aos avanços tecnológicos e às metodologias.¹⁵ Com a educação ambiental relativa aos recursos hídricos deverão ser também acelerados e serão prática e rotina nas escolas a discussão e a demonstração sobre problemas da qualidade da água, bem como a necessidade de preservar mananciais. Novas metodologias e técnicas de educação relacionada aos recursos hídricos¹⁶ deverão ser introduzidas, incluindo-se o uso de sistemas de informação.

SISTEMAS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

análise de alguns arranjos institucionais

Antonio Eduardo Launa

A relevância estratégica da água e a evidência de sua escassez, quantitativa e qualitativa, para atender às demandas humanas e dos ecossistemas, têm levado diversos países a promoverem a reforma dos seus Sistemas de Gestão de Recursos Hídricos. Isto é consequência da constatação de que um bem estratégico escasso não pode ser gerido como se fosse um bem livre (ou de acesso livre) como historicamente ocorreu com a água em regiões úmidas. A maioria dessas reformas resulta na criação de modelos de gestão que abrigam entidades gerenciais organizadas em torno da bacia hidrográfica como unidade geográfica ideal de planejamento, gestão e intervenção. Como pano de fundo a essa análise, e antecedendo-a, convém apresentar a evolução histórica dos modelos de gestão de recursos hídricos, o que permitirá conhecer conceitos e práticas que têm sido adotadas, e ao mesmo tempo, fornecer os instrumentos necessários para avaliar criticamente cada um destes modelos.

Evolução dos modelos de gestão de recursos hídricos

A evolução dos mecanismos institucionais (legais e organizacionais) e financeiros para a gestão de recursos hídricos ocorreu ao longo de três fases. Em cada uma destas fases foram adotados modelos gerenciais cada vez mais complexos mas que, não obstante isso, possibilitaram uma abordagem mais eficiente do problema: o modelo burocrático, o modelo econômico-financeiro e o modelo sistêmico de integração participativa.

Modelo Burocrático

Este modelo começou a ser implantado no final do século XIX. Nele, o objetivo predominante do administrador público é cumprir e fazer cumprir os dispositivos legais. Tem como principais características a racionalidade e a hierarquização. Para instrumentalização deste processo, em face da complexidade e abrangência dos problemas das águas, é gerada uma grande quantidade de leis, decretos, portarias, regulamentos e normas sobre uso e proteção, alguns dos quais se tornam inclusive objeto de disposições constitucionais. Como consequência, a autoridade e o poder tendem a concentrar-se gradualmente em entidades públicas, de natureza burocrática, que trabalham com processos casuísticos e reativos destinados a aprovar concessões e autorizações de uso, licenciamento de obras, ações de fiscalização, de interdição ou multa, e demais ações formais de acordo com as atribuições de diversos escalões hierárquicos.

As principais falhas desse modelo, identificadas pelos estudos da administração de organizações¹, são: as reações e comportamentos humanos considerados previsíveis e a excessiva atenção dada aos aspectos formais que impede a percepção dos elementos dinâmicos – o meio em que a organização se insere, a personalidade dos atores que nela contracenam e as relações de poder que permeiam a organização. As anomalias resultantes são:

- visão fragmentada do processo, fazendo com que os atores exacerbem a importância das partes de sua competência e se alheiem dos resultados finais pretendidos e que justificam a própria existência da gestão;
- desempenho restrito ao cumprimento de normas e engessamento da atividade de gestão por falta de flexibilidade para o atendimento de necessidades não rotineiras;
- dificuldade de adaptação a mudanças internas e externas, com tendência a perpetuação de normas de procedimento mesmo após a extinção dos fatos que as geraram;

¹ TONET, H. C. & LOPES, R. G. F. *Alternativas organizacionais mais adequadas para viabilizar o uso dos instrumentos de Avaliação de Impactos Ambientais e Gerenciamento de Bacia Hidrográfica*. Texto de Consultoria em Gestão Pública para Projeto de Tecnologias de Gestão Ambiental. Brasília: IBAMA, 1994.

- centralização do poder decisório nos escalões mais altos, geralmente distantes do local em que ocorre a demanda de decisão, com demoras desnecessárias e descompromisso da parte que recebe as demandas, mas não tem o poder de atendê-las;
- padronização no atendimento a demandas, que nem sempre considera expectativas ou necessidades específicas, resultando em conflitos que reforçam a percepção da ineficiência e da falta de eficácia, comprometendo a imagem do sistema de gestão;
- excesso de formalismo, do qual decorrem controles sobre controles, exigindo pessoal para acompanhamento, registro de dados e supervisão de trabalhos, acúmulo de papéis em diversas vias, morosidade no processo de comunicação e de ação etc.
- pouca ou nenhuma importância dada ao ambiente externo ao sistema de gestão, que possui demandas nem sempre percebidas; as pressões externas, quando acentuadas, são vistas como ameaças indesejadas e não como estímulos ao desenvolvimento e à inovação.

Diante disto, a autoridade pública se torna ineficiente e politicamente frágil ante os grupos de pressão interessados em outorgas, concessões, autorizações e licenciamentos para benefícios setoriais ou unilaterais. A inadequação desta situação tem como consequência o surgimento e agravamento dos conflitos de uso e proteção das águas, que realimentam o processo de elaboração de instrumentos legais, dentro da assertiva de que *se alguma coisa não está funcionando é por que não existe lei apropriada*. Isto acaba por produzir uma legislação difusa, confusa, muitas vezes conflitante e quase sempre de difícil interpretação ou permitindo diversas interpretações, com o consequente agravamento dos problemas da administração pública. Essa, de um quadro de atuação ineficiente, passa para outro de total inoperância. Nessa situação, surge uma reação contrária, sintetizada pela frase *já existem leis suficientes, havendo simplesmente necessidade de serem aplicadas*. Neste caso remete-se a culpa do fracasso do modelo à lentidão da justiça e à inoperância, ou mesmo venalidade, do poder público, conjugados com atitudes ambientalmente criminosas dos agentes econômicos. A gestão de recursos hídricos torna-se uma questão de polícia, desconhecendo-se que estes sintomas têm como causa fundamental a carência de um sistema efetivo, eficaz e eficiente para sua promoção.

Apesar de ter fracassado na produção de uma gestão eficiente dos recursos hídricos, este modelo muitas vezes tem encontrado condições propícias para ser reformulado no processo de reorganização institucional de muitos países. A ótica, do que poderia ser denominado por modelo neo-burocrático, é que seria possível o preparo de leis adequadas, pela produção de uma legis-

lação totalmente nova e, desta vez, articulada e eficiente, em conjunto com seus licenciamentos, outorgas, controles e punições. No entanto, deve ser compreendido que, por um lado, a legislação anterior não foi resultado da incompetência dos administradores, juristas e legisladores mas da limitação do processo que tal opção propicia. Sendo assim, ao ser novamente adotado este modelo, a tendência é de se cometer outra vez os mesmos erros. Por outro lado, a dificuldade em aplicá-lo não resulta unicamente da incompetência ou venalidade da administração pública, ou da lentidão da justiça, mas das limitações do próprio modelo. Há necessidade, portanto, de um modelo de gestão de recursos hídricos operacionalizado e instrumentalizado por uma legislação efetiva, que encontre no processo civil ou criminal uma alternativa extrema de negociação mas nunca sua única opção para promoção do desenvolvimento sustentável.

Modelo Econômico-Financeiro

Este modelo pode ser considerado como um desdobramento da política econômica preconizada por John Maynard Keynes que destacava a relevância do papel do Estado como empreendedor, utilizada na década de 30 para superar a grande depressão capitalista. Teve como uma das conseqüências a criação nos EUA, da *Tennessee Valley Authority* (TVA), em 1933, como a primeira Superintendência de Bacia Hidrográfica. É também fruto da introdução da análise custo-benefício a projetos públicos, cujas bases de aplicação aos recursos hídricos foram estabelecidas pelo *Flood Control Act*, novamente nos EUA, em 1936. Ele é caracterizado pelo emprego de instrumentos econômicos e financeiros, ministrados pelo poder público, para promoção do desenvolvimento econômico nacional ou regional, e indução à obediência das disposições legais vigentes. Pode aparecer com duas orientações: em uma delas o modelo é alicerçado em prioridades setoriais do governo. Tem como força motora programas de investimentos em setores usuários dos recursos hídricos, como saneamento, irrigação, eletrificação, e como entidades privilegiadas autarquias e empresas públicas. Na outra orientação, mais moderna, o modelo busca o desenvolvimento integral e, portanto, multissetorial de uma bacia hidrográfica, como no caso do TVA. Esta segunda orientação é mais rara devido a organização institucional do Estado ser orientada por setores econômicos, dificultando e até inviabilizando o preparo de planos multissetoriais. As Superintendências de Bacias Hidrográficas ficam vinculadas, via de regra, a ministério ou secretaria estadual setorial cujas atribuições são limitadas ao setor específico.

Os instrumentos econômicos e financeiros são aplicados tendo em vista uma concepção de sistema: setorial, como o de saneamento, o de energia, ou integral, como o sistema da bacia

hidrográfica. São reconhecidas as necessidades e limitações impostas pelo meio, e estabelecidos planos estratégicos para consecução da missão da organização. Entende-se que não existe um único método para isso, e busca-se o mais efetivo.

A principal falha desse modelo reside na concepção relativamente abstrata que o mesmo adota para servir de suporte para a solução de problemas contingenciais: o ambiente mutável e dinâmico exige grande flexibilidade do sistema de gestão para adaptações freqüentes e diversas. Ele esbarra na necessidade de criar um enorme sistema que compatibilize as intenções espaciais e temporais de uso e proteção das águas, ficando ainda mais evidenciada a necessidade de flexibilidade. Esta dificuldade leva à definição de sistemas parciais, relativamente fechados, como demonstra a experiência de muitos países. Nessa orientação, a injeção de recursos financeiros acarreta o desenvolvimento dos setores selecionados pelos programas governamentais. Isto pode causar um desbalanceamento entre os diversos usos dos recursos hídricos e destes usos com os objetivos de proteção das águas. Pode ocorrer uma apropriação excessiva e, perdulária, por certos setores, o que restringe a utilização social e, mesmo, economicamente ótima da água, por um lado. Possibilita a intensificação do uso setorial não integrado em certas bacias de importância econômica acarretando quase sempre os mesmos conflitos do modelo burocrático, agora com caráter intersetorial e, até mesmo, intra-setorial. Finalmente, tende ou a subdimensionar a questão ambiental, ou a superdimensioná-la, no processo do planejamento integrado da bacia, dando origem a processos traumáticos e muitas vezes exacerbados de contestação que colocam em oposição grupos autodenominados “desenvolvimentistas” ou “ambientalistas”.

Não obstante as críticas, este modelo, mesmo com a orientação setorial adotada, representa um avanço em relação ao anterior já que, pelo menos setorial e circunstancialmente, possibilita a realização do planejamento estratégico da bacia e canaliza recursos financeiros para implantação dos respectivos planos diretores. Isto permite a ocorrência de um certo grau de desenvolvimento no uso, no controle ou na proteção das águas. Pode falhar, porém, na promoção da gestão integral, pois não assegura o tratamento global de todos os problemas e oportunidades de desenvolvimento e proteção já que depende das diretrizes estabelecidas pelo poder público que eventualmente é distante e insensível aos problemas locais e em termos organizacionais é restrito ao tratamento setorial. Tende a criar entidades públicas com grandes poderes que estabelecem conflitos com outras preexistentes, resultando em impasses políticos de difícil solução. E tem uma grave consequência que aparece quando os programas são encerrados: muitas vezes são perdidos grandes investimentos realizados para propiciar um uso setorial dos recursos hídricos

que não será mais privilegiado no futuro ou a bacia se torna extremamente vulnerável a atividades com potencial de degradação ambiental.

As críticas a esse modelo podem ser contestadas pela argumentação de que algumas bacias hidrográficas apresentam tal grau de carência quantitativa ou de deterioração qualitativa, real ou potencial, das águas, que somente programas de desenvolvimento ou proteção, envolvendo grandes investimentos, poderão solucioná-los. O estabelecimento de programas de investimentos não é aqui condenado e nem poderia sê-lo. O que se alega é que a gestão de recursos hídricos não pode ser efetivada exclusivamente por programas setoriais, através da mediação do poder executivo. Há necessidade de estabelecimento de um modelo de gestão que possibilite o desenvolvimento econômico integral, ou seja, multissetorial da bacia, socialmente eficiente e ambientalmente sustentável, o que implica fomento, articulação e coordenação dos programas que sejam necessários para atender demandas e oportunidades de curto e longo prazo, e não apenas a implementação de programas setoriais não integrados e de caráter transitório. Um modelo que aumente a eficácia da geração e emprego de instrumentos legais, ao contrário de produzir uma legislação caótica. Enfim, há necessidade de um modelo com a capacidade de abordar como um todo os problemas e oportunidades de desenvolvimento (crescimento econômico, equidade social e sustentabilidade ambiental), gerando e aplicando com eficiência os instrumentos legais e econômicos necessários, integrando e articulando as instituições públicas, privadas e comunitárias interessadas, dentro de uma concepção sistêmica, e por isto multi e intersetorial, da gestão de recursos hídricos.

Este modelo pode ser obtido com a segunda orientação do modelo econômico-financeiro, que visa ao desenvolvimento integral da bacia hidrográfica. O problema desta opção, já comentado previamente, é a necessidade de criação de entidades multi-setoriais de grande porte que concorrem pelo espaço político e administrativo com as demais entidades públicas setoriais atuantes na bacia. Isto dificulta muitas vezes a necessária articulação inter-institucional e com usuários e comunidade.

Modelo Sistêmico

Trata-se do modelo mais moderno de gestão de recursos hídricos, objetivo estratégico de qualquer reformulação institucional e legal bem conduzida. Ele é alicerçado na atribuição de *direitos de propriedade das águas*, pelo qual seja o Estado, sejam particulares, assumem seu domínio, legalmente ou para efeitos práticos. Em função desse atributo de propriedade duas diretrizes distintas de gestão são estabelecidas que resultarão em modelos específicos.

Quando é admitida a propriedade privada das águas são estabelecidos esquemas de *regulação*, assumidos necessariamente pelo poder público, de forma a mediar os interesses públicos e privados de uso, controle e proteção das águas. São adotados mercados de direitos de uso como forma de promoção de alocações mais eficientes desse recurso, com diferentes níveis de restrição, inseridos via regulação. Essa regulação é promovida pela adoção de *instrumentos normativos e econômicos*. Essas são as características básicas dos Sistemas de Gestão de Recursos Hídricos do Reino Unido e do Chile, como será visto adiante.

Quando a propriedade das águas é pública, o sistema de gestão de recursos hídricos caracteriza-se por três determinações:

- a necessidade de *descentralização* da gestão, através da qual o Estado, sem abrir mão do domínio sobre a água, permite que a sua gestão seja realizada de forma compartilhada com a sociedade, mediante a participação de entidades especialmente implementadas;
- adoção do *planejamento estratégico* na unidade de intervenção da bacia hidrográfica, mediante o qual governo, usuários de água e sociedade negociam e estabelecem metas de desenvolvimento sustentável atreladas a instrumentos para alcançá-las;
- a utilização desses *instrumentos normativos e econômicos*, similares aos adotados na situação de propriedade privada das águas, mas que visam a atingir as metas de desenvolvimento sustentável estabelecidas no planejamento estratégico.

As duas diretrizes-marco, a propriedade privada ou pública, decorrem da constatação de que um bem estratégico como a água, na medida em que seja abundante, pode ser tratado como um bem livre. Esta situação vigia no passado, antes que o uso da água assumisse as proporções que hoje apresenta nas regiões mais desenvolvidas. Quando se torna escassa há necessidade de serem estabelecidas formas de controle desta apropriação que somente podem ocorrer mediante a adoção do atributo de propriedade: comunitária, pública ou privada. A gestão mediante a propriedade comunitária, embora tenha ocorrido e ainda ocorra em certas regiões do planeta, apresenta dificuldades de implementação em situações de grande complexidade como as que oferecem regiões com grande desenvolvimento e complexos interesses sobre a água, que extrapolam os espaços geográficos nos quais a atuação comunitária seria mais eficaz.

A gestão mediante o estabelecimento de direitos de propriedade privada e, conseqüentemente, de comercialização da água, deixa ao mercado o seu controle e a sua assignação. Devido a diversos problemas de obtenção de eficiência social neste tipo de controle privado ele deve sujeitar-se a regulação estatal. Cabe

desta forma ao meio empresarial e aos usuários das águas a maior parte das ações de planejamento e de desenvolvimento baseadas no uso dos recursos hídricos, cabendo ao Estado unicamente o estabelecimento de restrições tendo em vista o interesse público.

Na gestão mediante a propriedade pública das águas, o Estado assume seu domínio, como ocorreu constitucionalmente no Brasil, em função da aceitação das premissas de que a propriedade comunitária é de difícil implementação e que a privada gera resultados insatisfatórios sob o ponto de vista público devido às imperfeições do mercado, mesmo que regulado.

Abordagens nas situações de propriedade privada das águas

Os tipos de entidades criadas por esse modelo são diversos. Poderá haver uma única entidade de bacia, de caráter privado, que assume para efeitos práticos o domínio da água, e a oferta para todos os usos e serviços demandados pelo público, como no modelo inglês adiante analisado. Ou um esquema mais descentralizado, com diversas entidades adquirindo e negociando direitos de uso de água no mercado, para uso próprio ou para fornecimento de serviços hídricos ao público, como no Chile, situação que será também analisada adiante.

Os modelos e entidades de bacia gerados por essa abordagem são relativamente mais simples embora possam apresentar maior variabilidade que aqueles em que a propriedade é pública. As formas de participação pública, essencialmente regulatória, podem também variar mas não fogem às demandas básicas de regulação: proteção ambiental, de proteção à saúde pública, e de qualidade dos serviços hídricos, entre outras.

Os instrumentos normativos e econômicos adotados são, em essência, a outorga dos direitos de propriedade, e a cobrança pelos serviços de regulação pública. A outorga envolve desde os mecanismos iniciais de alocação de direitos de propriedade de água, mediante qualquer critério, até a criação de diferentes classes de áreas de proteção, onde a regulação buscará atender a demandas ambientais ou sociais que não sejam automaticamente providas pela ação privada. Envolve também a proteção de segmentos sociais carentes ante o exercício do poder econômico. A cobrança pelo uso da água (do usuário para o Estado) visa a arrecadação de recursos para que o Estado regulador possa exercer essa atribuição e também a de proteção dos segmentos sociais carentes. Isso poderá determinar a cobrança na proporção do volume de água usada, ou na proporção da renda gerada por esse uso. Os recursos poderão ser aplicados na fiscalização dos direitos de uso, na transferência de propriedade de água e na atribuição de subsídios a usos de água socialmente relevantes que não possuam capacidade de pagamento. Difere portanto do caráter da cobrança realizada em mercados de água, que são criados como

instrumento motor do sistema de transferência de direitos de uso, que têm como um dos objetivos o alcance da alocação ótima desse recurso.

Abordagens nas situações de propriedade pública das águas

Situação distinta ocorre quando da *publicização* da água como no Brasil, constitucionalmente, e na França, para efeitos práticos. Nesse modelo, as ações de planejamento e de desenvolvimento são coordenadas, com diversos graus de interferência da sociedade e usuários de água, pelo Estado. Como a ação estatal é mais presente, há necessidade de um maior formalismo em sua execução, ao contrário do que ocorre no modelo anterior, em que as ações são delegadas aos proprietários privados da água.

Diante das dificuldades que um controle estatal centralizado poderia acarretar, os sistemas mais modernos têm adotado o expediente da *descentralização participativa*. Nele, o Estado, apesar de manter o domínio e, portanto, o controle sobre a água, descentraliza a sua gestão permitindo a participação da sociedade e dos usuários de água através de entidades especialmente implementadas. Para tanto é estabelecida uma concepção sistêmica, na forma de uma matriz institucional de gestão, responsável pela execução de funções gerenciais específicas, e pela adoção de dois instrumentos:

- planejamento estratégico por bacia hidrográfica: baseado no estudo de cenários alternativos futuros, negociando e estabelecendo metas alternativas específicas de desenvolvimento sustentável (crescimento econômico, equidade social e sustentabilidade ambiental) no âmbito de uma bacia hidrográfica. Vinculados a estas metas são definidos prazos para concretização, meios financeiros e os instrumentos legais requeridos;
- tomada de decisão através de deliberações multilaterais e descentralizadas: implementação de negociação social, baseada na constituição de um organismo de bacia hidrográfica, do qual participem representantes de instituições públicas, privadas, usuários, comunidades e de classes políticas e empresariais atuantes na bacia. Esse organismo tem a si assegurada a análise e aprovação de parte relevante dos planos e programas de investimentos vinculados ao desenvolvimento da bacia, permitindo o cotejo dos benefícios e custos correspondentes às diferentes alternativas.

No que diz respeito ao planejamento estratégico por bacia hidrográfica, deve ser entendido que os interesses de uso, controle e proteção das águas provêm de diversos setores. Há necessidade de serem conhecidos, ou pelo menos hipotetizados, os diversos planos setoriais de longo prazo, quantificando e hierarquizando as intenções de uso, controle e proteção de forma que

seja possível a elaboração de um plano multisetorial de longo prazo que buscará articular os interesses entre si e estes com as disponibilidades dos recursos hídricos. Como no planejamento de longo prazo não há possibilidade de obtenção de previsões confiáveis, é estabelecida a necessidade de formulação de cenários alternativos de uso, controle e proteção das águas que servirão de base para os planos setoriais. Em uma sociedade, demandas e valores mudam, e assim não será encontrada em qualquer momento uma solução final para os problemas. O planejamento deve ser um processo contínuo de julgamentos e decisões para atender a novas situações em um futuro incerto.

O planejamento estratégico contrasta com os programas circunstanciais do modelo econômico-financeiro por considerar unificadamente os problemas de desenvolvimento (crescimento econômico, equidade social e sustentabilidade ambiental) da bacia no longo prazo. Como consequência, são previstos os programas de estímulo econômico e os instrumentos legais requeridos para atendimento das demandas econômicas, sociais e ambientais.

O segundo instrumento prevê o estabelecimento de uma forma de negociação social no âmbito da unidade de planejamento formada pela bacia hidrográfica. Essa negociação não é preconizada apenas como forma de democratizar a gestão de recursos hídricos. Seu propósito vem de duas constatações importantes e que se constituem em grandes dificuldades para um gestão eficiente: a multiplicidade de interesses em jogo e a eficácia do sistema legal.

a) Dificuldades de lidar com a multiplicidade de interesses

O uso e a proteção das águas é promovido por um grande número de entidades, de caráter público ou privado. Quando a apropriação das águas atinge um nível próximo ao das suas disponibilidades qualitativas e quantitativas surgem os conflitos que envolvem diversas entidades, usos setoriais e locais da bacia. Isto é agravado em presença da degradação. A solução destes conflitos é difícil, mesmo existindo entidade gestora responsável por esta tarefa. Via de regra, ela terá inúmeras atribuições que dificultam o seu pleno exercício por falta de pessoal, tempo ou canais de comunicação e, inclusive, conhecimento pleno da natureza dos problemas. Não obstante será dela requerida a tomada de decisões críticas, pois envolvem a restrição ao atendimento de interesses, o que pode dar margem a contenciosos políticos e legais, sem se falar nas possíveis manobras de bastidores que resultam em pressões ilegítimas. O resultado é que nem sempre a solução que promove a maior satisfação social, a curto e a longo prazos, será adotada. Em certos casos nenhuma solução é tomada, diante da complexidade do problema, deixando que “*os conflitos se resolvam por si mesmos*”, o que acarreta grandes prejuízos sociais e ambientais.

A constituição de um organismo de bacia hidrográfica com a participação da sociedade, usuários e Estado visa a promoção de uma negociação social através da formação de um fórum no qual todos os interessados possam expor seus interesses e discuti-los de forma transparente e democrática. Parte do pressuposto de que o poder público deve efetivamente assumir a propriedade dos recursos hídricos e estabelecer controles sobre o seu uso, de acordo com a premissa básica desse modelo. No entanto, a gestão de recursos hídricos é complexa e envolve diversos interesses conflitantes. Sendo assim, o poder público, sem abdicar do seu papel de gestor e coordenador, deve reconhecer a necessidade de promover uma descentralização da gestão, permitindo a interveniência dos representantes dos diversos segmentos interessados. De acordo com Tonet e Lopes,

as formas de participação têm origem na crescente conscientização de que o direcionamento e a influência para a obtenção de objetivos comunitários depende da forma como o poder é utilizado e da maneira como são tratados os conflitos de interesse. Surgem, de um lado, como aspiração democrática da sociedade, que aos poucos vem acentuando suas práticas nesse sentido... De outro lado, surge como estratégia para aumentar a eficácia e a efetividade na gerência. Isto porque, devido a permitir envolver os interessados em todas as etapas do processo de busca de objetivos, tem maior probabilidade de fazer ocorrer os resultados esperados e de atender as expectativas dos atores.²

² TONET, H. C. & LOPES, R. G. F. Op. cit.

Esta interveniência viabiliza o estabelecimento da decisão que, na visão da maioria dos participantes do organismo de bacia, melhor atenda aos seus interesses, com as limitações impostas pelo poder público para atender aos interesses mais abrangentes e prioritários do Município, do Estado, da Nação ou das futuras gerações. Desta forma, evita-se a possibilidade de que a gestão de recursos hídricos se desenvolva nos bastidores, e traz sua execução ao contexto de uma ampla participação e pleno conhecimento dos interesses e das conseqüências das decisões adotadas.

b) Dificuldades de tornar eficaz o sistema legal

Esta outra constatação surge de uma reflexão sobre as causas da falência dos modelos historicamente adotados para a gestão de recursos hídricos. Uma delas é que, como é dito popularmente no Brasil, *as leis muitas vezes não pegam* ou seja, apesar de existirem, nem sempre são acatadas e as entidades com poderes de implementá-las não querem ou não têm condições operacionais para fazê-lo. Existem duas formas de corrigir este

problema. Uma é reforçar o poder de polícia das entidades responsáveis, o que exige grandes investimentos em pessoal e equipamentos, e a tomada de medidas coercitivas impopulares e de difícil sustentação política. Muitas vezes, retorna-se à principal causa da falência deste modelos, imaginando-se que os problemas serão solucionados por novas imposições legais. Outra, mais racional, é fazer com que os agentes entendam as razões da existência das leis e de que forma suas infrações poderão afetar o bem-estar das gerações presentes e futuras. A constituição de um organismo de bacia que preveja a participação dos usuários de água e da sociedade, com atribuições na gestão de seus recursos hídricos é uma das formas de se obter este entendimento fazendo com que cada participante controle sua própria atuação, impeça a atuação anti-social de outros, e reforce a atuação das entidades com atribuições de controle, visando ao bem comum.

A terceira classe de instrumentos, os normativos e econômicos, buscam em suas aplicações objetivos mais amplos do que aqueles que são perseguidos na abordagem em que é admitida a propriedade privada das águas. A outorga é um instrumento discricionário que o poder público, que detém o domínio das águas, dispõe para promover o seu uso adequado sob o ponto de vista da sociedade como um todo, limitando, por um lado, os poderes deliberativos dos organismos de bacia. Por outro lado, ao fundamentar os critérios de outorga nos interesses deste mesmo organismo, permite-se a adoção de um instrumento de racionalização de uso da água quando outros mecanismos de indução não funcionam.

Finalmente, há a adoção de instrumentos que atuam sobre o mercado:

- A cobrança pelo uso dos recursos hídricos, incluído aí o lançamento de resíduos nos corpos de água.

Este instrumento pode ser usado para gerar recursos para investimentos na bacia, primordialmente, e para estimular o uso social adequado da água, em caráter complementar, sendo uma aplicação dos princípios *poluidor-pagador* ou *usuário-pagador*.

- O rateio de custo das obras de interesse comum entre os seus beneficiários.

Trata-se de desdobramento do instrumento anterior, que conjuga o caráter financeiro com a promoção da justiça fiscal, impondo o custeio de uma obra aos seus beneficiários diretos. É necessário entender que a gestão de recursos hídricos comporta investimentos de grande monta. Eles se dirigem a medidas estruturais, tais como reservatórios, sistemas de abastecimento e de esgotos, de irrigação, criação e fiscalização de reservas. E também a medidas não estruturais voltadas à consecução da gestão

propriamente dita, na forma de operação de entidades devidamente equipadas de pessoal e material, promoção de programas de extensão rural e educação comunitária etc. Não se pode pretender que toda a sociedade pague por isso através de impostos mas que parcela substancial dos recursos financeiros seja gerada na própria bacia, onde se encontram os beneficiários diretos dos investimentos. Duas das formas de geração de recursos financeiros são: a cobrança pelo uso dos recursos hídricos e, mais diretamente, o rateio das obras de interesse comum entre seus beneficiários. A execução destes instrumentos de participação financeira nos investimentos pode ser facilitada na medida que seu estabelecimento e aplicação sejam realizados com ampla participação dos envolvidos. Esta é mais uma das justificativas para a criação dos organismos de bacia e ocorre na linha do princípio *no taxation without representation* (nenhuma taxação sem representação) que orientou a criação dos parlamentos nas democracias modernas.

A questão da cobrança pelo uso dos recursos hídricos de propriedade pública causa muitas vezes violentas, quando não destemperadas, manifestações de grupos ou pessoas que alegam que *o Estado já cobra impostos demais para o retorno que dá à sociedade*. Entendem ser esta cobrança mais uma forma de aumento de imposto e por isto a desaprovam enfaticamente. Este instrumento, sendo entendido adequadamente, poderia, no entanto, fazer parte até mesmo das recomendações de discursos neoliberais que fundamentam tais reações. A idéia subjacente é que a bacia deve gerar os recursos financeiros para seus próprios investimentos, assim como o faz um condomínio de edifício. Como não existe *almoço grátis*, a alternativa à cobrança é o financiamento dos investimentos justamente pelos impostos que seriam cobrados a toda sociedade e não àquele segmento diretamente beneficiado, que se insere na bacia. Isto poderá, inclusive, reforçar os argumentos sobre a necessidade de diminuição de impostos, pois seria estabelecido um instrumento de arrecadação alternativo que tem a vantagem de poder ser controlado pelos próprios pagadores, através da atuação do organismo de bacia. Nas bacias sem capacidade de pagamento haveria ainda necessidade de buscar-se nos impostos pagos por toda sociedade suas fontes de financiamento. Em qualquer bacia o atendimento a interesses de segmentos sociais carentes ou, mesmo, a preservação ambiental, poderão ser sustentados por impostos, através de subsídios diretos. Nestes casos, haveria a legitimação desta alternativa por estar coadunada com objetivos de equidade social – diminuição de diferenças regionais, estabelecimento de pólos alternativos de desenvolvimento, ampliação da fronteira agrícola, melhoria da distribuição de renda, – e ambiental.

Em resumo, os instrumentos comentados facultam o comprometimento consciente da sociedade e dos usuários dos recur-

os hídricos com os planos, programas e instrumentos legais requeridos para o desenvolvimento da bacia hidrográfica. É criada uma vontade política regional, que junto com a geração de recursos financeiros, torna-se o vetor mais relevante do sucesso da Administração Pública na promoção do uso e proteção das águas.

Organismos de Bacia

Dois tipos gerais de Organismos de Bacia podem ser identificados: aqueles com atuação regional, sem vinculações com um Sistema de Gestão de Recursos Hídricos, nacional ou regionalmente homogêneo, e aqueles que integram um sistema com essas características. Alguns deles, especialmente os do segundo tipo, têm sido usados como referência para as reformulações dos Sistemas de Gestão de Recursos Hídricos em diversos países. Estes últimos organismos serão analisados nesse texto, tendo por base as reformulações nos sistemas de quatro países: França, Reino Unido, Chile e Brasil.

Modernamente, os Organismos de Bacia prevêm a participação dos usuários de água e da sociedade. Como se procurou demonstrar, essa participação surge da constatação de que sendo uma organização um sistema aberto, o que nela ocorre depende e resulta do que ocorre no ambiente. Deve ser, portanto, enfatizado o ambiente em que se insere a organização, como suas necessidades mutáveis e diversificadas agem sobre a dinâmica da organização e a rede de relações formadas em decorrência das demandas surgidas e das respostas emitidas. Nada é fixo, tudo é relativo e, por isto, leva à valorização do papel da negociação social na gestão de recursos hídricos, prevendo a criação de instâncias específicas – os Organismos de Bacia – para realizá-la, através da participação de todos os segmentos sociais interessados.

Organismos de Bacia em âmbitos regionais

Estes organismos foram os primeiros a serem criados para solução de problemas de bacias hidrográficas específicas, sem se integrarem a um Sistema de Gestão de Recursos Hídricos homogêneo, em âmbito nacional. Eles apresentam várias estruturas e atribuições, e devem ser analisados caso a caso.

Associações Alemãs de Bacias

Um dos exemplos mais antigos de Organismos de Bacia são as Associações de Bacias na Alemanha, como a do rio Ruhr, estabelecidas no início do século XX. Elas surgiram de uma concepção adotada pelo Kaiser Guilherme II de que os assuntos de recursos hídricos deveriam ser resolvidos por conta de seus próprios usuários, cabendo ao Governo apenas o estabelecimento de normas e diretrizes, de caráter regulatório, destinadas a ordenar e

assegurar o bom encaminhamento das soluções. O gerenciamento do suprimento de água e energia, e da poluição hídrica, em regiões densamente povoadas e/ou industrializadas justificam as suas existências. São formadas por unidades locais do governo e por corporações privadas que usam de diversas formas as instalações fluviais. Seus recursos financeiros procedem dos próprios membros, alocações do governo e empréstimos. A direção é exercida por uma Assembléia de Representantes eleitos pelos próprios usuários, por um Conselho de Diretores para condução das tarefas do dia a dia e representação da Associação, e por um Congresso de Apeiação, ao qual são endereçados recursos.

Estes organismos não contam com grande autonomia. O Estado exerce uma regulação detalhada de suas atuações, devendo ser por ele aprovados todos os projetos novos e as regulamentações da operação e uso de projetos existentes. Não obstante esta restrição, elas podem assumir, mesmo que parcialmente, atribuições normativas, deliberativas e executivas.

Companhia Nacional do Ródano, França

A Companhia Nacional do Ródano foi criada em 1933 para o gerenciamento de projetos de energia, irrigação e navegação daquele rio, em sua parte francesa. Trata-se de uma companhia por ações na qual têm participação entidades públicas interessadas no desenvolvimento do Ródano e câmaras de comércio representando interesses privados. A interferência governamental é grande, sendo exercida pela indicação da maioria dos membros do seu Conselho Diretor.

Superintendências de Bacias Hidrográficas

A entidade mais conhecida, e que foi pioneira desta classe de organismos de bacia, foi a *Tennessee Valley Authority (TVA)* criada em 1933. Seu exemplo orientou a implantação no Brasil, em 1948, da Comissão do Vale do São Francisco, depois, em 1967, da Superintendência de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (SUVALE) e, finalmente, em 1974, da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF). No mesmo âmbito regional houve o Programa de Desenvolvimento Integrado da Bacia dos Rios Araguaia-Tocantins (PRODIAT) e em âmbito estadual existiu a Comissão de Desenvolvimento do Vale do Paraguaçu (DESENALE) no Estado da Bahia.

O princípio que levou à criação deste tipo de organismo de bacia foi a promoção do desenvolvimento do uso de alguns recursos ambientais, particularmente água e solo, adotando a bacia hidrográfica como a unidade espacial de planejamento. São entidades públicas com poderes para planejar, construir e operar projetos com múltiplos propósitos, vinculados aos recursos ambientais de interesse, e para atingir metas de desenvolvimento

econômico e social. Portanto, têm atribuições normativas, deliberativas e executivas.

Elas costumam apresentar grande autonomia, tendo fontes de financiamento específicas no orçamento do governo a que se subordinam. Devido a isto e às atribuições executivas que possuem, existem dificuldades de suas inserções em modelos sistêmicos de gestão de recursos hídricos, nos quais diferentes entidades compartilham atribuições e se articulam para as deliberações. Isso representaria uma grande perda de poderes, o que costuma ocasionar grandes e prolongados contenciosos institucionais e jurídicos. Isto também dificulta as suas integrações com outras entidades governamentais com atribuições executivas na gestão de recursos hídricos, ou com entidades políticas em nível hierárquico inferior, e com associações de usuários ou comunitárias. Quando as superintendências são colocadas no vácuo de iniciativas voltadas à criação de organismos de bacia que prevejam a participação da sociedade, as propostas, quando implementadas, usualmente não conseguem esconder a visão autoritária e assistencialista que as impregna, manifesta através das amplas limitações que são impostas a estes colegiados.

Organismos de Bacia inseridos em Sistemas Nacionais ou Regionais de Gestão de Recursos Hídricos

Estes organismos têm sido implementados ex-novo, ou adaptados de entidades preexistentes, em diversas reformas de Sistemas Nacionais de Gestão de Recursos Hídricos. Aqui serão apresentados dois modelos que mais comumente têm sido adotados: o francês e o inglês. O primeiro está inserido em uma abordagem de publicização das águas. O segundo, em uma abordagem privativista. Adaptações desses modelos têm sido realizadas em diversos países, de forma a adequá-los às condições institucionais vigentes. Duas experiências são destacadas: a do Brasil, que adaptou o modelo francês, e o Chile, cujo sistema de gestão é apoiado em mercados de água. Em todos os casos, porém, será verificada a prevalência das condições e tradições institucionais locais, fazendo com que os modelos adotados venham a melhor se adaptar às suas realidades.

França: Organismos de Bacia em sistema de descentralização participativa de águas sob domínio público em nível jurisdicional único

O exemplo francês é relevante por inspirar boa parte dos aperfeiçoamentos propostos na gestão de recursos hídricos em vários países. A França tratou de regular, desde o final do século passado, os problemas de recursos hídricos através de um Código de Águas, um Código Florestal, um Código de Pesca e uma

infinidade de regulamentações derivadas e *ad hoc*. Devido às falhas deste tipo de abordagem burocrática, este sistema legislativo não impediu que no início da década de 60, por ocasião do grande *boom* de desenvolvimento do pós-guerra, os rios franceses apresentassem grande degradação. A poluição industrial anual, por exemplo, cresceu a uma média de 5% ao ano no período de 1945 a 1974.³

³ PRIME. Les Agences de l'Eau et les Comités de Bassin en France. Conférence Euro-Méditerranéenne sur la Gestion Locale de l'Eau, Marseille, 25 e 26 de novembro de 1996, página na INTERNET em <http://www.oieau.fr/euromed/feuromed.htm>.

Diante disso, em 16 de dezembro de 1964, foi promulgada a Lei das Águas, a qual, sem remover propriamente os dispositivos legais anteriores, deu um sentido de conjunto à ação do Estado. A lei francesa de 64, ao lado de suas normas, decretos e regulamentos demonstrou que é possível ter um Estado forte no setor sem estruturas administrativas gigantescas.

O sistema francês opera em dois níveis. Num primeiro nível, o território francês foi dividido em 6 regiões hidrográficas (bacias): *Adour-Garonne*: bacias do rio Garonne e rios que têm foz na costa Sudoeste francesa; *Artois-Picardie* (bacias do rio Somme e rios da região de Flandres); *Loire-Bretagne* (bacias do rio Loire e rios que têm foz na costa bretã); *Rhin-Meuse* (bacias dos rios Rhin, Sarre, Moselle e Meuse); *Rhône-Méditerranée-Corse* (bacias do rio Rhône e rios que têm foz na costa do Mediterrâneo) e *Seine-Normandie* (bacia do Seine e rios que têm foz na costa da Normandia).

Em cada uma das bacias há um conjunto de 3 elementos interatuantes: as coletividades locais, o comitê de bacia e as agências de água.

As Coletividades Locais

Organizadas em Comunas, Regiões e Departamentos localizados na bacia, as coletividades são os agentes principais das intervenções na bacia hidrográfica. Participam das deliberações dos organismos de bacia adiante definidos, através de representantes.

O Comitê de Bacia

Trata-se de um organismo de bacia colegiado que tem a prerrogativa de um verdadeiro parlamento das águas, devendo ser consultado sobre as grandes opções da política de recursos hídricos na bacia. Em particular, deve aprovar o programa quinquenal de investimentos e os valores a serem cobrados pelo uso da água (*redevances*). É constituído por três colégios:

- colégio dos eleitos – representantes das coletividades locais da bacia;
- colégio dos usuários de água, de expertos e dos meios sócio-profissionais – representantes das diferentes categorias de usuários (indústria, agricultura, pescadores, aquacultura, turismo, hidroelétricas, companhias de abastecimento de água po-

- tável, diferentes consumidores de água, associações de proteção à natureza, etc.), de pessoas com grandes conhecimentos sobre o assunto, de meios profissionais e da sociedade;
- colégio dos representantes do Estado – representa os ministérios afetos às questões da água, como o de meio ambiente, agricultura, saúde, indústria, transporte, equipamentos, mar, economia e finanças.

A composição dos diversos comitês de bacia, em 1988, é apresentada na tabela 1 e na figura 1.

Tabela 1
Composição dos Comitês de Bacia na França.
Fonte: RÉPUBLIQUE FRANÇAISE, 2000.

Regiões Hidrográficas	Participação						
	Eleitos			Usuários, pessoas competentes e meios sócio-profissionais		Representantes do Estado	
	Regiões	Departamentos	Comunas	Usuários e pessoas competentes	Meio sócio-profissional	Estado	Total
Adour-Garonne	6	20	12	38	6	19	101
Artois-Picardie	3	17	9	29	2	15	75
Loire-Bretagne	8	29	12	49	8	23	129
Rhin-Meuse	3	16	7	26	3	15	70
Rhône-Méditerranée-Corse	6	29	13	48	6	22	124
Seine-Normandie	7	26	12	45	7	21	118
Total	33	137	65	235	32	115	617
Média por classe	5,5	22,8	10,8	39,2	5,3	19,2	102,8
% classe	5,3%	22,2%	10,5%	38,1%	5,2%	18,6%	100%
Média por colégio		39,2		44,5		19,2	102,8
% colégio		38%		43%		19%	100%

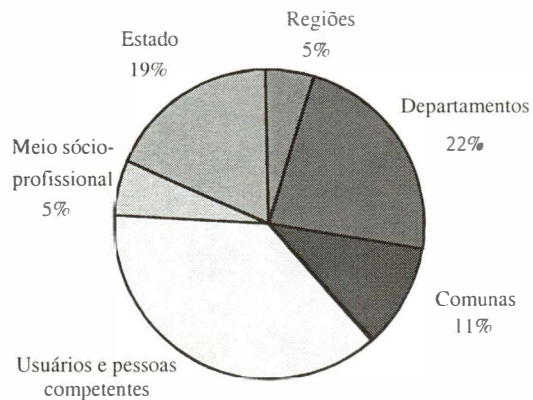


Figura 1
Distribuição média dos representantes nos Comitês de Bacia franceses.

As Agências de Água

Criadas em cada região hidrográfica, têm por missão o aporte de financiamento aos empreendedores públicos e privados com a finalidade de execução de obras e estudos de interesse comum na bacia. Elas são estabelecidas pelo governo central, dotadas de personalidade civil e de autonomia financeira, sendo colocadas sob a tutela do Ministério do Ambiente.

O Conselho de Administração da Agência é constituído como um pequeno extrato do Comitê, com três colégios de eleitos representando as coletividades locais (8), os usuários (8), os ministérios (8), através de funcionários do Estado, e os funcionários da Agência (1).⁴ Os dois primeiros são eleitos pelos colégios correspondentes do Comitê. A maior parte das negociações relacionadas às políticas de águas é tratada por este Conselho. Ao Comitê são levadas as grandes questões, já suficientemente detalhadas e depuradas no Conselho, para imediata deliberação.

As Agências de Água não têm caráter executivo, no sentido de se responsabilizarem pela execução ou contratação de obras. Elas, portanto, não substituem as coletividades locais, as empresas ou as entidades responsáveis pela execução de obras e de investimentos. Também não dispõem de poder de polícia para a regulação dos diversos domínios da água (derivação, lançamentos, saúde, hidroeletricidade etc), papéis que são assumidos pela administração do Estado. Por exemplo, a Agência não pode impor a uma indústria a construção de uma estação de tratamento de esgotos.

Os recursos para funcionamento das Agências (salários de pessoal, prédios e despesas diversas) e os estudos de interesse geral por ela desenvolvidos, incluindo redes de monitoramento, são incluídos na rubrica dos programas de intervenção e financiados pela cobrança pelo uso da água. As receitas das Agências vêm exclusivamente desta cobrança – elas não recebem qualquer apoio financeiro do Estado. Em média, 7% dos recursos obtidos pela cobrança são usados para mantê-las operando e para realização de seus estudos. O restante é distribuído na forma de empréstimo ou ajudas.

Dinâmica de atuação

A dinâmica deste sistema é resumida na figura 1. O processo inicia-se com o Comitê de Bacia estabelecendo objetivos de qualidade e de quantidade de água que deverão ser alcançados ao longo dos anos, com a assistência da Agência, e orientado pelos principais programas e interesses fixados pelas coletividades locais. Em seqüência, a Agência da Água realiza estudos técnicos e econômicos identificando *pontos negros*, ou seja, locais onde os padrões de qualidade estão mais longe dos almejados, e propõe:

⁴ OIEAU. Organização da Gestão da Água na França. Office International de l'Eau, 1998, página na INTERNET em http://www.oieau.fr/gest_eau/portugal/part_a.htm.

- as ações (estudos e obras) a serem amparadas pela Agência;
- as taxas e condições diversas de atribuições dos apoios financeiros, incluindo subsídios e prêmios por depuração;
- o conseqüente volume de despesas e de receitas;
- e finalmente, o valor da cobrança pelo uso da água (*redevance*).

Os apoios e valores de cobrança devem refletir as prioridades da bacia na gestão e proteção das águas. O volume de intervenções depende da quantidade de trabalho que deve e que pode ser realizado pelos empreendedores. Na prática, a Agência ajuda financeiramente as coletividades locais e o usuários de água, em especial as indústrias e os agricultores, a executar os estudos e obras nos seus domínios, tais como: *gestão e mobilização dos recursos hídricos* (reservatórios, adutoras, proteção dos mananciais, estações de tratamento de água etc); *controle da poluição* (redes e estações de tratamento de esgotos, reconversão industrial, prevenção poluição acidental etc) e *proteção e recuperação das águas*.

No próximo passo, o Comitê de Bacia analisa, discute, solicita modificações e finalmente aprova o plano quinquenal de intervenções e os respectivos valores a serem cobrados pelo uso da água. Nesta fase é realizado o cotejo entre o custo da solução e a sua efetividade possibilitando a reavaliação dos cenários estabelecidos.

Em um segundo e mais elevado nível, o Estado monitora as fontes poluidoras e/ou consumidoras e a qualidade das águas, zelando para que a melhoria da qualidade seja contínua, embora no ritmo estabelecido pelas próprias comunidades afetadas em cada bacia. Nesta função, age através do Comitê Nacional das Águas, presidido por um parlamentar e integrado por representantes da Assembléia Nacional e do Senado, bem como de instituições e federações nacionais relacionadas aos recursos hídricos, sendo o órgão consultivo sobre as diretrizes gerais da política nacional das águas e sobre os projetos legislativos e suas regulamentações. Adicionalmente, o Ministério do Meio Ambiente (Serviço da Água) exerce a tutela sobre as Agências das Água e os Comitês de Bacia das 6 regiões hidrográficas francesas. O Ministério da Saúde Pública regula a qualidade da água potável e o Ministério da Economia e Finanças regula o nível das tarifas de água, tendo em vista a política monetária e fiscal.

Embora as questões mais gerais relativas ao ambiente e ao uso múltiplo dos recursos hídricos sejam controladas pelo governo central, o controle direto sobre a execução dos serviços é descentralizado em cerca de 36.000 autoridades locais e comunas, que podem se organizar em consórcios. Isto cria um mercado competitivo e oligopolizado para a prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, dominado por quatro grandes empresas privadas (75% do abastecimento e 32% do esgotamento), algumas das quais se tornaram transnacionais.

Trata-se portanto de um sistema regulado pelo governo central, no que tange às grandes diretrizes, supervisionado regionalmente no âmbito das regiões hidrográficas pelos Organismos de Bacia, na forma de Comitês Colegiados, auxiliados técnica e financeiramente pelas Agências da Água, e descentralizado pela atuação das regiões, departamentos e comunas, que executam as ações de interesse local, diretamente ou por contrato.

Alguns números

No VIº Plano Quinquenal para o período 1992-1996 os montantes foram aplicados por região hidrográfica (tabela 2). As destinações dos investimentos nos programas quinquenais Vº (1987-1991) e VIº (1992-1996) são apresentadas na tabela 3. Nota-se que a maior parte dos recursos é destinada à proteção da água e do ambiente. Os montantes arrecadados por classe e usuário em 1998 são apresentados na tabela 4 e na figura 2. Fica clara a grande participação das coletividades locais (85%) e a quase nula presença do pagamento do setor agrícola (1%).

Tabela 2

Montantes aplicados pelo sistema no período 1992-1996 em milhões de francos franceses. Fonte: OIEAU, 1998.

Regiões Hidrográficas	Empréstimos	Ajudas
Adour-Garonne	9.065	3.220
Artois-Picardie	6.835	2.440
Loire-Bretagne	13.750	5.200
Rhin-Meuse	7.327	3.011
Rhône-Méditerranée-Corse	14.840	5.993
Seine-Normandie	28.960	15.109
Total	80.900	34.973

Tabela 3

Aplicações dos recursos nos programas quinquenais Vº e VIº em milhões de francos franceses. Fonte: OIEAU, 1998.

Temas prioritários	1987-1991	1992-1996
Saneamento das coletividades	22.800	43.100
Controle da poluição industrial	6.400	10.800
Melhoramento do manejo agrícola	—	3.600
Abastecimento de água potável	9.600	14.940
Proteção e recuperação da água	4.000	6.050
Proteção ambiental	1.000	2.400
Total	43.800	80.900

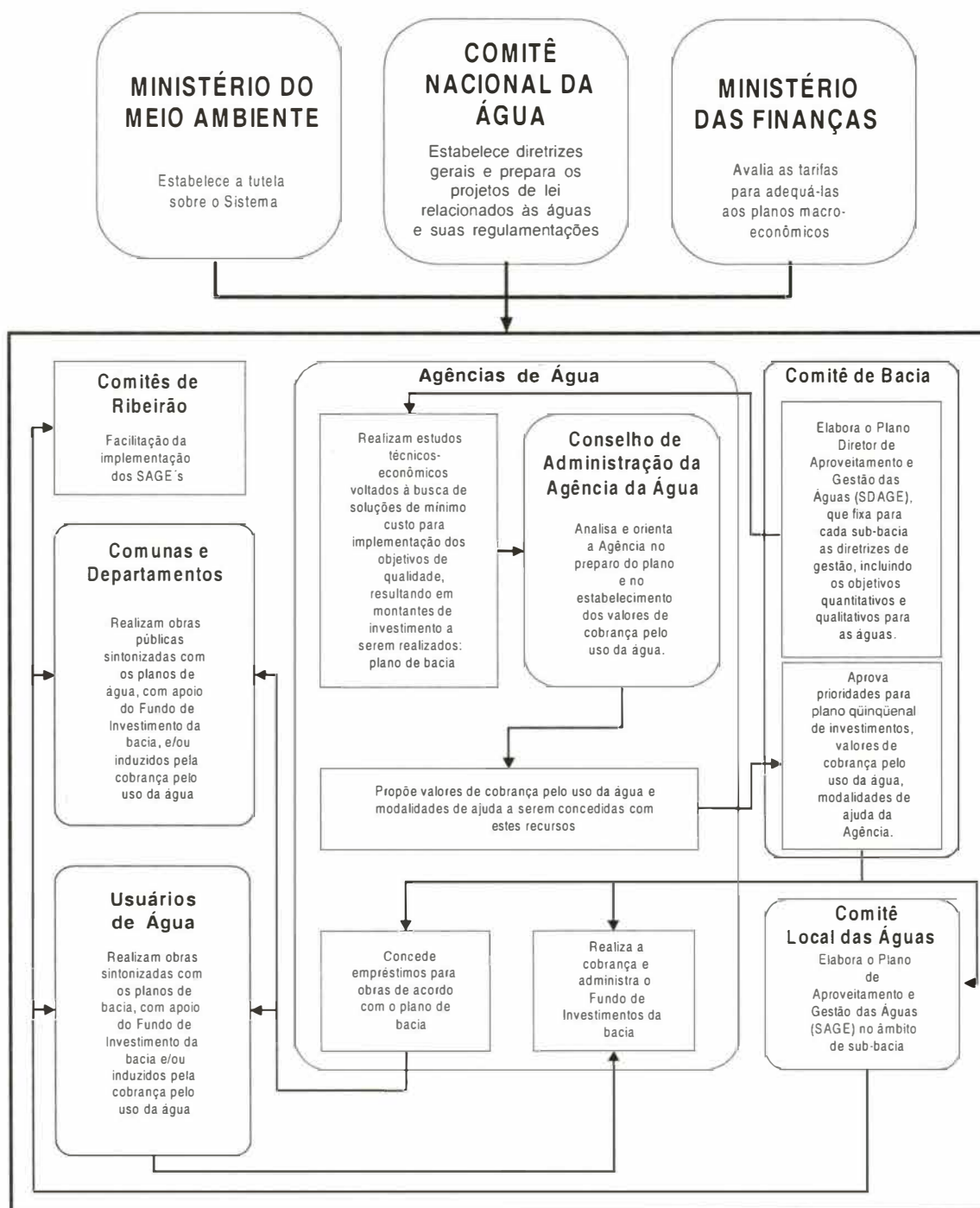


Figura 2
Esquema do sistema francês de gestão de recursos hídricos.

Tabela 4

Arrecadação com a cobrança pelo uso da água em 1998 em milhões de francos franceses. Fonte: RÉPUBLIQUE FRANÇAISE, 2000.

Redevances	Coletividades locais	Indústrias	Agricultura	Total
Pelo "uso" (prélèvement)	1.203	352	69	1.624
Pela poluição	7.122	1.053	2	8.177
Total	8.325	1.405	71	9.801

A Lei das Águas de 3 de janeiro de 1992

A Lei das Águas aperfeiçoou e descentralizou o sistema prevendo um processo de planejamento que é coordenado por um Plano Diretor de Aproveitamento e Gestão das Águas, o SDAGE (*Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux*), que fixa os objetivos gerais de utilização e de proteção quantitativa e qualitativa dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, bem como de preservação dos ecossistemas aquáticos. Os Comitês os aprovam. Estes planos podem indicar as sub-bacias que merecerão estudos de maior detalhe, os quais serão realizados pelos Planos de Aproveitamento e Gestão das Águas, os SAGE's (*Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux*), com as diretrizes e orientações do SDAGE.

Os SAGE's são preparados pelas Comissões Locais de Água, CLE (*Commissions Locales de l'Eau*), criadas especificamente para isto, representando as partes interessadas. Estas CLE reúnem os diferentes usuários de água e habitantes ribeirinhos em torno de um projeto de satisfação dos interesses e demandas comuns e coletivos, sem impactar, de forma irreversível, a água e os ecossistemas aquáticos. Um detalhe interessante é que as CLE, e os correspondentes SAGEs, podem ser criados tanto por indicação de um SDAGE quanto por arbítrio das coletividade local de uma sub-bacia. Estes SAGEs promovem, portanto, a descentralização de atividades.

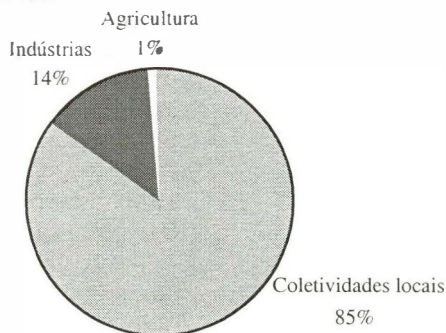


Figura 3

Distribuição entre usuários do pagamento pela água.

Um outro organismo, mais recente, é o Comitê de Ribeirão (*Comité de la Rivière*) que reúne em um compromisso tácito de melhorias das águas, os agentes (*stakeholders*) de uma pequena bacia, que se organizam para realizar intervenções conjuntas, facilitando a implementação dos SAGE's.

Inglaterra e País de Gales: Organismos de Bacia em um sistema de privatização centralizada

Este sistema resultou de reformulação realizada em 1973, e que teve prosseguimento em 1983 e em 1989. Um Conselho Nacional de Águas foi instituído para estabelecer a estratégia geral do uso dos recursos hídricos, sendo composto pelas Secretarias de Estado para o Meio Ambiente, Ministério da Agricultura, Pesca e Abastecimento e por representações das 10 Superintendências Hídricas (*Water Authorities*), Organismos de Bacia que abrangem todo o território.

Estas Superintendências possuíam responsabilidades amplas, englobando o uso, controle e a conservação dos recursos hídricos. Elas controlavam ou executavam de forma cumulativa a outorga das águas (quantidade e qualidade), as intervenções na bacia hidrográfica, na forma de investimentos na infra-estrutura hídrica, e a maioria dos gerenciamentos dos usos setoriais de água, com ênfase principal no abastecimento de água e esgotamento sanitário. Isto centralizou as ações executivas, ficando as Superintendências responsáveis pelo patrimônio e pela construção, operação e manutenção de quase todas as obras hidráulicas na bacia.

Para dirigir cada uma delas foi previsto um Conselho de Administração, formado por representantes das comunidades, das indústrias e dos governos locais e central. Possuíam autonomia financeira, tendo como fonte principal de receita a cobrança pelo uso da água, e técnico-administrativa, por força da atuação de um corpo técnico e gerencial expressivo. Por exemplo, a *Severn-Trent Water Authority* empregava em 1980 cerca de 10.000 pessoas.

Na reformulação de 1983 concluiu-se que as Superintendências Hídricas haviam adquirido suficiente maturidade para prescindirem de um Conselho Nacional de Águas. O diálogo entre as Secretarias e as Superintendências poderia ser estabelecido de forma direta, sem intermediários. Completou-se assim a centralização da gestão dos recursos hídricos no âmbito de cada uma das 10 regiões hidrográficas, através dos Organismos de Bacia formados pelas Superintendências Hídricas.

A implantação destas Superintendências, a partir de 1973, ocasionou um remanejamento profundo da administração anterior, incluindo a absorção de cerca de 1.200 serviços municipais de água e esgotos. Esta drástica modificação da estrutura institucional vigente parece ser mais viável apenas em situações em que as

entidades existentes são de pequeno porte, geralmente limitadas à atuação local, sem grande poder político regional ou nacional.

Na reforma de 1989, promovida pelo governo da primeira-ministra Margaret Thatcher, as 10 Superintendências Hídricas foram privatizadas de uma só vez, através da oferta de ações ao público, tornando-se empresas privadas de capital aberto. O Estado ficou na posse de ações privilegiadas (*golden shares*), com valor simbólico, mas que lhe conferem o poder de veto sobre as decisões da assembléia de acionistas. Separou-se também a operação das atividades de suprimento hídrico e de esgotamento sanitário, privatizadas, da regulação destes serviços, que foi mantida como função do Estado. Para isto foi criada a Superintendência Nacional de Rios (*National Rivers Authority – NRA*) como guardiã das águas, órgão regulador dos serviços públicos relacionados às águas, incluindo: recursos hídricos; qualidade de água costeira e interiores; defesa contra enchentes; salmão e peixes de água doce; recreação hídrica e, em algumas regiões, navegação.

Além destas atribuições, o NRA assumiu funções na conservação, redistribuição e incremento da disponibilidade de recursos hídricos e conservação do ambiente natural, buscando oportunidades para sua melhoria, quando possível.⁵

Em 1º de abril de 1996, após a aprovação da Lei Ambiental de 1995, o NRA tornou-se a Agência Ambiental, estendendo sua atuação a todo o ambiente. Isto tornou sua atuação mais racional, ao integrar a gestão do ar, solo e água, de acordo com o que a figura 4 esquematiza.

Esta atuação é subsidiada pelo que antigamente era denominado Plano de Gestão de Bacia Hidrográfica (*Catchment Management Plan*) e que será transformado nos Planos Locais da Agência Ambiental (*Local Environment Agency Plans – LEAP*) que considerará o ambiente como um todo. Nestes planos, continuará a ser considerada a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, e as seguintes atividades serão integradas:

- avaliação dos recursos, usos e atividades antrópicas na bacia hidrográfica;
- consultas com outros organismos e à coletividade sobre temas a serem considerados;
- estabelecimento de um visão estratégica para o plano de bacia hidrográfica;
- balanço entre os usos conflitantes e as disponibilidades de recursos;
- identificação de ações necessárias a serem tomadas pela Agência Ambiental e outras entidades;
- garantia de que existam objetivos ambientais claros para estas ações e de que os progressos resultantes sejam devidamente monitorados;

⁵ SUMMERTON, N. W. Integrating the private sector and other public authorities into the local management of water. Conferéncia Euro-Méditerranéenne sur la Gestion Locale de l'Eau, Marseille, 25 e 26 de novembro de 1996, página na INTERNET em <http://www.oieau.fr/euromed/feuromed.htm>.

- provisão de planejamento efetivo para prevenir danos ambientais futuros; e
- provisão de soluções duradouras para os problemas ambientais existentes.

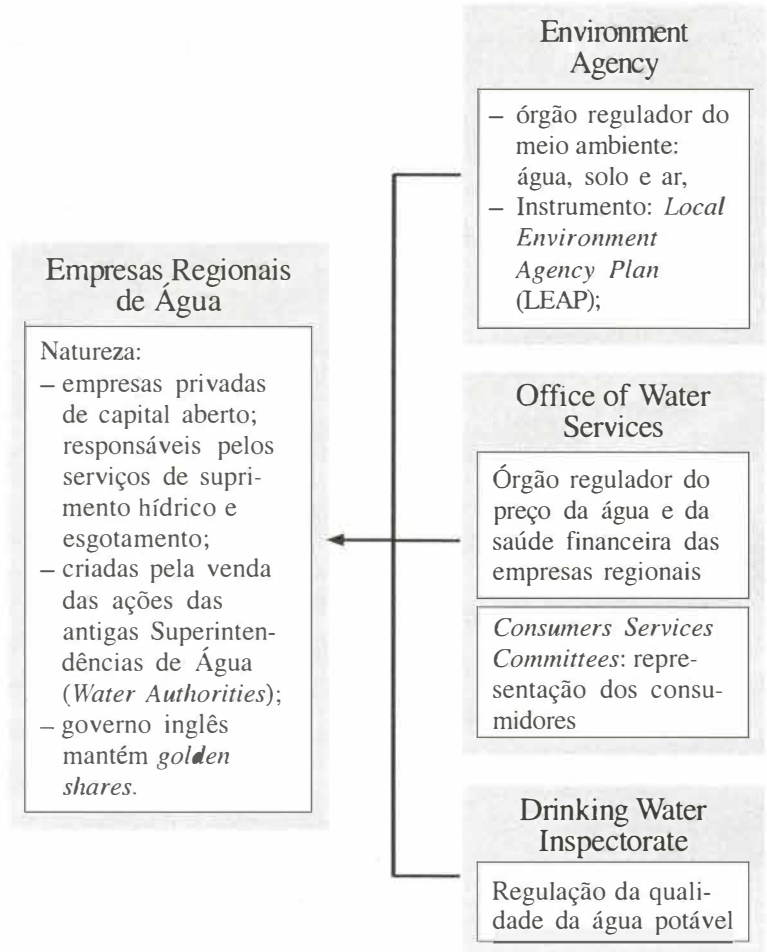


Figura 4

Diagrama do sistema inglês de gestão de recursos hídricos.

Os planos de bacia hidrográfica não têm força legal. Mas, no Reino Unido, as autoridades públicas têm o dever legal de levar em consideração todos os fatores relevantes para tomarem suas decisões. Os planos reúnem estes fatores, devendo, portanto, ser levados em consideração nas decisões públicas. A Agência Ambiental, ao prepará-los, deve incluir nas conclusões e recomendações propostas de exigências a serem acatadas pelas partes

envolvidas. Algumas decisões mais difíceis deverão ser tomadas. Para tanto, devem representar, na medida do possível, um acordo consensual entre os setores públicos e privados com interesses na bacia e gerar uma estratégia de realização da sua vocação ambiental, considerando as restrições econômicas e políticas.⁶

⁶ SUMMERTON, N. W. Op. cit.

Além da Agência Ambiental, órgão regulador ambiental, participam também na regulação do sistema o Escritório de Serviços de Água (*Office of Water Services*), com atribuições no controle do preço da água e da saúde financeira das empresas regionais. A representação dos usuários e das comunidades neste órgão é viabilizada pelos Comitês Regionais de Serviços dos Consumidores (*Consumers Services Committees*). Outro órgão regulador é a Inspeção de Água Potável (*Drinking Water Inspectorate*) da Secretaria do Meio Ambiente que regula a qualidade da água potável.

Em resumo, trata-se de um sistema centralizado, no âmbito regional, em 10 Organismos de Bacia, que exercem praticamente todas as atribuições decisórias e executivas da gestão dos recursos hídricos. Eles são formados por empresas privadas de capital aberto que se submetem às regulações de órgão governamentais específicos, prioritariamente, e às determinações das Assembléias de Acionistas. Em função do caráter privado, muitas destas empresas se tornaram transnacionais, assumindo as funções de abastecimento de água e esgotamento sanitário em outros países como, por exemplo, nos Estados Unidos. No que tange à participação dos usuários e das comunidades, ela é restrita aos Comitês Regionais de Serviços aos Consumidores do Escritório de Serviços de Água, entidade de regulação do sistema.

Chile: Organismos de Bacia em um sistema de privatização descentralizada

O Chile, que se caracteriza por severa escassez de água, promulgou em 1981 um revolucionário Código de Águas caracterizado pelo uso de mecanismos de mercado para uma melhor alocação destes recursos. Isto modificou drasticamente a tradição institucional que era caracterizada por forte intervenção pública. Na nova situação, o Estado abdicou das tarefas de desenvolvimento e planejamento dos destinos e usos da água, deixando ao livre mercado as decisões.

Isto foi alcançado pela eliminação de todas as funções do Estado voltadas à racionalização do uso de água, tais como: a formação de reservas, a promoção de seu uso racional, o estabelecimento de prioridades de alocação da água disponível. Foi eliminada a caducidade dos direitos de água não exercidos, podendo portanto o outorgado não utilizar os seus direitos de uso da água, indefinidamente. Foram também eliminados os requisitos de asso-

⁷ PEÑA, H. La gestión del recurso hídrico en Chile. Simpósio Internacional sobre Gestão de Recursos Hídricos, Gramado, RS, Brasil, página na INTERNET em <http://www.ufrgs.br/iph/simposio>

ciar a água a uma determinada finalidade e de ser justificado o volume de água solicitado para outorga.⁷

Apesar das águas serem consideradas bens nacionais de uso público, os direitos de uso são outorgados aos particulares. Isto concede-lhes um direito real mediante o qual o titular pode usar, gozar e dispor da água, como qualquer outro bem suscetível de apropriação privada e com uma proteção jurídica similar. Em sintonia com a visão de mercado, o direito de uso de água é um bem principal e não acessório à terra ou ao uso para qual ele tenha sido originalmente destinado. Sendo assim, pode ser livremente transferido.

Não existem prioridades entre os diversos usos. Existindo disponibilidade de água e a outorga desta disponibilidade não afetando negativamente a terceiros, a autoridade pública poderá concedê-los a quem os solicitar. Havendo mais de um interessado, é realizado um leilão, sendo outorgado quem mais pagar.

Em resumo, esta reforma é fundamentada na criação de um mercado de direitos de uso de água, sem as distorções que poderiam ser impostas pela ação do poder público. Aos agentes privados são delegadas as decisões sobre investimento e desenvolvimento dos setores usuário da água. Concebe um Estado que orienta sua atuação à tarefas normativas e regulatórias, e ao fomento e desenvolvimento daquelas áreas que o setor privado não pode, ou não se interessa, em assumir. No arranjo institucional, apresentado na figura 5, cabe ao Estado, através da Direção Geral de Águas:

- através do Serviço Hidrométrico Nacional, gerar a informação hidrológica;
- a regulação do uso da água evitando conflitos com direitos de terceiros ou a sua superexploração;
- através do instrumento de outorga, regular os serviços associados à água (água potável, hidroeletricidade) e considerando o caráter monopolista dos mesmos, estabelecer parâmetros de qualidade e analisar as tarifas;
- através do Conselho Nacional do Meio Ambiente, conservar e proteger a água, mediante o sistema de avaliação de impacto ambiental e as normas relativas ao meio ambiente;
- através de diversos organismos apoiar a satisfação dos requerimentos básicos dos setores mais pobres da população, para a qual existe subsídio direto;
- através da Direção Nacional de Irrigação e dos Distritos de Irrigação, promover, gerir e, na medida em que existam benefícios sociais, apoiar o financiamento de obras de irrigação e as grandes obras hidráulicas, que devido as suas complexidades, não têm possibilidade de serem assumidas pelo setor privado.

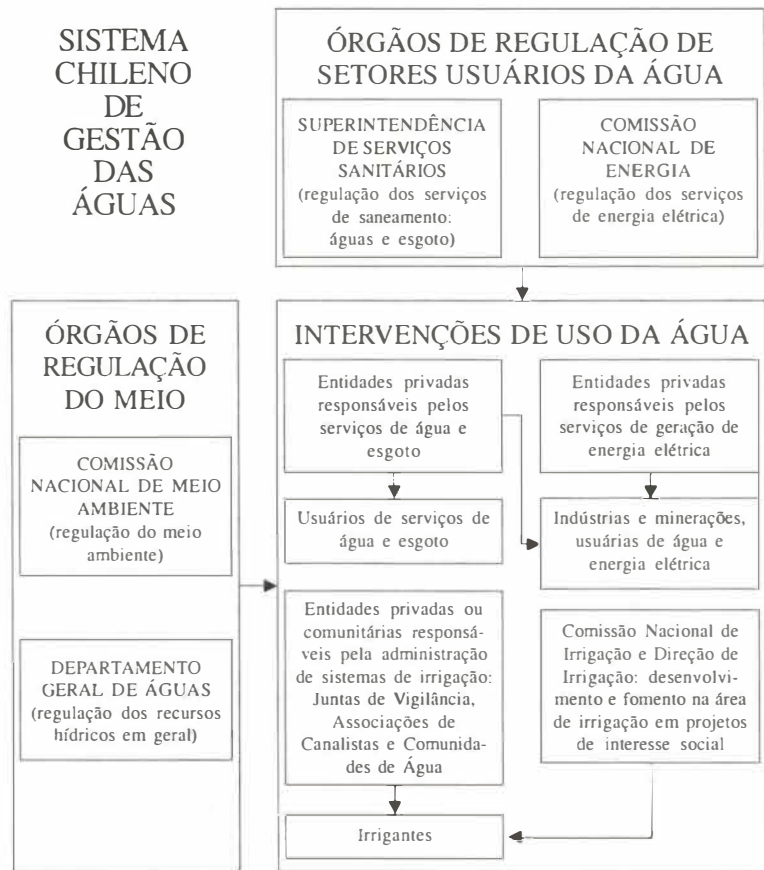


Figura 5

Esquema do sistema chileno de gestão das águas.

No caso das tarifas, o objetivo é estabelecer preços de eficiência, evitando subsídios cruzados, sinalizando ao usuário o valor econômico da água e garantindo a viabilidade financeira dos produtores.

As responsabilidades dos agentes privados são:

- estudar, financiar e implementar os projetos de desenvolvimento associados à água;
- organizarem-se em Organismos de Usuários, geralmente circunscritos a uma bacia, formando, portanto, Organismos de Bacia, mas não restritos a essa delimitação geográfica;
- promover a distribuição das águas de acordo com os direitos e realizar a manutenção dos sistemas comunitários.

Estes Organismos de Bacia, que têm grande tradição no Chile, existem na forma de Juntas de Vigilância, de Associações

de Canais e de Comunidades de Água, sendo entidades autônomas de usuários com atribuições para organizar e fazer efetiva a operação dos sistemas, incluindo a cobrança de tarifas.

Aspectos importantes desse arranjo institucional são a centralização em uma única instituição das tarefas de medição, investigação e administração de recursos hídricos, e a separação das tarefas de regulação da água e do meio ambiente, daquelas de regulação dos usos setoriais.

Cabe notar que o Chile apresenta uma geografia e hidrografia peculiar, com ausência de grandes rios, pois todos nascem na Cordilheira dos Andes e drenam para o Oceano Pacífico. As bacias hidrográficas têm áreas relativamente pequenas, se comparadas às de outros países. Isto pode ser considerada uma situação propícia para implantação de um mercado de águas, pois contribui para uma certa pulverização dos agentes privados, diminuindo as dimensões das intervenções, e portanto controlando monopólios e custos de investimentos, possibilitando que sejam assumidos pelos usuários.

Brasil: Organismos de Bacia em um sistema de descentralização participativa de águas sob o domínio público em nível jurisdicional duplo

O Brasil é um República Federativa composta por 25 Estados e o Distrito Federal, sede do Governo Federal, que representa a União. Os Estados e a União são os dois níveis jurisdicionais em que a gestão de recursos hídricos ocorre.⁸ Existe também em cada Estado a divisão municipal, criando-se mais um nível jurisdicional. Porém, a Constituição Brasileira, ao colocar os corpos de água sob os domínios federal ou estadual, delimitou aos dois níveis mais amplos a atuação principal do Sistema Nacional de Recursos Hídricos.

São estaduais os rios que nascem e têm foz em território de um Estado. Os demais acham-se sob o domínio da União. No entanto, os potenciais hidráulicos em qualquer rio são bens da União, bem como as águas em depósito decorrentes de suas obras. Estes dispositivos dizem respeito à água e não às áreas das bacias hidrográficas. Por isto poderá haver uma bacia hidrográfica com rios sob o domínio estadual e federal. Por exemplo, a bacia do rio Paraná, um dos formadores do Prata, tem a maioria dos afluentes da margem esquerda sob o domínio estadual, como é o caso do rio Tietê.

A União tem competência privativa de legislar sobre os recursos hídricos, energia, jazidas, minas e outros recursos minerais. Esta competência privativa não resulta em exclusividade: os estados estão autorizados a legislar sobre questões específicas das matérias relacionadas no artigo se Lei Complementar autorizar a delegação de competência da União para o Estado, e desde que

⁸ Ao contrário do que ocorre na França em que apenas um nível jurisdicional ocorre: o do Governo Central.

verse sobre regulação parcial, ou questões específicas. Cabe lembrar, porém, que uma Lei Complementar exige a sua aprovação pela maioria absoluta dos membros da Câmara de Deputados e do Senado Federal, o que torna trabalhosa sua implementação.

Um grande esforço legislativo foi desenvolvido no Brasil almejando estabelecer um moderno sistema legal para os recursos hídricos, no âmbito nacional e dos Estados. O modelo francês foi o grande inspirador, mas com uma limitação fundamental. A França é uma República com governo central enquanto o Brasil é uma República Federativa, existindo constitucionalmente uma dupla jurisdição sobre a água: a federal e as dos Estados da federação. Por isto, a adaptação do modelo francês teve que ser realizada exigindo uma maior complexificação, especialmente para introduzir as articulações necessárias entre os dois âmbitos jurisdicionais.

Existem atualmente diversas leis estaduais que instituem sistemas de recursos hídricos em diferentes estágios de implantação. No âmbito da União foi aprovada a Lei 9.433/97 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos. Os seus fundamentos estabelecem:

- I. a dominialidade pública da água, decorrente de dispositivo constitucional;
- II. a constatação da sua escassez e, por isto, o valor econômico que adquire;
- III. a prioridade do consumo humano e animal, nas situações de escassez;
- IV. o destaque para o uso múltiplo da água;
- V. o reconhecimento da bacia hidrográfica como a unidade territorial ideal para implementação da Política Nacional e atuação do Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos;
- VI. a necessidade da descentralização e da participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades na gestão dos recursos hídricos.

O Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos, esquematicamente apresentado na figura 4, é integrado por:

- I. Conselho Nacional de Recursos Hídricos;
- II. Agência Nacional das Águas – ANA;
- III. Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal;
- IV. Comitês de Bacia Hidrográfica;
- V. órgãos dos poderes públicos federal, estaduais e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos;
- VI. Agências das Águas.

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos é composto por representantes dos Ministérios e Secretarias da Presidência da República com atuação na gestão ou no uso de recursos hídricos, representantes indicados pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, representantes dos usuários dos recursos hídricos e representantes de organizações civis de recursos hídricos. O número de representantes do Poder Executivo Federal não poderá exceder à metade mais um do total dos membros nesse Conselho.

Os Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos apresentam estruturas análogas, embora cada Estado possua autonomia para estabelecimento da sua composição. Geralmente podem ser detectados três grupos: as entidades públicas, os usuários de água e os representantes da sociedade.

Compete aos Conselhos de Recursos Hídricos:

- I. promover a articulação do planejamento de recursos hídricos com os planejamentos em qualquer âmbito espacial e setorial que envolva o uso, controle e proteção dos recursos hídricos;
- II. arbitrar, em última instância administrativa, os conflitos existentes entre entidades pertencentes ao sistema;
- III. analisar propostas de alteração da legislação pertinente a recursos hídricos e às políticas de recursos hídricos, e estabelecer diretrizes complementares;
- IV. aprovar propostas de instituição dos Comitês de Bacia Hidrográfica e estabelecer critérios gerais para a elaboração de seus regimentos;
- V. acompanhar a execução do Plano Nacional de Recursos Hídricos e determinar as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;
- VI. estabelecer critérios gerais para a outorga de direitos de uso de recursos hídricos e para a cobrança por seu uso.

A ANA foi criada recentemente pela Lei 9.984 de 17/7/2000 como autarquia sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, com a finalidade de implementar, em sua esfera de atribuições, a Política Nacional de Recursos Hídricos.

Os Comitês de Bacia Hidrográfica, natureza adotada para os Organismos de Bacia, são órgãos colegiados integrados por representantes da União, dos Estados e do Distrito Federal, e dos Municípios cujos territórios se situem, ainda que parcialmente, em suas respectivas áreas de atuação, dos usuários das águas da bacia e das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia. Deverá haver ainda, nos comitês das bacias de rios fronteirizos, ou transfronteirizos, um representante do Ministério das Relações Exteriores. Nas bacias cujas áreas abran-

jam terras indígenas devem ser incluídos no comitê representantes da Fundação Nacional do Índio – FUNAI – e das comunidades indígenas ali residentes ou com interesses na bacia.

Os Comitês deverão ser formados na totalidade de uma bacia hidrográfica, ou em uma sub-bacia de tributário do curso de água principal da bacia, ou tributário deste tributário, ou em grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas.

Cabe a eles, entre outras atribuições, promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes, arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos de uso das águas, aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia e acompanhar sua execução, e estabelecer os mecanismos e valores de cobrança pelo uso da água, aprovando o plano de aplicação dos recursos arrecadados e autorizando, quando for pertinente, a aplicação fora da bacia de montantes que excedam 15% do valor arrecadado.

As Agências de Água poderão ser criadas para assistir administrativa e tecnicamente cada comitê, ou grupo de comitês, devendo ser sua criação autorizada pelo Conselho Nacional ou pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, dependendo da dominialidade dos rios cujas bacias compõem o comitê. A criação destas Agências deverá ser condicionada à prévia existência do(s) comitê(s) e à sua viabilidade financeira, que deverá ser assegurada pela cobrança pelo uso da água.

As organizações civis de recursos hídricos são consórcios ou associações intermunicipais de bacias hidrográficas, associações regionais, locais ou setoriais de usuários de recursos hídricos, organizações técnicas e de ensino e pesquisa, com interesse na área de recursos hídricos, organizações não-governamentais com objetivos na defesa de interesses difusos e coletivos da sociedade, e outras organizações reconhecidas pelo Conselho Nacional e pelos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos.

A ANA será o órgão operacional do Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Ela tem como principais atribuições, segundo a Lei 9.984:

1. supervisionar, controlar e avaliar as ações e atividades decorrentes do cumprimento da legislação federal pertinente aos recursos hídricos;
2. disciplinar, em caráter normativo, a implementação, a operacionalização, o controle e a avaliação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos;
3. outorgar o direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União;
4. fiscalizar os usos de recursos hídricos nos corpos de água de domínio da União;

5. elaborar estudos técnicos para subsidiar a definição, pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, dos valores a serem cobrados pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, com base nos mecanismos e quantitativos sugeridos pelos Comitês de Bacia Hidrográfica;
6. estimular e apoiar as iniciativas voltadas para a criação de Comitês de Bacia Hidrográfica;
7. implementar, em articulação com os Comitês de Bacia Hidrográfica, a cobrança pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, bem como arrecadar, distribuir e aplicar as receitas auferidas;
8. planejar e promover ações destinadas a prevenir ou minimizar os efeitos de secas e inundações, no âmbito do Sistema Nacional de Gestão de Recursos Hídricos, em articulação com o órgão central do Sistema Nacional de Defesa Civil, em apoio aos Estados e Municípios;
9. promover a elaboração de estudos para subsidiar a aplicação de recursos financeiros da União em obras e serviços de regularização de cursos de água, de alocação e distribuição de água, e de controle da poluição hídrica, em consonância com o estabelecido nos planos de recursos hídricos;
10. definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando a garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos das respectivas bacias hidrográficas;
11. promover a coordenação das atividades desenvolvidas no âmbito da rede hidrometeorológica nacional, em articulação com órgãos e entidades públicas ou privadas que a integram, ou que dela sejam usuárias, e organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos;
12. estimular a pesquisa e a capacitação de recursos humanos para a gestão de recursos hídricos;
13. prestar apoio aos Estados na criação de órgãos gestores de recursos hídricos;
14. propor ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos o estabelecimento de incentivos, inclusive financeiros, à conservação qualitativa e quantitativa de recursos hídricos.

Embora o sistema tenha um caráter nacional ele não é totalmente homogêneo. Alguns Estados, nas leis das suas políticas de recursos hídricos, muitas das quais antecederam a lei da política nacional, estabeleceram especificidades nos seus sistemas. Por exemplo, o Estado da Bahia não dispôs sobre a constituição dos Comitês de Bacia e não detalhou as suas atribuições. O Estado do Rio Grande do Sul especificou as atribuições dos comitês no processo de planejamento dos recursos hídricos diferenciando,

ao contrário do que ocorre na política nacional, o Plano Estadual de Recursos Hídricos, dos Planos de Bacia Hidrográfica. As composições dos Comitês de Bacia podem diferir entre Estados. Antecedendo novamente ao âmbito federal, alguns Estados ou criaram, como o Ceará, no caso da Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará (COGERH), ou acham-se em vias de criar, como a Bahia, Rio Grande do Norte e Paraíba, entidades executivas de suas políticas. Ao contrário do governo federal, que a criou na forma de uma autarquia especial, muitos têm adotado o caminho da criação de empresas públicas, na forma de Companhias de Gestão de Recursos Hídricos. Existem vantagens e desvantagens de uma ou outra alternativa, que são resumidas na tabela 5.

Tabela 5

Vantagens e desvantagens de autarquias e empresas públicas como entidades executivas da Política de Recursos Hídricos.

Autarquia Especial; ex. ANA	Vantagens	Exercício do poder de polícia diretamente. Facilidades na obtenção de recursos do orçamento.
	Desvantagens	Dificuldade de constituição de quadro técnico permanente. Poderá ter uma estrutura complexa com excesso de cargos em comissão. É mais susceptível às pressões para preenchimento de cargos. A aplicação dos recursos arrecadados fica sujeita à rigidez dos orçamentos públicos.
Empresa Pública; ex. COGERH	Vantagens	Capacidade para constituir quadro técnico a altura, com salários adequados. Maior flexibilidade financeira e agilidade administrativa. Capacidade de arrecadar e aplicar receitas sem os constrangimentos do orçamento público.
	Desvantagens	Não poder exercer diretamente o poder de polícia, embora possa exercê-lo, em nível administrativo, por delegação, ficando apenas a assinatura dos atos finais a cargo do órgão coordenador; exemplo: outorga.

Um outro exemplo relevante é o do Paraná que, em lei recente, estabeleceu alternativas criativas para Organismos de Bacia, na forma de associação de usuários reguladas por um Comitê de Bacia com participação da sociedade, do poder público e dos usuários de água. Entretanto, por pressões do setor agrícola, isentou-os do pagamento pelo uso da água, estabelecendo perigoso precedente.

O grande desafio do sistema em implantação é a articulação entre os dois níveis jurisdicionais. Essa dificuldade sistêmica é visível no âmbito das bacias de rios sob domínio federal (ver figura 6), as quais apresentam muitos de seus afluentes com domínio estadual, por terem nascente e foz no território estadual. Com isto, as ações estaduais nos afluentes terão repercussão no rio principal, de domínio federal. Para promover a necessária articulação são previstos os comitês que, entre os seus representantes, terão os dos estados envolvidos na bacia e os do governo

federal. Ficará para esses o intento de harmonizar as iniciativas relacionadas ao uso compartilhado das águas, os investimentos necessários, e a aplicação coordenada dos instrumentos de gestão, em especial a outorga e a cobrança pelo uso de água.

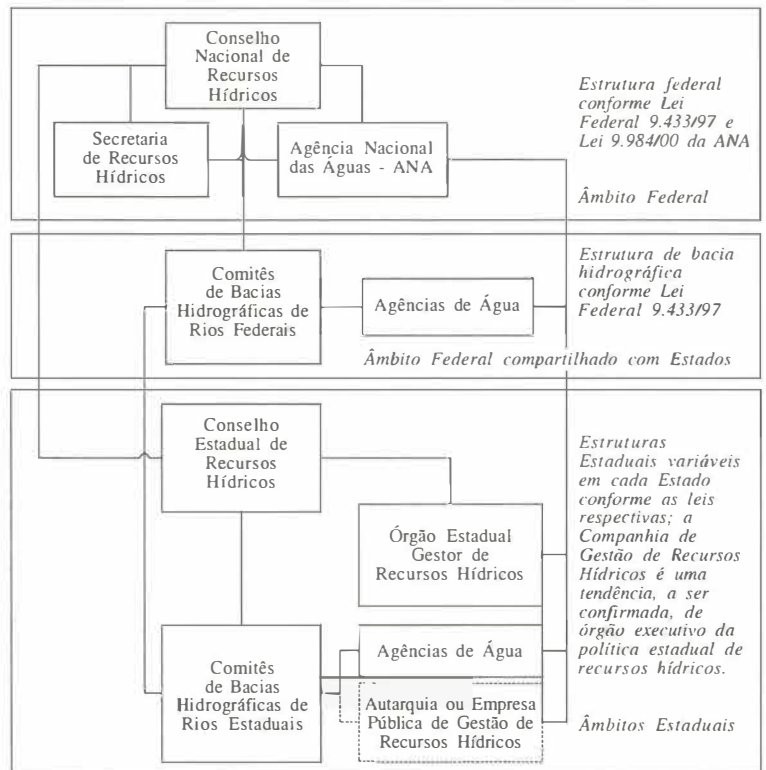


Figura 6
Sistema Nacional de Recursos Hídricos.

Esse sistema de recursos hídricos, a rigor, ainda não está em operação na forma com que foi concebido. Esse é um processo lento de aperfeiçoamento, fortalecimento e amadurecimento institucional que leva tempo para ser concretizado. Entretanto, alguns Estados, como o Ceará, com a mediação de sua Companhia de Gestão de Recursos Hídricos, tem promovido avanços notáveis, especialmente no investimento, operação e manutenção da infraestrutura hídrica. Trata-se também do único Estado em que já está implantado um sistema de cobrança pelo uso da água. Por todo o país, um grande número de Comitês de Bacia está implantado e em operação, descentralizando o processo e promovendo a participação da sociedade na Gestão de Recursos Hídricos. Estes marcos, embora ainda não tenham permitido o alcance das ambiciosas metas de um modelo sistêmico de gestão de recursos hídricos, pelo menos tornaram irreversível o processo que levará gradualmente à sua implementação.

Antonio Eduardo Lanna é engenheiro civil, doutor em Gestão de Recursos Hídricos e professor do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

O QUE É UM RIO?

Albano Schwarzbald

A compreensão sistêmica dos rios – funcionalidade, organização interna, modificações provocadas pela ação humana – pressupõe o conhecimento de variáveis que atuam em sistemas fluviais. Entre essas variáveis merecem destaque as de força e seus efeitos sobre as comunidades aquáticas, bem como as físicas – inclinação, vazão, erosão/transporte/sedimentação e geomorfologia – fundamentais para a explicação dos eventos que se registram nos cursos de água. Além disso, as abordagens sistêmicas acerca dos rios não podem prescindir do auxílio das principais teorias sobre a estrutura e o funcionamento dos mesmos, em acordo com as noções de corpo hídrico e bacia hidrográfica. Trata-se do Conceito de Rio Contínuo, aplicável aos de zonação completa, e o Conceito de Pulso de Inundação, voltado a sistemas de inundação, característica marcante de grande parte dos rios brasileiros.

O estudo dos rios: perspectiva histórica

Os rios são conhecidos como linhas vivas entre as nações e faixas onde sua história acontece. Sabe-se há muito que rios e suas margens são precariamente balanceados, com ecossistemas interativos, facilmente perturbados pelo homem.

Sistemas de rios têm sido dramaticamente alterados em suas características em todo o mundo. Essas alterações têm sido provocadas diretamente pela construção de represas, reservatórios, retificação e canalização de cursos. Indiretamente, o uso continuado – e inadequado – do solo vem provocando aumento de carga através da drenagem difusa, sem contar a descarga de grandes quantidades de efluentes orgânicos e inorgânicos, nas regiões mais populosas e/ou industrializadas.

Os estudos de águas interiores começaram na segunda metade do século XIX, inspirados na grande e instigante obra de Darwin (*A Origem das Espécies*, 1859) e por ela influenciados. As investigações eram realizadas quase sempre em lagos, por vezes em pântanos, mas muito pouco em rios. Essa ciência passou a ser denominada de Limnologia, o que quer dizer o estudo dos lagos. Para rios o termo similar seria Potamologia (*potamon* = rio), termo que não se consolidou. Talvez devesse ser empregado o termo fluviologia, no sentido mais completo de dar aos rios uma concepção própria, alimentada de todos os ramos do conhecimento, porém, com um sentido de síntese, na opinião de Ginés & Vasquez.¹

Até meados do século XX, os estudos sobre rios tinham abordagem basicamente hidrológica, com objetivos primordialmente econômicos: a obtenção de energia hidrelétrica através da construção de barragens; a retificação de cursos e a construção de eclusas para a navegação; os estudos sobre saneamento em regiões críticas de poluição, como dos rios Reno e Tâmsa, na Europa. Estudos com abordagem ecológica, portanto com enfoque sistêmico de rio, onde múltiplos eventos físicos, químicos e biológicos continuamente se sucedem, passaram a ser desenvolvidos desde então.

Os tradicionais estudos em lagos eram feitos segundo uma visão de sistemas quase fechados, com circuitos de regulação e homeostasia entre os organismos e os materiais, mediante otimização de aproveitamento da energia com baixa entropia, a partir dos conceitos clássicos de ecossistemas desde Tansley.² A transferência das metodologias adotadas em lagos para estudos em rios constituiu uma grande dificuldade aos limnólogos de então, que realizavam suas pesquisas baseadas na verticalidade dos processos em sistemas confinados e de circuitos, como são esses ambientes, mas não dos efeitos da variável de fluxo longitudinal, que, ao contrário, caracteriza os sistemas fluviais.

De todo modo, vários e importantes estudos passaram a ser feitos, acompanhados dos primeiros questionamentos sobre esses sis-

¹ GINÉS, H. & VASQUEZ, E. Los grandes rios suramericanos, *Interciencia*, v. 15, n. 6, 1990. p. 326-27 (Volume especial sobre grandes rios sul-americanos).

² TANSLEY, A. G. The use and Misuse of Vegetational Terms and Concepts. *Journal Ecology*, v. 16, p. 284-307. 1935.

- ³ SIOLI, H. Introdução ao Simpósio Internacional sobre grandes rios latino-americanos. *Interciencia*, v. 15, n. 6, p. 331-333, 1990. (Volume especial sobre grandes rios sul-americanos)
- ⁴ MARGALEF, R. *Ecologia*. Barcelona: Omega, 1974. 906 p.
MARGALEF, R. *Limnologia*. Barcelona: Omega, 1983. 1010 p.
- ⁵ ROZSKA, J. *On the Nature of Rivers*. New York: Dr. Junk Publ., 1978. 67 p.
- ⁶ DAVIES, B. R. & WALKER, K. F. (Eds.) *The Ecology of River Systems*. New York: Dr. Junk Publ., 1986. 793 p.
- ⁷ CALOW, P. & PETTS, G. E. *The River Handbook*. Oxford: Black. Scient. Publ., v. I e v. II, 1994.
- ⁸ VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The River Continuum Concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, v. 37, p. 130-137. 1980.
- ⁹ JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The Flood Pulse Concept in River-Floodplain Systems. In: DODGE, D. P. (ed.) Proceedings of the International Large River Symposium. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, v. 106, p. 110-127, 1989.
- ¹⁰ NEIFF, J. J. Ideas para la interpretación ecológica del Río Paraná. *Interciencia*, v. 15, p. 424-441, 1990. (Volume especial sobre grandes rios sul-americanos).
- ¹¹ VANNOTE, R. L. *et. al.* Op. cit.
- ¹² JUNK, W. J. *et. al.* Op. cit.
- ¹³ DAVIES, B. R. & WALKER, K. F. Op. cit.
- ¹⁴ SIOLI, H. Op. cit.

temas tão abertos. Sioli faz alusão a um comentário de Thienemann, cientista que publicou mais de 250 trabalhos científicos sobre lagos, com a seguinte comparação, ao perceber a grande diferença existente entre os dois sistemas: “um lago representa um microcosmo autárquico enquanto um rio se caracteriza mais por ser um membro da paisagem à qual se acha ligado ativa e passivamente”.³

O questionamento dos cientistas sobre o que é um rio e de como ele funciona, passou a gerar importantes publicações, como as consagradas obras de Margalef⁴, Rozska⁵ e as edições de Davies & Walker⁶ e de Calow & Petts⁷.

Teorias de rios ou de rio funcional, foram publicadas a partir de 1980, especialmente por Vannote *et al.*⁸, que lançaram o Conceito de Rio Contínuo (RCC) e Junk *et al.*⁹, com a Teoria de Pulso de Inundação em sistemas de rios de planícies de inundação. Os vários modelos propostos a partir de Vannote e colaboradores suscitaram muitas discussões, podendo-se considerar que ambos podem ser aplicados, dependendo da natureza dos rios ou de sua bacia hidrográfica.

Importante contribuição aos estudos e teorias de rios foi o simpósio realizado na Venezuela sobre o tema “Grandes rios sul-americanos”, em 1990, cujos resultados foram publicados na revista *Interciencia*, com destaque especial para o artigo de Neiff¹⁰, entre outras importantes contribuições.

De todo modo, os estudos de rios têm, cada vez mais, buscado uma abordagem sistêmica dos processos envolvidos tanto na calha¹¹ quanto na planície de inundação¹² e, num contexto mais amplo, da bacia de drenagem ou bacia hidrográfica, como é apresentado em vários e amplos trabalhos em *The Ecology of River Systems* de Davies & Walker¹³. A bacia hidrográfica, a rigor, é a unidade de macro escala para os estudos integrados e a compreensão daquilo que Sioli¹⁴ analogamente estabeleceu, ou seja, que a função renal é o papel primordial dos rios, no contexto ecológico de paisagem.

Essas e outras teorias tentam explicar os processos de rios, ou em rios, ao longo deles, desde os eventos que se sucedem no “espaço molhado” da calha, passando pelos eventos dos pulsos de inundação nas planícies de inundação, até a agregação das informações no “espaço terrestre” da bacia hidrográfica.

As bases funcionais de um rio como corpo hídrico

Os rios podem ser vistos como artérias dos ecossistemas que compõem a sua bacia de drenagem. Conseqüentemente, nos tempos atuais, as decisões para a administração e o manejo de rios são dependentes das complexas interações entre os históricos processos naturais de um lado, e os usos do solo, os efeitos da expansão industrial, do crescimento e consumo das populações humanas, da carga de materiais e das modificações no seu curso, que alteram as características do escoamento, a qualidade da água, a distribuição dos sedimentos e a vida aquática, de outro lado.

Para melhor entender um rio como formador da paisagem num contexto histórico e produto de múltiplos processos atuais, é necessário descrever, sucintamente, os componentes do meio abiótico de um ecossistema fluvial: a hidrologia, o clima, a geomorfologia.

Hidrologicamente, o rio é um sistema aberto, com um fluxo contínuo da nascente à foz,¹⁵ cujo vetor é determinante das características de cada unidade fluvial e da comunidade biótica que a constitui. A manutenção de um sistema de escoamento – o sistema rio – depende do balanço hidrológico, questão chave para as águas superficiais. O escoamento superficial dos rios para corpos de água de ordem superior – outros rios, lagos ou oceano – quantitativamente expresso em forma de vazão, é continuamente reabastecido por massas de água de outras fontes, ou seja, de parte da taxa de evaporação vinda do mar ou de outras bacias hidrográficas, seguido da precipitação na bacia de drenagem e, secundariamente, do fluxo basal, proveniente da água subterrânea, que inclusive pode ser drenagem de outras bacias hidrográficas. A precipitação provoca uma resposta com aumento da vazão e conduz à recarga da água subterrânea, por infiltração. O escoamento superficial, de parte da precipitação, determina a resposta rápida das cheias dos rios; a infiltração e a recarga da água subterrânea, de outra parte da precipitação, determina a resposta mais lenta, e com algum atraso, do fluxo basal. Este assegura a continuidade da vazão de um rio, mesmo nos períodos de estiagem. Longas estiagens lentamente provocam a diminuição do fluxo basal – por abaixamento do nível do aquífero – e gradualmente os rios vão secando.

Neiff faz interessantes considerações teóricas, sobre as idéias para a interpretação ecológica do rio Paraná.¹⁶ Segundo Neiff, os rios se comportam como sistemas em permanente desequilíbrio, onde a variabilidade temporal é uma complexa função dependente das entradas e saídas de energia e materiais em distintos sítios da bacia hidrográfica e das oportunidades combinatórias das populações na mesma para ajustar sua distribuição e abundância.

Facilmente pode-se depreender que um rio é um sistema pulsátil, regulado pelo regime hidrológico da sua bacia hidrográfica. Todo rio, portanto, possui seu próprio regime, mesmo não considerando outros fatores abióticos que nele atuam. Compare-se, por exemplo, o rio Amazonas com o rio Nilo; cada um deles apresenta o regime de vazão e pulso de cheias e vazantes de acordo com a região climática do planeta em que se encontram. Importante é ver onde e quando podem ser aplicadas as teorias de rios para cada tipo de rio.

O clima é o condicionante básico da tipologia de cada rio, sobretudo da variável precipitação, que define as condições hidrológicas e ecológicas. De acordo com Schäfer¹⁷ há quatro tipos básicos de rios, conforme a distribuição da umidade: a) *dirreico*, com nascente e foz em zonas úmidas e curso médio em zona árida (rio São Francisco, Brasil); b) *endorreico*, com nascente em zona úmida e foz

¹⁵SCHÄFER, A. *Fundamentos de Ecologia e Biogeografia das Águas Continentais*. Porto Alegre: Ed. da Universidade. 1985, 532 p.

¹⁶NEIFF, J. J. Op. cit.

¹⁷SCHÄFER, A. Op. cit.

em zona árida (rio Nilo, África); c) *arreico*, todo ele localizado em zona árida (alguns rios africanos e do nordeste brasileiro, freqüentemente temporários e com salinidade em suas águas); d) *eurreico*, localizados em zonas úmidas em toda sua extensão (rios amazônicos e do sul do Brasil). As zonas climáticas são responsáveis pelo regime das chuvas e, conseqüentemente, pelas características da descarga dos rios ao longo do tempo, determinando a sua sazonalidade.

Ficando restrito aos rios do tipo *eurreico*, como é o caso da maioria dos rios brasileiros, os mesmos apresentam algumas características comuns: vazão sem intermitência e com picos nas cheias; todos apresentam foz localizada em área fixa; quando desaguam em lagos tendem a formar deltas interiores, como o delta do rio Jacuí (Rio Grande do Sul); não apresentam períodos de intermitência e suas águas não se salinizam; o escoamento ocorre através da calha do rio, mas nos trechos inferiores há a tendência à formação de meandros e escoamento através de planície de inundação (rio Amazonas, baixo rio Paraná, rio Paraguai e até mesmo o curso baixo do rio Jacuí).

Geomorfologicamente um rio é visto como uma etapa ou elo do ciclo hidrológico, como um 'locus' de erosão, transporte e deposição de material dissolvido, de material suspenso e de materiais geológicos ativamente carregados, e como um sistema físico completamente aberto, em equilíbrio hidrodinâmico, com energia distribuída, atuando ativamente na superfície das áreas terrestres.¹⁸ Da geomorfologia depende diretamente a dinâmica do rio ou o efeito da força da água, modificando o leito por erosão ou acumulação. A configuração do leito, através da formação de cachoeiras, remansos, corredeiras, estrangulamentos, depende da geologia. Localiza-se no continente sul-americano o maior derrame basáltico do planeta, por onde drenam, especialmente, as bacias hidrográficas dos rios Paraná, Iguazu (que acaba drenando ao rio Paraná), Uruguai e a maioria dos formadores do lago Guaíba (Rio Grande do Sul). Como a Formação Serra Geral apresenta uma série de eventos do derrame basáltico – por vezes intercalados por depósitos de arenitos do Botucatu – a conformação da paisagem é representada pelas mesmas seqüências dos derrames basálticos, com diferentes estágios de erosão da superfície da crosta. O leito dos rios dessa extensa região apresenta, então, uma seqüência de ambientes da paisagem do tipo cachoeiras, cascatas, remansos, estrangulamentos, corredeiras ("tombos" na expressão regional do Rio Grande do Sul), espriados etc.

A implantação de grande número de barragens para geração hidrelétrica na região sul e sudeste do Brasil, bem como entre a Argentina e o Uruguai e entre o Brasil e o Paraguai, se deve às condições favoráveis que o relevo dessa formação geológica oferece, além das condições climáticas que constituem rios do tipo eurreico. Entende-se como condição favorável do relevo, a alta energia potencial oferecida para uma pequena área represada. É o que constitui a razão entre a energia gerada por uma usina e a área

¹⁸CURRY, R. R. Rivers – A Geomorphic and Chemical Overview. In: OGLESBY, R. T.; CARLSON, C. A. & MCCANN, J. A. (eds.) *River Ecology and Man*. New York: Academic Press, 1972. p. 9-31. (Proceedings of International Symposium on River Ecology and Impact of Man).

represada (inundada) que, quanto menor for, mais se justifica a implantação de um empreendimento.

A conjugação da geomorfologia e do clima com a hidrodinâmica dos rios merece algumas considerações. O escoamento superficial da água é uma contínua transformação de energia potencial em energia cinética. O represamento é o “confinamento” da energia potencial em um ponto (perda de fluxo), para ser transformado em energia cinética com geração de eletricidade através das turbinas. Esta energia potencial – função da velocidade e da vazão da água – é parcialmente dissipada, ponto a ponto, pelo atrito interno junto ao substrato do fundo e das margens. Estas propriedades, num trabalho contínuo ao longo de milhões de anos, estabelecem a configuração do leito dos rios e, principalmente, do modelado da paisagem, dentro de cada bacia hidrográfica.

Pela aceleração da gravidade, em cada ponto de um rio, a velocidade de escoamento deveria ser maior do que efetivamente é. Esta velocidade se aproxima mais do valor teórico, ou máximo possível, que é de 4,5 metros/segundo na distância de 1 metro, por ocasião das enchentes. O consumo da energia provoca mudanças contínuas no leito, que tem distribuição diferenciada desde as nascentes até a foz.

Rios sem modificações provocadas pela ação humana tendem a apresentar um gradiente de velocidade, que é maior próximo à nascente, diminuindo em direção à foz. Quanto mais baixa a vazão (durante a estiagem) tanto mais as maiores velocidades encontram-se próximas das cabeceiras; quanto mais aumenta a vazão (durante as enchentes) mais a velocidade se desloca em direção à foz. Se este aumento da velocidade se desloca em direção à foz – acompanhado do aumento da vazão – ocorre aumento exponencial da energia a ser dissipada. Na prática, resultam conseqüências que se fazem sentir em toda extensão do leito do rio ou de sua planície de inundação, como segue.

1. Aumento efetivo de transporte de materiais suspensos na coluna da água a maiores distâncias em direção à foz.
2. Gradativa deposição desses materiais suspensos, inicialmente os de maior granulometria e gradativamente os de menor granulometria, na planície, à medida que vai havendo a diminuição da velocidade de fluxo.
3. Construção de uma planície aluvial, sempre ao longo do tempo, toda vez que a mesma sofre inundação.
4. Assoreamento do leito, seguido de construção de novo leito na planície de inundação e abandono do antigo, constituindo a clássica configuração de meandros.
5. Formação de deltas quando da confluência em ambientes de ordem superior – deltas interiores em lagos e deltas costeiros no mar.

6. Erosão nas margens côncavas, deposição nas margens convexas do rio nos trechos intermediários do curso, fenômeno observado durante a diminuição da vazão.
7. Arraste por rolamento de material rochoso do leito.
8. Abrasão de material de fundo, moldando as rochas desprendidas e criando as formas arredondadas dos cascalhos.

O aumento da velocidade da água tem efeito de erosão e transporte de materiais maior do que o efeito do aumento do volume da água. Deste modo, o principal fator que determina a energia de transporte é a declividade do leito, geradora do aumento da velocidade. Entende-se porque, numa grande bacia hidrográfica formada por vários rios de ordem inferior, cada um deles apresenta diferente granulometria do material depositado de fundo, ao longo de seu curso. Tomando como exemplo a bacia hidrográfica formadora do lago Guaíba, os rios Jacuí, Caí e Sinos apresentam razoável extensão de leito arenoso – inclusive com extração de areia para a construção civil – enquanto o rio Taquari apresenta leito formado por cascalho em toda sua extensão, pelo menos em período anterior à construção de eclusa. Mesmo que haja maior contribuição de material erodido do arenito Botucatu, a diminuição da velocidade propicia a deposição desse material no fundo dos três rios citados, enquanto no rio Taquari a maior velocidade assegura o transporte da areia e dos finos até o rio Jacuí.

A dinâmica de um rio – um produto da geomorfologia e do clima – gera depósitos que ao longo da história tendem a se repetir, numa constante busca de equilíbrio hidrodinâmico, nunca alcançado, em torno dos quais o homem se instala e continuamente explora os recursos daí advindos.

A organização interna de um rio

Uma maneira de entender um rio é como um sistema de fluxo extremamente aberto, contínuo e em permanente busca de equilíbrio dinâmico. Segundo Sioli,¹⁹ na função renal de um rio no contexto da paisagem, uma visão simplista da organização interna é a de que, ao longo de seu transcurso, ele recebe, transforma e entrega. Recebe tudo que é drenado na sua bacia hidrográfica, seja de forma localizada como de um efluente, seja de forma difusa como de qualquer escoamento superficial do solo. Fisicamente transforma os materiais em suspensão, por dissolução os que forem solúveis – solvente universal que é a água –, por abrasão os particulados insolúveis – através do atrito e das diferentes velocidades impostas aos materiais. Quimicamente transforma os minerais, ioniza cátions e ânions, forma uma solução eletrolítica, disponibiliza nutrientes; oxida moléculas pela presença de gases. Biologicamente medeia processos oxi-redutores das atividades bacterianas, carregando-as e às suas enzimas, ou mesmo

¹⁹SIOLI, H. Op. cit.

possibilitando a sua fixação ao substrato. Transfere, trecho a trecho, o que recebeu a montante e transformou, bem como o que manteve inalterado para, a jusante, oportunizar a continuidade das transformações. Esta é a natureza dos rios.

Uma carga orgânica de esgoto doméstico ou industrial de composição específica para cada tipo de atividade impõe a um rio uma “nova atribuição” de receber, transformar e transferir. A natureza de cada rio ou mais precisamente, de cada trecho do rio, irá determinar a capacidade de realizar as transformações possíveis, até um certo limite. É o que se denomina capacidade de autodepuração de um rio. Ou, quem sabe, poderia ser usado um neologismo para tal condição, *poluibilidade* ou capacidade de suportar uma determinada carga sem perder suas características originais essenciais.

Para melhor entender um rio, no qual múltiplos processos se encadeiam simultaneamente, é necessária uma caracterização dos fluxos longitudinais, laterais e verticais. O rio é tradicionalmente considerado como um gradiente longitudinal ou seqüência de zonas interligadas, descrito por alguns autores como uma *zonação de rio*,²⁰ de maneira até muito compartimentada, como a de considerar alguns grandes rios uma seqüência de ecossistemas, como o rio Amazonas, por exemplo.

Algumas teorias são apresentadas a seguir, dentro de uma abordagem sistêmica, que considera o rio uma unidade maior, formada por múltiplos componentes (elementos, na teoria de sistemas), funcionalmente organizados e dependentes, apesar da sua condição de sistema de fluxo fortemente aberto.

Petts²¹ sintetiza os atributos de um gradiente clássico de zonas ou trechos interligados de um rio. O curso superior ou de terras altas é caracterizado por canal estreito, baixas temperaturas, alta oxigenação da água, dominado por habitats de águas rápidas como corredeiras, cachoeiras, “tombos” e remansos. O curso inferior ou de terras baixas é dominado por setores de grandes planícies de inundação, com diversidade de formas de canais e meandros e depósitos de águas de planícies de inundação. Nos grandes rios de planícies de inundação eventos como as cheias têm maior regularidade, as oscilações das variáveis abióticas são mais previsíveis, há maior diversidade de “habitats”, de fontes de alimentos e de adaptações tróficas (cadeias alimentares).

Baseado nos materiais incorporados ao rio, na produção, transferência e estocagem, Petts²² considera a existência de três zonas, num modelo simplificado inspirado em Schumm: (1) zona de cabeceiras de rios até quarta ordem, considerada como zona de produção ou de entrada de alimentos de fonte externa (alóctone); (2) zona de transferência, também chamada de zona de transformação e de passagem e (3) zona de estocagem, na planície de inundação (figura 1).

²⁰SCHÄFER, A. Op. cit.

²¹PETTS, G. E. Rivers: Dynamic Components of Catchment Ecosystems. In: CALOW, P.; PETTS, G. E. (Eds.) *The Rivers Handbook*. Oxford: Blakwell Scient. Publ., 1994. v. II, p. 3-22.

²²PETTS, G. E. Op. cit.

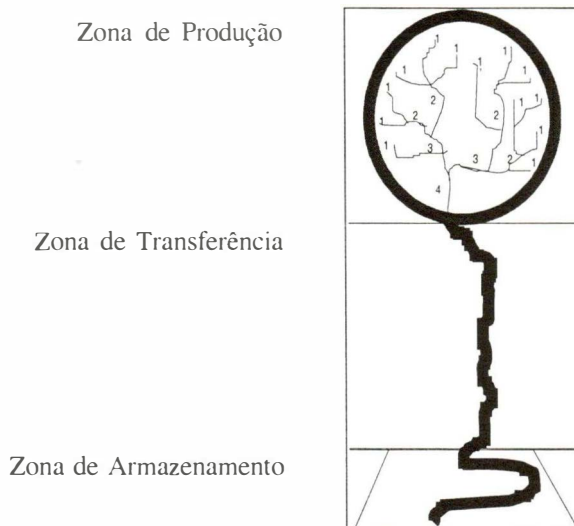


Figura 1

Interações terra-água entre sistemas fluviais aparecendo as três zonas primárias, com os números indicando a ordem dos rios dentro da bacia hidrográfica(modificado de PETTS, G. E., 1994).

²³ VANNOTE, R. L. *et. al.* Op. cit.

No início da década de 1980 foi lançado o Conceito de Rio Contínuo (*The River Continuum Concept* = RCC)²³. Mesmo que este trabalho tenha gerado muitas discussões, especialmente quanto à abrangência de sua aplicação para os diferentes tipos de rios, sua divulgação passou a ser importante marco para o desenvolvimento de estudos – e mesmo lançamento de outras teorias – com uma abordagem mais sistêmica. O RCC postula que um rio, desde as nascentes até a foz, apresenta um gradiente contínuo de condições físicas. Este gradiente propicia uma série de respostas das populações de organismos, resultando num contínuo ajustamento biótico e em efetivas taxas de remoção, transporte, utilização e estocagem de matéria orgânica ao longo da extensão do rio. Com base na teoria do equilíbrio da energia dos geomorfologistas fluviais, as características estruturais e funcionais das comunidades de organismos de rios são adaptadas à mais provável posição ou condição média do sistema físico. As características das comunidades de produtores e consumidores de um determinado rio alcançam uma estabilidade em harmonia com as condições da dinâmica física do canal de escoamento. Nos sistemas de rios naturais as comunidades biológicas podem ser caracterizadas como um contínuo temporal de substituição de espécies. Esta função de contínua substituição de espécies visa a otimização da utilização da entrada e passagem de energia ao longo do tempo. Assim, as comunidades biológicas desenvolveram estratégias envolvendo perdas mínimas de energia. Comunidades “rio abaixo” estão preparadas para capi-

talizar as ineficiências dos processamentos “rio acima”. Esta teoria busca explicar as condições de colonização, ocupação dos múltiplos espaços e sobrevivência às condições de contínuo estresse a que estão submetidos os organismos aquáticos de rios. Em termos físico-químicos há formação de uma espiral contínua, imaginável para qualquer material interno da massa em fluxo que pode encontrar-se ora na superfície (troca de gases), ora nas margens, ora no fundo (nova troca de gases) e assim sucessivamente.

²⁴VANNOTE, R. L. *et al.* Op. cit.

O postulado de Vannote *et al.*²⁴ tem sido plenamente aplicado e aplicável a um grande número de rios, na condição de processos fluviais confinados à calha do rio, ou seja, leva em consideração os fluxos longitudinais e verticais de resultante espiral, abstraindo as contingências de inundação de planícies, eventos típicos de grandes rios ou mesmo nos trechos finais de rios menores, com fluxos laterais.

Contemplando a realidade de muitos rios, especialmente dos grandes, o conceito de rio contínuo não é plenamente aplicável. A “teoria do caos”, da Física, com aplicação de fractais, inspirou a elaboração de teorias sobre os “pulsos” que se manifestam na natureza, induzidos principalmente pelas condições do clima. O “pulso” é um fenômeno que se repete na natureza e, portanto, também nos rios e nas bacias hidrográficas, cujos registros são as variações dos níveis/vazões ao longo do curso. Grandes rios e rios de planície, por perda de competência ou energia de transporte, depositam nas zonas de foz, o material erodido a montante, inundando a planície aluvial por eles mesmos construída. Este fenômeno apresenta periodicidades e intensidades cujos intervalos e amplitudes têm abrangências desde o previsível até o imprevisível, de curta a longa duração, num contexto de caos pulsátil, onde os organismos estão adaptados, mas, ao mesmo tempo, são regulados como populações submetidas ao estresse dos pulsos.

²⁵JUNK, W. J. *et al.* Op. cit.

O Conceito de Pulso de Inundação em Sistemas de Rios de Planície de Inundação (*The Flood Pulse Concept in River-Flood Plain Systems*)²⁵ busca contemplar os regimes de sistemas de rios na Teoria de Pulso dos Físicos, oferecendo o contraponto ao Conceito de Rio Contínuo (RCC). Conceitualmente planícies de inundação são áreas periodicamente inundadas por fluxo lateral de rios e/ou por precipitação direta ou de água subterrânea; o ambiente físico-químico resultante motiva a biota a respostas por adaptações morfológicas, anatômicas, fisiológicas e produz estruturas de comunidades características. Este conceito de pulso, obedecendo alguns postulados básicos, pressupõe certas características descritas a seguir. A principal força responsável pela existência, produtividade e interações da grande biota nos sistemas de planícies de inundação é o “Pulso de Inundação”. O espectro das condições geomorfológicas e hidrológicas produz pulsos de inundação, com amplitude desde a imprevisibilidade à previsibilidade e de curta à longa dura-

ção. Pulsos de curta duração e geralmente no âmbito da imprevisibilidade ocorrem em rios (ou arroios = riachos = córregos) de baixa ordem ou sistemas pesadamente modificados por diques ou drenados pelo homem. Por serem os pulsos de rios de baixa ordem breves e imprevisíveis, os organismos apresentam limitadas adaptações para a direta utilização da zona de transição terrestre/aquática (*aquatic/terrestrial transition zone = ATTZ*), definida por Junk e colaboradores como zona de alternância entre ambientes terrestre e aquático, ou zona ora inundada ora emersa. Este pulso é acoplado a um efeito de borda dinâmico, que estende uma zona litoral móvel ao longo da zona de transição aquática/terrestre. O litoral em movimento impede prolongadas estagnações e permite rápida reciclagem da matéria orgânica e dos nutrientes, que resultam em alta produtividade. A produção primária associada a essa zona de transição é maior do que na calha central de sistemas de águas permanentes. Rendimento e produção de peixes são relatados em função da entrada em planícies de inundação, além de fazer parte da rota de migração da maioria deles.

A figura 2 representa um gráfico com os principais eventos dos períodos de inundação, de vazante e da fase dita terrestre, que é uma simplificação da teoria de pulso.

É importante considerar que os organismos de sistemas de rios de inundação têm “memória” dos pulsos de inundação e, tendo sofrido adaptações ao longo da história do rio ao qual pertencem, necessitam desses pulsos para se manterem estrutural e funcionalmente no ecossistema rio.

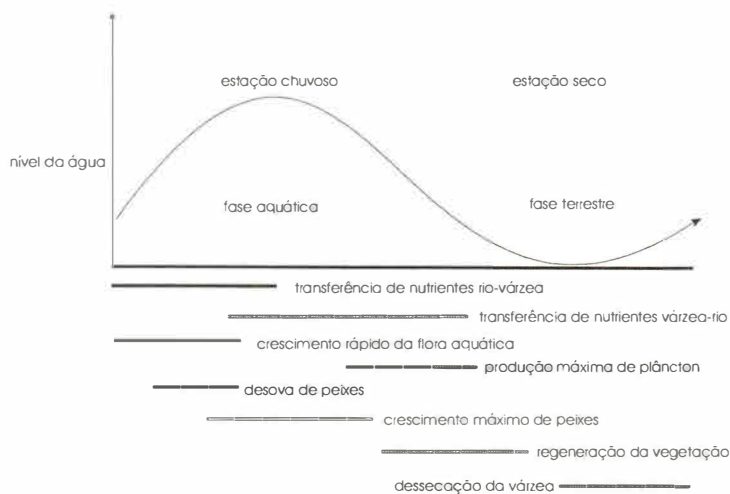


Figura 2

Influência da planície de inundação na zona de estocagem da figura 1. Cada um dos traços horizontais indica uma fase importante do pulso de inundação (modificado de PETTS, G. E., 1994).

Outra consideração, de natureza antrópica, é a tendência a medidas tecnológicas que conduzem à regularização da vazão dos rios ao longo de seu curso, para favorecer a navegação, evitar enchentes e gerar eletricidade. Se a regularização plena da vazão atende aos pleitos de diferentes usuários, representa, de outra parte, a ruptura da condição de pulso de inundação. O melhor senso para as decisões equilibradas, quanto às modificações que gradualmente se buscam introduzir nos rios, é o de manter o quanto for possível, algumas condições espaciais de inundação, trecho a trecho, que atendam aos pulsos originais de inundação (mínimo de frequência e de amplitude) e permitam a manutenção das comunidades bióticas num mínimo estrutural e funcional em uma abordagem ecossistêmica.

Mesmo que do ponto de vista geomorfológico, hidrológico, climático e da capacidade de gerar energia, rios sejam entidades muito estudadas, do ponto de vista sistêmico ou ecossistêmico há muito ainda a percorrer, especialmente na importância dos ecótonos de rios (espaços de transição rio/terrestre), nos efeitos da variável de força correnteza e nos pulsos de inundação.

Pouco é sabido sobre as interações ecótonos x organismos, ecótopos físicos (espaços da morfologia/relevo) e decisões que assegurem a sua manutenção. Que importância tem – além da paisagística – cachoeiras, saltos, corredeiras, estrangulamentos, espraia-dos, remansos, fluxos rápidos e lentos, para a plena condição de rio e a manutenção da diversidade no sentido pleno: de espécies, de estruturas, de processos, de ecótopos, de ecótonos? Quais os compartimentos mais importantes na produção – e em que ordem de grandeza – o do material alóctone, o dos organismos da coluna da água, dos organismos agregados ao substrato ou à planície de inundação? Que ambientes devem ser preservados, contra qualquer pretexto, por representarem a “informação” incorporada pelos organismos e necessários, em grau mínimo, para a sua sobrevivência?

Afinal, o que é um rio?

Rio é um sistema muito aberto, fortemente pulsátil, formado por elementos bióticos e abióticos interatuantes, de fluxo energético multidirecional, mesmo que direcionado mais marcadamente no sentido do escoamento do fluxo. O limite do sistema é a própria bacia hidrográfica, com fronteira de entradas e saídas. As modificações espaciais e temporais de materiais abióticos e bióticos se produzem geralmente como um contínuo processo. A heterogeneidade geomorfológica das sub-bacias afluentes pode limitar a continuidade geral da bacia hidrográfica. A vetorialidade dos fluxos (matéria e energia) é sensivelmente menor ao integrar na bacia hidrográfica superfícies extensas de alagamento ou inundação, que sobrepõem ao fluxo geral de escoamento as transformações que ocorrem internamente nas mesmas.²⁶

²⁶Conceito do autor incluído no texto de J. J. Neiff, publicado em *Interciência*, v. 15, n. 6, p. 426, 1990.

Albano Schwarzbold é licenciado em História Natural, doutor em Ecologia e professor do Departamento de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.



*H*á paralelismos ou correlações entre a degradação ambiental e a desigualdade social? Há incompatibilidades entre a preservação ambiental, o desenvolvimento sócio-econômico e a qualidade de vida das populações tradicionais? À Amazônia coincide ser um ponto privilegiado de concentração de biodiversidade do planeta e, simultaneamente, um dos pólos da desigualdade e da diversidade social brasileira. A expansão da fronteira econômica, com suas conseqüências sobre as populações tradicionais, acompanhada do comprometimento da renovabilidade dos recursos naturais, como no caso da água e dos peixes, instiga a retomada das discussões sobre sustentabilidade, ou seja, sobre a compatibilidade entre preservação ambiental e qualidade de vida. A existência de pontos de vista extremos, a atualidade e o freqüente imprevisto, contribuem para exigir rigor das ciências sociais em seu diálogo com as ciências da natureza.

A degradação ambiental como processo social

Compreender a degradação ambiental como um processo social, estabelecer suas correlações com a desigualdade, comporta dificuldades novas, outras antigas e recorrentes, exigindo identificar procedimentos e naturezas, mesmo quando a pesquisa se circunscreve a um conjunto de configurações sociais circunstanciadas, como algumas atualidades da Amazônia. Para explicá-las, no campo de conhecimento das ciências sociais, uma maneira é a do estabelecimento de um diálogo epistemológico intercambiante com a própria dinâmica de compreensão do objeto, com os fatos que a instroem, somada ao aporte explicativo de outras especialidades.

A interrogação básica deste estudo foi sugerida por um pressuposto amplamente admitido: o de que as relações dos homens com a natureza são indissociáveis das relações que os homens mantêm entre si. Porque não há obstáculo ecológico que não se acompanhe de um obstáculo social, assim como não há força natural que se imponha a um grupo humano fora do quadro de sistemas econômicos, políticos e simbólicos. Os fatos ecológicos são, assim, indissociáveis dos fatos sociais, e são, em última análise, fatos sociológicos. Não há também ação eficaz sobre o ecossistema que não obrigue ao estudo apurado da sociedade que o impregna.¹ É bem verdade que os enunciados acima abstraem os cataclismas da natureza. Mas são as relações sociais que tecem os danos ecológicos resultantes da ação humana, ou da sua resposta aos fenômenos naturais, como no tema deste estudo, os conflitos em torno às diferentes potencialidades de uso social dos rios amazônicos e os obstáculos ao seu gerenciamento.

Um dos primeiros passos metodológicos no tema sociedades e naturezas tem-se voltado habitualmente a especificar bases e regras de uma cooperação interciências. A ênfase nesta direção necessita acompanhar-se da definição das exigências particulares das ciências humanas para tal diálogo. Este campo do saber pode mostrar com maior clareza sua agenda e os resultados de sua contribuição, dos mais urgentes pelo que sugerem os fatos – os danos ambientais causados por diversos usos sociais dos recursos naturais. Nada impede que se rompa a onipotência desta disjunção, ou seja, as ciências sociais não necessitam estar condenadas à extrafísica a as ciências da natureza não precisam confinar-se na inconsciência de sua realidade social.² Para estabelecer os parâmetros desta cooperação, a partir do campo do saber acumulado pelas ciências humanas, é decisivo ir além da retórica dos modismos, dos enquadramentos teóricos e dos ideais de curto prazo, assegurando contribuições orientadas pelo rigor, buscando conferir-lhes maior permanência.

A boa medida de um procedimento é o seu resultado. Revelam-se, nas ciências sociais, com frequência, recorrências

¹ ESCURET, G. G. *Les sociétés et leurs natures*. Paris: Armand Colin, 1989.

² MORIN, E. *O Método. A Natureza da Natureza*. Lisboa: Publicações Europa-América, 1987.

algo incômodas, como se aprisionadas a uma postura de inferioridade, ou de rigidez, em face das ciências da natureza. Nos temas relativos à degradação ambiental de forma mais flagrante, como se a intimidação retardasse a sua produção, ou como se suas respostas fossem potencialmente menos concretas do que as de outras disciplinas. Mesmo quando se trata de relações e fatos sociais, de temas que, por definição, lhes são habitualmente apropriados, ou pré-destinados, reaparecem sombras desta suposta “inferioridade” da ciência social. Ao contrário: a atualidade da degradação ambiental refere-se antes de tudo a um processo social, que apenas pode ser compreendido como tal, como uma questão sócio-ambiental.

Não se trata apenas do conhecimento especializado do ambiente físico, do que cerca e como interagem os seres vivos ou as coisas. Nem do estudo, que é próprio da ecologia, parte da biologia, das relações entre os seres vivos e o ambiente em que vivem, objetos do domínio de outras especialidades. É próprio das ciências sociais compreender e explicar os processos geradores de configurações particulares em determinado espaço social, assim como as relações sociais tecidas em torno a usos diferenciados dos recursos naturais, inclusive os que provocam rupturas entre o homem, as sociedades e a sua natureza.

Modos socialmente diferenciados de uso dos recursos regionais

A Amazônia convida particularmente à compreensão pelos modos de ser diferenciados. No entanto, como tomar de modo abstrato segmentos e sociedades com culturas tão díspares, a não ser para destacar o fosso que as separa? Como retirá-las de versões ainda disseminadas de sacralização idealizada da cultura indígena, numa vertente, e da pretensa superioridade etnocêntrica do progresso, na contramão? Uma das precauções necessárias é a de evitar o nivelamento da diferença. Ao contrário, há que se desvendar o processo de cada configuração real, antes de se tomar em consideração, de forma abrangente e globalizante, os ensinamentos que uma sociedade e uma cultura possam oferecer à outra.

A cultura tribal de floresta demonstra ter o que revelar sobre o ambiente à outra, à recém-chegada, e mais do que normalmente se admite, tanto em harmonia com a natureza, quanto em tecnologias de uso adequado. No entanto, este aprendizado tem regras. A idealização não constitui um bom ponto de partida, nem em direção à revalorização do *beau sauvage*, nem à reafirmação do pseudoprogresso endocolonial.

O diálogo comparativo pode ser ampliado e datado, ir além do modo de ser do colonizador e do modo de ser tradicional dos

povos tribais de floresta, tomados de maneira abstrata. Pode levar em conta como se configuram na atualidade, em confronto e mudança. Porque há sobreviventes testemunhando estes modos de ser diferenciados e vivendo mudanças, o que basta para mostrar que as relações destas sociedades entre si constituem um desafio contemporâneo. É na diversidade destas configurações sociais, decorrentes do processo colonial, como o das populações ribeirinhas e extrativistas, ou mais recentes, como o das levas de colonos e garimpeiros, e os contingentes marginalizados nas periferias das cidades, que as Amazônias podem ser melhor compreendidas. As primeiras levas de ocupantes resultam de migrações anteriores às duas últimas décadas, e constituíram comunidades, ou segmentos, comparativamente em maior harmonia com o meio, apesar das profundas contradições, submissões e conflitos em que os seringueiros se envolveram, até um passado recente, com os índios. Os próprios índios são diversos entre si, e mudam, e devem ser considerados neste processo de mudança. Os ambientes e as sociedades interagem e modificam-se. Os indígenas de hoje testemunham as sociedades de floresta anteriores à colonização, mas já não poderiam ser as mesmas, frente à diversidade de situações e respostas às influências avassaladoras que recebem.

Os elementos fundamentais da vida biológica, na especificidade amazônica, como a terra florestada, integrada em grande pluviosidade e alagamentos sazonais, temperatura com poucas alterações, permitiram incomum diversidade de espécies. Permitiram também o surgimento de sociedades e culturas particulares, desenvolvidas durante milênios, adaptando-se, pelo uso adequado da água e da floresta, contornando os limites físicos impostos pelas vastas extensões de solos fracos na terra firme. A Amazônia, este “laboratório apropriado para o estudo da adaptação cultural”, na expressão clássica de Meggers, permite confrontar estes dois tipos de utilização humana, ou duas civilizações diferentes. Um tipo é anterior e longevo, o outro se iniciou no século XVI, avançou por ciclos sucessivos, acelerando-se, demográfica e espacialmente, em particular nas duas últimas décadas.³

No entanto, estas civilizações apenas podem ser compreendidas nos diversos planos das situações diferenciadas em que os fatos as foram moldando ou configurando nos últimos séculos. As duas abstrações explicativas sobre a condição humana genérica na Amazônia oferecem cores básicas de compreensão, mas não permitem dar conta dos tons, das misturas, dos movimentos e das situações intermediárias e, por isto, podem embaçar o conjunto, eis por que se deve ir além da divisão clássica de Meggers, pois o todo apenas é apreensível pela diversidade que o compõe.

Os conflitos sócio-ambientais revelam, além das contradições estruturais comuns à condição brasileira, a diferença e o choque

³ MEGGERS, B. J. *Amazônia. A Ilusão de um Paraíso*. São Paulo: Edusp/Itatiaia, 1987.
MORAN, E. F. *A Ecologia Humana das Populações da Amazônia*. Petrópolis: Vozes, 1990.
SIOLI, H. *Fundamentos da Ecologia da maior região de Florestas Tropicais*. Petrópolis: Vozes, 1990.

entre estes dois tipos de uso sintetizados por Meggers – o dos povos tribais de floresta e o introduzido pelo colonialismo –, revelando dois modos diferentes de organizar-se em sociedade, de valorizar e apropriar-se dos recursos naturais, sendo o segundo, o surto colonial, marcadamente orientado por uma cultura exterior. Meggers definiu-os como civilizações, a segunda delas mais exterior ao ambiente do que a primeira, ali adaptada e desenvolvida, outra introduzindo-se predominantemente, pelo endocolonialismo.

O tipo colonial de utilização dos recursos naturais expandiu-se por fluxos, que podem ser separados em três períodos: o do século XVI ao XIX, caracterizado pela conquista, litígios de fronteiras, missões, e explorações esporádicas, como a do ouro; do século XIX à metade do século XX, o ciclo da borracha, do extrativismo de exportação, e, finalmente, o atual avanço da fronteira econômica, com a penetração massiva de múltiplas frentes de expansão, impulsionado por políticas públicas, nas últimas décadas.

Comparativamente ao que se lhe seguiu, o período extrativista, da borracha e outros produtos, ainda conservou um uso mais adequado dos recursos naturais, dada a primazia do extrativismo, ao transporte fluvial e, sobretudo, devido ao aprendizado do uso da floresta feito pelo produtor primário, o seringueiro/beiradeiro, único a efetivamente penetrar no interior, conduzido pela mão do índio. Este foi um guia privilegiado, pela cultura de auto-sobrevivência tradicional que transmitiu. A violência entre seringais e aldeias, em prejuízo das segundas, freqüentemente submetidas e integradas, foi a regra. Moran estima que os índios já eram minoria na região no ciclo da borracha.⁴

A maior parte dos colonos das primeiras levas concentrou-se nas vilas e cidades tradicionais, algumas delas transformando-se nos centros metropolitanos como Manaus e Belém. As levas atuais criam novas cidades de empreendimentos, como garimpos, hidrelétricas, minerações, verdadeiros acampamentos. No interior, a sociabilidade diferenciou-se relativamente às cidades. O seringueiro, mesmo na mata, trouxe consigo dependências de fora, de tecnologias e manufaturados: munição, facas, óleo, roupas, açúcar, sal, hábitos de consumo, que foi introduzindo aos índios nos seringais. Incorporou, em contrapartida, coleta, caça e pesca à sua dieta, e a palha nas suas colocações. A importância do peixe na base de proteínas da dieta ribeirinha é uma destas heranças. Seu diálogo com os índios foi maior do que o das levas subsequentes. Vitorioso e superior na conquista, chegou a aprender do outro, mesmo o depreciando, assimilou algo, ou até muito, de seu modo de ser, ao comer do mato, quando abandonado pelo “baracão”, ou freqüentemente se amancebando.

⁴ MORAN, E. F. Op. cit.

No entanto, os seringueiros e beiradeiros não se tornaram índios, nem foram integrados às sociedades tribais, embora recebendo influências delas. Menos ainda constituíram-se em povos ou sociedades diferenciadas daquelas do seringalista ou dos atacadistas exportadores de Manaus ou Belém. Tampouco chegaram a incorporar os ingredientes culturais reguladores, como os relativos à preservação e harmonia com o meio. Os seringueiros e ribeirinhos, por exemplo, não temem Orá, entidade dos Karitiana, que transforma em macaco os que cortam uma árvore sem uso destinado, censurando assim os que destroem por destruir. Também não consideram covardes os que comem ovos das aves na mata, e os que matam filhotes ou fêmeas prenhes, como os Icolei, perdendo a transgressão destas normas apenas aos idosos, pelas dificuldades em abastecer-se da caça.

Apesar da circunstância de apologetica dos “povos da floresta”, o tema deve ser tomado com rigor: os seringueiros não se confundem com sociedades e culturas tribais de florestas e integram esta outra civilização adventícia, instalando-se por surtos desde o século XVI, até tornar-se dominante. A expressão “povos da floresta” é de evidente apelo generoso, mas deve revelar e não esconder estas diferenças. Muitos sobreviventes indígenas também não são propriamente as sociedades anteriores ao contato, embora alguns *revivals* surpreendam, ao revelarem a permanência de fortes laços tradicionais menos aparentes. Estes povos e comunidades são, de fato, todos semelhantes, como detentores de direitos óbvios e comuns, em primeiro lugar à terra e ao respeito a seu modo de ser.

Por outro lado, pode-se ir além da ênfase em torno aos seringueiros e índios, frente a uma diversidade mais ampla de atores e configurações sociais. As comunidades ribeirinhas, de pescadores, as comunidades negras, extrativistas, de castanheiros, palmiteiros e outros coletores, inclusive periurbanas, necessitam ser melhor integradas à compreensão. A expressão “povos da floresta”, com sua utilidade político-pragmática, deve completar-se na revelação destas diferenças socioculturais, inclusive as da recente urbanização em escala. Os índios e os seringueiros, em algumas regiões da Amazônia, como no Acre, encontram-se mais identificados na atividade extrativista dos seringais e castanhais, e em dramas comuns, além de uma história partilhada contra o Bolivian Syndicate, que culminou com a integração do Acre ao Brasil. Nem por isto são todos povos, nem são todos iguais no interior, embora troquem influências mútuas.

O interesse em defender aspectos dos modos de vida mais harmônicos com o meio não necessita, assim, do encobertamento das diferenças; ao contrário, amplia-se com sua reafirmação pela diversidade. Nada permite relevar que as sociedades indígenas de floresta não se confundem culturalmente com as comunidades

extrativistas, nem no idioma, nem no conjunto do universo cultural, embora atividades econômicas e numerosos casamentos mistos os aproximem em casos freqüentes. O fato de encontrarem-se no interior, em relativo isolamento dos núcleos urbanos, e de terem sido submetidos aos mesmos seringalistas até um passado recente, não chega para dissolver tais diferenças. A identidade encontrada, como segmentos sociais variavelmente em maior harmonia potencial com o meio, credores comuns de enorme dívida social, não necessita recorrer ao nivelamento para se fazer valer. A defesa dos “povos da floresta”, ao contrário, aumenta em eficácia ao evitar a diluição da diferença. As identidades, relevantes na circunstância, podem vir a reafirmar-se, com igual ou maior sucesso, na diferença. A primeira questão é a da representação destes diferentes, cuja legitimidade deve ser buscada diretamente nas comunidades, além dos núcleos representativos de pioneiros-ativistas.

Os indígenas de hoje não são mais os povos numerosos de seus antepassados, nem são mais os mesmos das etnologias clássicas, em sua maior parte, e são também diferenciados e cambiantes. Também as sociedades mudam, pelas influências do contato, até pelo desespero, pela submissão, pelos novos interesses criados e pelas novas relações que vão tecendo. Uma parcela pioneira de especialistas, já com numerosas pesquisas, pretende aprender com eles, além de procurarem alguns garantir-lhes solidariamente seus direitos. É bem verdade que se está bem distante da relevância e amplitude que este diálogo poderia representar. Trata-se de um diálogo encetado *in extremis*, por um pequeno, voluntário e normalmente disperso grupo de pesquisadores. Diálogo tardio, numa altura em que os índios contam com reduzido número de sobreviventes. Embora testemunhando traços societários distintivos, como os 170 idiomas, representam menos de 1% dos brasileiros, ainda que constituam maioria local, no interior de alguns municípios da Amazônia. E encontram-se em plena mudança a ser compreendida.

Os padrões, inclusive de uso dos recursos naturais, modificam-se também para as comunidades tradicionais, à semelhança do final do século europeu, com a revolução industrial. Os sobreviventes indígenas vão tomando de empréstimo novas referências simbólicas, inclusive a do dinheiro e do consumo. Pode-se considerar separadamente cada uma das situações diferenciadas que este processo vai criando, ao mesmo tempo em que se apreende seu todo, buscando apreendê-lo na diversidade em que se manifesta. Relativamente ao que foi, aos laços comunitários, aos graus de resistência diferenciados em tipos de resposta, não se confundem estas desgraças particulares, mesmo quando identificáveis numa desgraça e numa dívida social comum.

O uso social dos rios e da pesca

Na região amazônica, os especialistas debruçaram-se mais sobre o desmatamento. É este também o viés mais propalado pela mídia. Para este trabalho, buscou-se ampliar a compreensão do uso dos recursos hídricos, e do peixe, e da disputa crescente pelo seu controle. O foco na água permite ampliar o estudo das correlações sócio-ambientais. Afinal, é um elemento fundamental da vida biológica na região. As sociedades ali – e em outras partes – se estabelecem com frequência em torno à água, fator decisivo de escolha do espaço de concentração dos seres humanos. Sioli aconselha, para a especificidade da Amazônia, que o estudo ecológico especializado também comece pela água, por fornecer pontos de apoio que possibilitam inferir o fundamental do ambiente terrestre da região. Por outro lado, o comprometimento da água traz consequências ao conjunto ecossistêmico do qual é componente vital.⁵

⁵ SIOLI, H. Op. cit.

A água é essencial à vida e o peixe está entre as fontes fundamentais de proteína que permitem a vida humana na Amazônia. A abundância da água e do peixe, aliada à facilidade de seu aproveitamento, contribuíram decisivamente para viabilizar milênios de ocupação, orientando os aldeamentos à beira dos rios e locais piscosos. As primeiras levas de colonização extrativista dos dois últimos séculos contaram também prioritariamente com fatura destes recursos para sobreviver. A recente expansão da fronteira econômica trouxe outros hábitos alimentares, com os migrantes, reduzindo relativamente a importância da pesca, em favor da carne bovina e de aves. A pesca, comparativamente, exige menor investimento, tratando-se de um recurso renovável ainda disponível e fundamental às camadas tradicionais e mais desprovidas da população do interior e das periferias urbanas da região.

Em particular nas últimas décadas, o caráter universalizador do modo de ser da sociedade industrial vem introduzindo uma competição desigual com as populações desfavorecidas em torno ao aproveitamento da água e do peixe. A frente econômica compromete a renovabilidade dos recursos vitais ao escolher a rentabilidade imediata, priorizando os não-renováveis. Sua mentalidade é a do não-residente, pesada herança endocolonial de uma economia voltada para fora. Assim mesmo, a pesca artesanal regional representa mais da metade da realizada no país, com uma produção estimada de cerca de US\$ 200 milhões.

Das atividades introduzidas em escala, a que mais deixa a degradação atrás de si é o garimpo. Isto se deve à extensão e ao descontrole social de seu ressurgimento, em proporções bastante superiores ao dos garimpos coloniais. Seu impacto é diversificado: através do revolvimento dos sedimentos do fundo e das mar-

gens dos rios, lagos e estuário; do uso inadequado do mercúrio em ampla escala, com riscos à saúde dos habitantes e consumidores do pescado, a curto e longo prazo; além de outras consequências, como o óleo, o ruído, a luz, o uso de detergentes, que comprometem diretamente a pesca, como nos exemplos terminais dos rios Teles Pires, Tapajós, Madeira e, mais recentemente, de Roraima. O garimpo estimula também o abandono da pesca pelos ribeirinhos e pescadores, desestrutura as comunidades indígenas e as extrativistas tradicionais, atraindo-os à rentabilidade imediatista do ouro. Outras atividades de extração mineral também comprometem os rios, como a da cassiterita, no rio Pitinga; a da bauxita, no lago Batata; a do ferro e outras, realizadas sem adequadas medidas preventivas, desperenizando os rios ou neles lançando rejeitos.

Os instrumentos de penetração são as estradas, tanto as oficiais, quanto as irregulares, secundárias ou de acesso, interrompendo, sem estudos prévios, os cursos d'água e facilitando a introdução de numerosas atividades econômicas, também descontroladas, como a ação de madeireiras, a colonização e a agropecuária. A agropecuária promove o desmatamento das nascentes, várzeas, margens de rios, dos igarapés e dos lagos, criando barragens e aterros de acesso, atingindo o *habitat*, perturbando o ciclo reprodutivo da ictiofauna e sua nutrição, dependente da floresta inundada e das várzeas. Nem todas as atividades extrativistas são inócuas, como mostra em particular o corte do palmito, lançando rejeitos aos rios e desmatando as margens.

Trata-se de um modelo que privilegia a urbanização e a industrialização não planejada, sem as condições mínimas de saneamento básico ou de controle de efluentes, lançados aos cursos d'água sem qualquer tratamento, pondo em risco a saúde, inclusive através do peixe, como se vê atualmente com o risco da epidemia do cólera e da intoxicação mercurial. Este modelo é criador de necessidades energéticas em grande escala, através da construção de barragens hidrelétricas, comprometendo a qualidade da água e a migração dos peixes, além de provocar distúrbios e remoção forçada de índios, beiradeiros e colonos.

A pesca na Amazônia brasileira vive numa situação contraditória: por um lado, sobrepesca de algumas poucas espécies migratórias e, por outro, subaproveitamento de numerosas outras, desvalorizadas pelo consumidor regional ou pela exportação. A atividade pesqueira não conta com uma análise consolidada das condicionantes sócio-ambientais para o desenvolvimento sustentável e para o gerenciamento ambiental das águas interiores e estuarinas da Amazônia brasileira, que tenha como ponto de partida a bio e a sociodiversidade.

A importante atividade pesqueira é bastante diversificada, ou seja, há várias pescas: a) uma pesca de sobrevivência, ribei-

rinha, com excedentes fornecidos aos mercados locais diretamente, ou para pontos mais distantes via intermediários, representando 60% da produção; b) uma pesca comercial para os grandes centros, por pescadores artesanais semiprofissionalizados; c) uma pesca estuarina e litorânea, convivendo tanto a artesanal, para mercados locais, quanto a industrial para exportação; d) uma pesca artesanal especializada em peixes ornamentais para empresas de exportação; e) mais recentemente desenvolve-se a pesca em reservatórios, como a do lago da hidrelétrica de Tucuruí.⁶

⁶ PETRERE Jr., M. *As Comunidades Humanas Ribeirinhas da Amazônia e suas Transformações Sociais*. Encontro de Ciências Sociais e o Mar no Brasil, IV. São Paulo/Belém, FF/UICN/PAU/USP, 1990.

PETRERE Jr., M. *Alternativas para o Desmatamento da Amazônia. A Pesca e a Piscicultura*. Brasília: Funatura, 1990.

O conjunto compõe um quadro caótico relativamente à infra-estrutura de desembarque, tecnologias de pesca, congelamento e comercialização, somados a graves conflitos sociais entre os diferentes atores, ribeirinhos e profissionais, intermediários e/ou aviadores, comerciantes e industriais. O setor não conta também com uma política pública adequada, nem com instituições capazes de monitorar os estoques e o uso adequado do recurso a longo prazo.

A prosseguir como está, o abuso do recurso peixe, com uma sobre-exploração não monitorada e concentrada em algumas poucas espécies, será agravado pelo descontrole de outros fatores de degradação do ambiente, em particular a urbanização e o garimpo, chegando até ao comprometimento dos rios. Este quadro tende a ameaçar a própria renovabilidade do pescado, em particular das espécies migratórias escamosas, as mais cobiçadas pelo consumidor regional, e dos grandes bagres, exportados para outros pontos do país e do exterior. A pesca dá-se seletivamente sobre uma dezena de espécies, quando foram identificadas cerca de 2 mil e classificadas cerca de 1,4 mil, podendo chegar a 5 mil espécies.⁷

⁷ PETRERE Jr., M. *Op. cit.*

Sua proteção, embora difícil, traria imensos ganhos sociais, econômicos e ambientais. Contribuiria, no mínimo, para moderar a tendência da colonização recente à importação e, portanto, à dependência onerosa de alimentos produzidos em outras regiões e inassimiláveis para produção regional. O gerenciamento da pesca deve tender a desestimular a introdução em escala de alternativas não-apropriadas ao meio, como é o caso da pecuária, além de moderar o desastroso impacto ambiental da extração de recursos não-renováveis, como é particular exemplo o garimpo. Deve contribuir também para garantir simultaneamente sobrevida ao recurso indispensável, também abundante na Amazônia, a água, que em algumas regiões vem se tornando imprópria ao consumo humano.

A sobrepesca de algumas espécies é um fenômeno das últimas décadas, conseqüência da introdução de equipamentos industrializados, como o fio sintético para a fabricação das redes, barcos motorizados, fábricas de gelo e frigoríficos. Por outro lado, estas novidades técnicas foram estimuladas pelo aumento da demanda, pelo crescimento populacional, pelas estradas e urbani-

zação, além de maiores facilidades de transporte à exportação e comércio intra-regional. Verifica-se a diminuição dos cardumes e do peso do pescado, em particular das espécies migratórias, escamosas, favoritas no mercado local, e também dos grandes bagres, para outros mercados distantes. Estas espécies mais cobiçadas são encontradas cada vez mais longe dos centros urbanos, encarecendo a captura.

O recurso pesqueiro não está ameaçado apenas pela sobre-pesca seletiva, voltada a algumas poucas espécies, mas pela quase ausência, ou ineficácia, do atual gerenciamento. Durante o período da safra, há enormes quantidades desperdiçadas de pescado, estimadas por técnicos do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA) em 30% da produção das águas interiores da Amazônia, cerca de 60.000 toneladas. Tais perdas relacionam-se com a limitada capacidade de estocagem, com o baixo preço durante o excesso de oferta sazonal da safra. A sobrepesca ameaça, mas há várias atividades econômicas combinadas, e em expansão, que podem, a curto e a longo prazo, comprometer um recurso que parecia, até recentemente, inesgotável, caso suas conseqüências ambientais não venham a ser monitoradas por adequado gerenciamento, cuja base é a formulação, com o apoio das ciências sociais, de um consenso entre os diferentes atores e grupos de interesses em direção ao desenvolvimento sustentável.

Como recurso de auto-sobrevivência, em particular das camadas mais pobres, ou como excedente comercializável, a pesca é uma das âncoras da população ribeirinha do interior, estimada em quatro milhões e meio de habitantes, beiradeiros e sobreviventes indígenas, que testemunham a mais antiga ocupação. Se empurrada às cidades novas, ou às novas periferias das antigas metrópoles, esta população engrossará os bolsões de miséria e marginalidade, quando representa a principal fornecedora regional de alimentos às cidades, em particular às camadas empobrecidas, as mais dependentes do peixe e de outros componentes da dieta regional. Tanto o comprometimento do pescado, quanto o alto custo das alternativas de animais e aves de criação, tendem a limitar o acesso das camadas desfavorecidas às proteínas, ainda disponíveis no peixe. A migração destas populações interioranas às cidades colocará em disponibilidade mais terrenos à pecuária extensiva, agricultura e às madeireiras, sem qualquer vantagem comparativa a médio prazo, nem social, nem econômica, em prejuízo do próprio abastecimento urbano, intra-regional e de exportação, agravando um quadro de tensão já extremo.

Mauro Leonel é doutor em Sociologia, professor da Universidade Estadual de São Paulo e professor-visitante do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo.

BIOTÉCNICAS NO MANEJO DE CURSOS DE ÁGUA

Miguel Antônio Durlo

O manejo dos recursos hídricos é, reconhecidamente, um problema complexo. A complexidade tem início na irregularidade espacial e temporal das precipitações, permeia as diferentes condições de armazenamento e escoamento (produção, disponibilização) da água, passa por problemas decorrentes de sua captação, tratamento, distribuição e uso, e alcança questões relativas aos efluentes. Os numerosos processos envolvidos e suas correlações variam ainda com o tempo, englobando, assim, aspectos ecológicos, econômicos e sociais, de forma dinâmica. A compreensão de tal complexidade pressupõe a abordagem dos problemas sob o prisma de diversas áreas de conhecimento. As considerações que se seguem, entretanto, restringem-se a aspectos do armazenamento e escoamento da água. A prevenção e a correção dos problemas ligados a estes aspectos dependem não só de ações nos próprios locais de ocorrência, mas, por vezes, em toda sua bacia hidrográfica, podendo compreender ações educativas, obras de engenharia e medidas vegetativas. A combinação das duas últimas ferramentas constitui hoje um campo em franco desenvolvimento, conhecido como engenharia biológica, que faz uso de biotécnicas para o manejo de cursos de água.

O problema

O armazenamento de água no solo e o seu escoamento através de ravinas, córregos e rios podem representar um grave problema para a sociedade, em muitos locais. Em regiões de baixa pluviosidade, o armazenamento hídrico pode tornar-se um fator limitante à ocupação humana. Por outro lado, regiões com pluviosidade alta, mesmo que restrita a determinadas estações do ano, vivenciam problemas decorrentes do escoamento das águas: as erosões laminar e em sulcos, os deslizamentos, as corrosões de barrancas e deposições de materiais em locais indesejados. Tais fenômenos, de origem natural, induzidos ou favorecidos pelas ações ou omissões do homem, causam, com frequência, a destruição de bens e propriedades.

A água encontra-se mais facilmente disponível para o homem em sua forma líquida, quando estocada em reservatórios naturais ou escoando por córregos e rios. É destes locais que é captada, armazenada em reservatórios artificiais e conduzida para irrigação, uso em diversos processos industriais, geração de energia e abastecimento humano e animal. A qualidade e quantidade de água consumida depende do uso previsto, ficando, portanto, sob influência de diversos fatores. Na agricultura, por exemplo, a necessidade de água para irrigação de lavouras restringe-se a certos períodos do ano e são relativamente baixas as exigências de qualidade. Em contraposição, para o abastecimento humano, em uma cidade, por exemplo, a quantidade consumida é relativamente constante ao longo do ano, sendo grande a exigência de qualidade. Independente do uso, entretanto, a água precisa estar disponível, quando dela se necessita. Embora os reservatórios naturais à superfície sejam os mais evidentes, o principal armazenador de água é o solo. A manutenção da produção de água pressupõe que a mesma esteja armazenada temporariamente no solo, de onde escoar para os aquíferos. Deste depósito dependem também as reservas visíveis como rios e lagos.

O armazenamento e o escoamento, mesmo que a água seja proveniente de uma ou de poucas vertentes subterrâneas, não são fenômenos pontuais, mas processos dinâmicos, dependentes, em primeiro plano, das características da precipitação e, em segundo lugar, das propriedades da superfície e do próprio solo. Como não existe tecnologia suficiente para modificar as características da precipitação sobre grandes áreas, a custos aceitáveis, a modificação do armazenamento e também da forma e velocidade de escoamento da água fica na dependência de nossa capacidade de modificar as propriedades da superfície terrestre e do solo. Algumas características superficiais, como altitude, inclinação geral e exposição não podem ser modificadas, ao passo que outras como micro relevo e cobertura vegetal podem ser alteradas com relativa

facilidade. A utilização que se dá a determinada superfície e especialmente à cobertura vegetal usada e seu manejo, além de objetivar a obtenção de produtos rurais específicos, pode ser vista como técnica biológica de armazenamento de água, pois cada tipo de cobertura vegetal proporciona um comportamento hídrico particular, tanto na superfície quanto nas partes mais profundas do solo, diferente daquele que poderia ser observado na mesma área sob outra forma de uso. Neste sentido, é reconhecido o papel desempenhado pelas florestas, seja pelo efeito da interceptação temporária da chuva nas copas, seja pela capacidade de armazenamento de umidade na serapilheira, que melhoram significativamente a capacidade edáfica de infiltração e retenção da água.

O escoamento das águas de uma determinada área ocorre inicialmente em pequenas ravinas, passa para córregos e é levado adiante por meio dos rios. Neste percurso, o fluxo pode ocasionar erosão e assoreamento tanto no próprio leito, como em áreas de cultivo e em edificações.

O comportamento de um córrego qualquer depende de *fatores físicos*, como o seu tamanho e forma, declividade e cobertura vegetal de sua bacia de captação, margens e leito, mas também de *fatores meteorológicos* como quantidade, intensidade e duração das precipitações e, ainda, de *fatores edáficos* como tipo, profundidade e teor de umidade atual do solo. Interagindo com tais fatores, aparecem as várias interferências antrópicas executadas no passado e as ações hoje praticadas. Dado este grande número de variáveis e suas interações, os trabalhos para correção de cursos de água são normalmente complexos. A solução definitiva de um problema comum como, por exemplo, a erosão marginal em um pequeno trecho, além de medidas corretivas locais, muitas vezes requer intervenções em outros pontos do leito, em parte ou, até mesmo, em toda a bacia de recepção. A integração de conhecimentos de várias áreas específicas da ciência requerida, em princípio, para a máxima efetividade do tratamento de cursos de água, por si só já representa uma dificuldade e pode resultar em custos tão elevados que inviabilizam a execução dos trabalhos necessários. Assim, quando existem problemas nesta área, a busca de soluções simples, mas baseadas em experiências e com expectativas de eficiência, mesmo que contando apenas com os meios de que se dispõem no momento, é, por certo, melhor do que nada fazer.

Princípios do manejo de cursos de água

Para entender os princípios adotados no controle de cursos de água, é interessante conhecer os conceitos de *velocidade limite de transporte* e de *perfil de compensação*. Em consequência da desagregação das rochas da bacia de captação e da erosão do fundo e das margens do canal de condução de um córrego, por exemplo, acumulam-se no leito materiais de diversas dimensões.

Quando sobrevém uma cheia suficientemente grande, muitos materiais podem entrar em movimento, dependendo de sua granulometria, forma e peso específico. Isto deve-se ao fato de que a água, com determinada velocidade, ao se chocar com um sólido apoiado no fundo do leito, exerce forças dinâmicas na face de montante, nas laterais e na face de jusante do mesmo. Por outro lado, o corpo apoiado no fundo do leito possui certo peso e coeficiente de atrito, que oferecem resistência à movimentação. Para cada sólido, portanto, existe uma certa velocidade da água, a partir da qual este sai de seu estado de repouso e entra em movimento. Esta é a *velocidade limite de transporte* para o sólido considerado. Devido a isto, sólidos de pequenas dimensões, de baixo peso específico e de forma arredondada, entram em movimento mais facilmente, isto é, têm velocidade limite de transporte mais baixa do que os sólidos maiores, mais densos e angulosos.

A estabilidade dos materiais em um curso de água depende, pois, por um lado, de um conjunto de características intrínsecas do material em questão – sua forma, dimensão, peso específico e coeficiente de atrito – variáveis que podem, dentro de determinados limites, ser utilizadas com vistas à estabilização. É possível modificar a forma, a dimensão e o coeficiente de atrito dos materiais que compõem as margens e leito dos cursos de água, pelo emprego de peças de dimensões específicas ou pela união de diversos materiais, de forma a obrigá-los ao trabalho solidário.

Por outro lado, a velocidade da água depende fundamentalmente da inclinação do terreno. Assim, quanto maior a inclinação do leito, tanto maior será a velocidade da água e materiais cada vez maiores terão sua velocidade limite de transporte alcançada. Desta constatação surge o conceito de *perfil de compensação*, que significa a declividade do fundo do leito ao qual corresponde o estado de equilíbrio (figura 1).

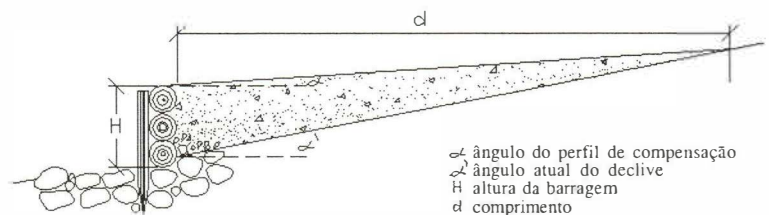


Figura 1

Desenho esquemático do perfil de compensação.

Um curso de água com características torrenciais está freqüentemente escavando seu leito ou suas margens, devido ao poder erosivo de suas águas. Para alcançar a estabilização há necessidade de reduzir a velocidade atual até a velocidade limite de transporte (de materiais de determinada granulometria), o que

pode ser conseguido pela diminuição da declividade, por meio de uma obra transversal, por exemplo. O menor poder de arraste da água proporciona, então, a deposição dos materiais mais pesados. Disto resulta a formação de um aterro à montante da obra, com um ângulo de inclinação menor do que aquele do leito original. A menor declividade favorece o escoamento mais lento da água, ou seja, diminui seu poder de erosão, alcançando-se, assim, a estabilização.

Com base nestes dois aspectos, foram desenvolvidas técnicas biológicas de controle de torrentes, hoje tratadas sob a denominação de bioengenharia.

A bioengenharia e o manejo de cursos de água

A bioengenharia, também dita “construção verde” ou “construção viva”, engloba um conjunto de técnicas de construção e se serve de conhecimentos biológicos para a estabilização de encostas de terrenos e margens de cursos de água. É característico nestas técnicas o uso de plantas ou partes destas, como material vivo de construção. Sozinhas ou em combinação com material inerte, as plantas devem proporcionar estabilidade às áreas em tratamento, ao longo de sua vida.¹

Mesmo com planejamento e trabalho cuidadoso no cultivo da natureza, é impossível evitar-se que algumas áreas sejam modificadas negativamente, que partes de encostas percam estabilidade e que ocorram erosões e assoreamentos. Quando isto acontece, pode ser necessária a recomposição e a estabilização das áreas atingidas. Para tanto a bioengenharia é uma ferramenta importante pois, além da solução técnica, apresenta vantagens ecológicas, econômicas e estéticas quando comparada às construções tradicionais. Dependendo dos objetivos e do tipo de construção, pode dar-se mais ênfase a um ou a outro dos fatores anteriormente citados, o que confere à bioengenharia uma grande flexibilidade.

Outro aspecto que deve ser evidenciado diz respeito ao emprego de técnicas corretas do ponto de vista ecológico e que não se contrapõem, pelo contrário, até reforçam a moderna visão de tratamento de cursos de água. Nesta nova forma de trabalho, tenta-se evitar construções grandes e pesadas, procurando modificar ao mínimo as condições naturais preexistentes. Assim, procura-se manter a morfologia e a dinâmica típicas do curso de água. Evitam-se a sua retificação, a eliminação de poços naturais, a uniformização da velocidade da água e da largura do rio. Ao mesmo tempo, buscam-se a implantação, o desenvolvimento, o tratamento e a exploração de vegetação apropriada para o lugar, observando a multifuncionalidade do curso de água. No caso da exploração agrícola ou florestal de áreas ribeirinhas, tem-se sempre em vista a proteção do rio.

Também precisa ser evidenciado, conforme salientam Begemann & Schiechtl, que as obras de bioengenharia não alcan-

¹ SCHIECHTL, H. M. & STERN, R. *Handbuch für naturnahen Wasserbau. Eine Einleitung für ingenieurbiologische Bauweisen.* Österreichischer Agrarverlag, Druck – und Verlagsgesellschaft m.b.H., 1994.

² BEGEMANN, W. & SCHIECHTL, H. M. *Ingenierbiologie. Handbuch zum ökologischen Wasser- und Erdbau. 2. neubearbeitete Auflage.* Bauverlag GMBH. Wiesbaden und Berlin, 1994.

çam sua total efetividade logo após a implantação.² Há que se aguardar a sobrevivência e o desenvolvimento radicial e aéreo das plantas. Nesta fase podem ser necessárias intervenções de reposição vegetal e/ou tratos culturais. Somente após a fase de implantação, cuja duração depende de diversos fatores, é que as obras começam a desempenhar integralmente sua ação corretiva, benéfica e duradoura sobre o problema que se pretende solucionar.

Ferramentas da bioengenharia

A colocação adequada de materiais com alta velocidade limite de transporte, a redução da velocidade da água nas posições onde já ocorreram ou onde existe maior probabilidade de ocorrência de problemas, como nos raios externos das curvas e trechos de maior declividade e o tratamento vegetativo de margens e bacia de captação, compõem a essência da bioengenharia.

O material vegetal empregado precisa preencher alguns requisitos, dependentes de cada situação particular de uso, considerando-se os aspectos ecológicos e fitossociológicos, de reprodução e, fundamentalmente, de aptidão biotécnica. Para a observação dos quesitos ecológicos e fitossociais, dá-se preferência às espécies das comunidades vegetais locais, já adaptadas ao clima e solo da região.

O manejo e a recuperação de cursos de água ganham relevância em sítios extremos, nos quais o tipo de reprodução do material vegetal desempenha papel significativo. Assim, para vegetar certos habitats torna-se por vezes obrigatório o uso de espécies com reprodução vegetativa em lugar das que só se reproduzem por sementes. Os métodos de cobertura valem-se mais da reprodução generativa da vegetação, ao passo que, para os métodos estáveis, é mais interessante o aproveitamento da reprodução vegetativa.

As plantas selecionadas e utilizadas na recuperação e manejo dos cursos de água precisam não apenas sobreviver às condições adversas, mas resolver o problema técnico existente, isto é, ter aptidão biotécnica. Para combater a erosão, por exemplo, a escolha deve recair sobre plantas que resistam à exposição das raízes, que exerçam a fixação do solo por meio de sistema radicular profundo, denso e resistente. Para reter o transporte e posterior deposição prejudicial de materiais erodidos, são melhores as plantas que resistam ao aterramento parcial, ao apedrejamento provindo de partes superiores das encostas, que sejam capazes de rebrotar após danos mecânicos e consigam reter e fixar o solo que recebem. Para aumentar ou diminuir a água do solo, escolhem-se plantas que apresentem baixa ou alta taxa de evapotranspiração, possuam crescimento lento ou rápido, segundo o objetivo previsto.

Naturalmente, sempre que possível, deve-se priorizar espécies que, juntamente com a proteção ou recuperação, proporcionem algum rendimento econômico pela produção de madeira, frutos ou outros subprodutos.

Na combinação de plantas com materiais inertes, dá-se preferência àqueles baratos, mais facilmente encontráveis nas proximidades, como madeira e pedras.

Métodos de trabalho

Para o controle de cursos de água, as biotécnicas empregadas podem ser divididas em obras longitudinais, obras transversais e tratamentos de superfície. Enquanto as duas primeiras são empregadas basicamente nas margens e diretamente dentro do leito, os tratamentos de superfície são usados também na bacia de captação, com vistas a aumentar a infiltração, o armazenamento e o escoamento mais lento e não danoso da água.

Exemplos de obras longitudinais são o revestimento total ou parcial das margens. O objetivo, neste caso, é eliminar a corrosão das barrancas pelo emprego de materiais com velocidade limite de transporte superior à velocidade máxima esperada e que, por sua rugosidade e/ou flexibilidade, dissipem a energia da água. São preferíveis materiais vegetais e inertes oriundos do próprio leito, ou das proximidades do local de tratamento (figura 2).

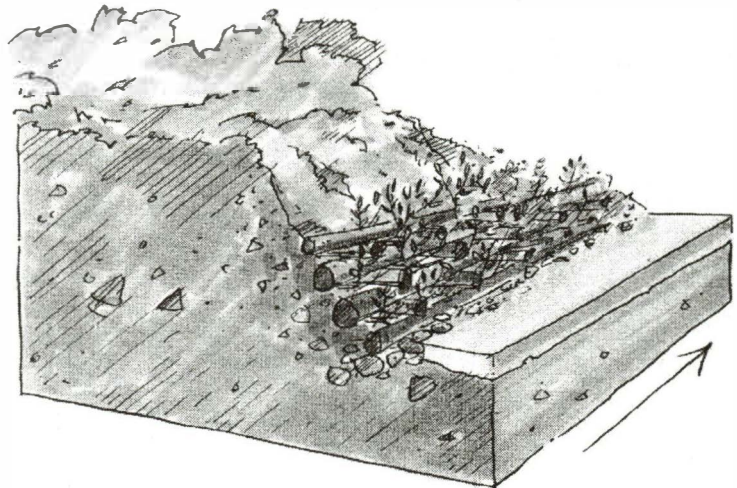


Figura 2

Revestimento da margem com material inerte (madeira) e vegetação.

Obras transversais são, em termos gerais, obstáculos colocados em posição perpendicular ao fluxo da água, com o objetivo de impedir a escavação do fundo e das laterais do leito, através da redução da declividade e, conseqüentemente, da velocidade da água, mediante a formação do perfil de compensação. Na dependência dos objetivos mais específicos empregam-se as râmprolas, os cintos basais simples, os cintos basais com desnível, as soleiras e as barragens de consolidação ou retenção (figura 3).

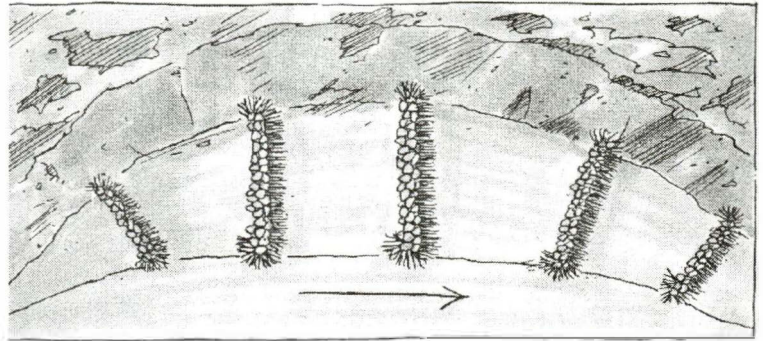


Figura 3

Râmprolas de pedras para evitar a corrosão marginal.

Para os tratamentos de superfícies, empregam-se três grupos de métodos distintos: os de cobertura, os estáveis e os construtivos. Entretanto, antes de se iniciar os trabalhos vegetativos, deve-se preparar convenientemente a área eliminando as causas diretas de eventuais desmoronamentos e erosões. Pode ser necessário impedir a infiltração indesejável da água, ou impedir o escoamento superficial, construindo-se canais, ou mesmo pequenas obras longitudinais e transversais. Também podem-se fazer necessários pequenos cortes e aterros, construção de pequenos muros rudimentares e entupimento de valas.

Os métodos de cobertura objetivam, principalmente, a proteção do solo contra a erosão laminar. Seu emprego principal dá-se em encostas desnudadas artificialmente, como ocorre com freqüência na construção de estradas e nos trabalhos de remodelação das barrancas para a correção de torrentes. Neste grupo de métodos incluem-se a proteção por hastes vivas, a hidrossemeadura, a semeadura sob camada de palha e o revestimento total ou parcial com leivas (figura 4).

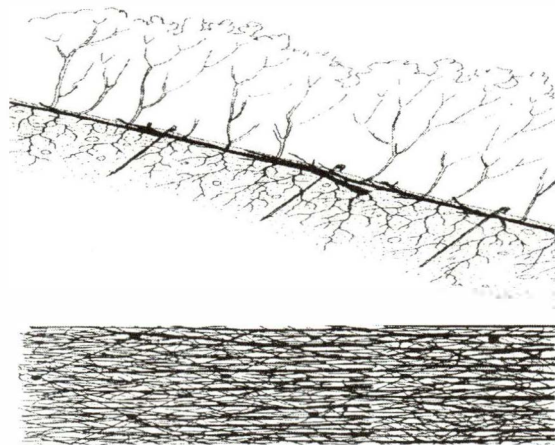


Figura 4

Método de cobertura por hastes vivas (corte longitudinal e vista superior).

Os métodos estáveis são normalmente mais caros que os métodos de cobertura, sendo portanto empregados apenas quando os primeiros não forem suficientes. Não visam a cobertura imediata de todo o terreno, restringindo-se a pontos ou linhas. Neste grupo se enquadram as cercas de arbustos e a trança viva (figura 5).

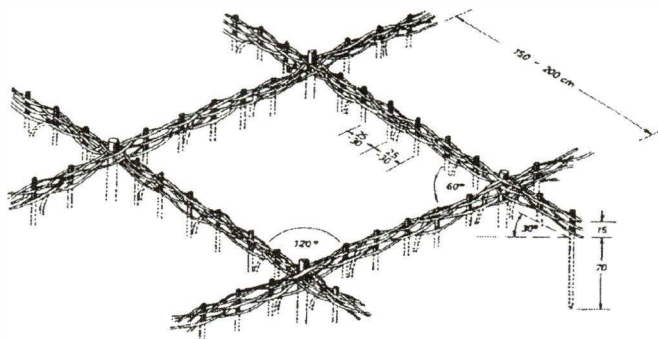


Figura 5
Trança viva.

Além dos métodos de cobertura e dos métodos estáveis identificam-se ainda os métodos construtivos. Estes nada mais são do que a combinação dos dois anteriores com pequenas obras de engenharia. Para encostas muito declivosas pode ser necessária a confecção de muros de madeira, de pedra, de restos de vegetal ou de cestões Bianchini. Em qualquer dos casos, os muros são providos de terra fértil e sementes ou varas com poder vegetativo. Consegue-se assim, com o passar do tempo, a formação de pequenos patamares que, com a germinação ou brotação do material vegetal, em conjunto, produzirão a proteção da encosta (figura 6).

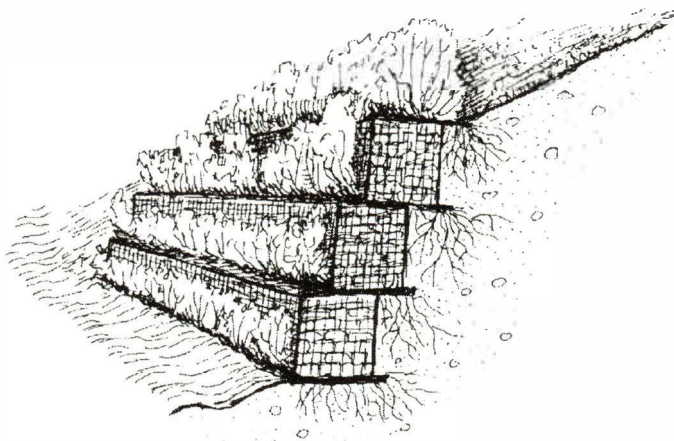


Figura 6
Cestões Bianchini para contenção de encostas.

Perspectivas para o futuro

A observação do estado da maioria de nossos cursos de água mostra que, até o momento, os mesmos não são adequadamente tratados. O motivo para tanto pode ser procurado, pelo menos em parte, no desconhecimento generalizado das técnicas de manejo e recuperação. As tentativas de melhoria não têm atingido nível concreto, ficando restritas a frases de ordem como “salve o rio tal”, “ajude a preservar o rio, ele também é seu”, e similares. Tais slogans demonstram boa intenção mas, sozinhos, não são eficazes. Não há dúvida de que o manejo correto do solo e dos cursos de água não pode prescindir da educação. Mas que seja uma educação técnica e praticável, não apenas romântica. Não há necessidade de reinvenção da roda. Existem métodos práticos comprovados (em outros países) que, com pequenas adaptações, podem ser transferidos para o nosso meio. Os aspectos físicos e mecânicos do controle de cursos de água são imutáveis, apenas as espécies usadas precisam ser outras. Aqui se abre um campo profícuo para a pesquisa prática, que por sinal, já está interessando alguns acadêmicos.

Por outro lado, a legislação, embora corretamente orientada, não consegue transferir seus preceitos para a prática. Em certos aspectos será difícil obter sucesso nesta transferência, pois algumas determinações encontram-se dissociadas da realidade e carecem de embasamento lógico. Cito, como exemplo, a obrigatoriedade de manutenção de largas faixa de proteção intocáveis às margens dos cursos de água. A largura exigida é exagerada e tecnicamente não fundamentada. A intocabilidade, por vezes, é um problema a mais, ao invés de uma solução. Esta opção é equivocada, pois a manutenção de algumas espécies pode até favorecer a erosão, enquanto outras maximizam a proteção somente quando sua parte aérea recebe podas frequentes e poucas têm seu efeito protetivo máximo, quando sem nenhuma intervenção. Assim, o corte de árvores das margens dos rios e arroios, em certas situações, pode ser necessário para o bom funcionamento dos mesmos. Árvores altas muito próximas às margens exercem um efeito de alavanca que só favorece o desbarrancamento e, ao caírem, impedem o fluxo livre das águas, desviando-as para as margens e favorecendo ainda mais a erosão.

Por outro lado, cabe lembrar que o Estado sempre dependerá do empenho dos proprietários rurais para ter os cursos de água bem cuidados. Para tanto há que se oferecer algo em troca. Quando assegurada a continuidade da proteção para o futuro, quem durante anos proporcionou estabilidade às margens de rios ou riachos ou beneficiou a bacia hidrográfica com a manutenção da cobertura vegetal (florestal), deve ter adquirido o direito de usar o “subproduto” desta proteção. O uso e a proteção não são mutuamente excludentes. Podem ser, sim, complementares.

Miguel Antão Durlo é engenheiro florestal, doutor em Ciências Florestais e professor do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

ÁGUA
sustentabilidade,
uso e disponibilidade
para a irrigação

Afranio Almir Righes

Todos aprendemos que água é um líquido composto por hidrogênio e oxigênio, sem cor, cheiro ou sabor, transparente em seu estado de pureza; quimicamente é formada por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio. Aprendemos também que a ligação dos hidrogênios com o oxigênio forma um ângulo de 105°, criando um dipolo, que atribui à água a característica de ser um solvente universal, podendo ligar-se a partículas positivas e negativas. O que nem sempre se aprende sobre este elemento natural imprescindível à vida no planeta, é que se trata de recurso multifuncional, servindo ao abastecimento humano, à agropecuária, à geração de energia, ao transporte e à recreação. O que também nem sempre se aprende é que este insumo básico, utilizado na maioria das atividades econômicas, é vulnerável à degradação qualitativa, podendo, portanto, comprometer o uso humano, a produção vegetal e, em consequência, a produção de alimentos. A água, de março ou qualquer outro mês, é sempre promessa de vida.

Impacto da ação humana sobre a sustentabilidade da água

Sabe-se que o balanço entre a demanda de uma comunidade de plantas ou animais sobre o meio ambiente e a capacidade da natureza para satisfazer essa demanda, não é um equilíbrio estático como ocorre em escala laboratorial. É um equilíbrio instável, como ocorre com um equilibrista em um fio ou barra. Assim, uma espécie de vida selvagem aumenta em número de acordo com a disponibilidade de alimento, atingindo uma densidade de equilíbrio dinâmico. Nas sociedades primitivas, as populações também oscilavam, tendo como fatores limitantes a fome, as doenças e as guerras, que mantinham o equilíbrio populacional. Um problema de desequilíbrio ocorreu quando o homem aprendeu a modificar os fatores limitantes, controlando as doenças e melhorando a qualidade de vida. Thomas Malthus estabeleceu a tese de que a população aumenta numa taxa geométrica enquanto que o suprimento de alimentos, e outras demandas normais de sobrevivência, aumentam em uma taxa aritmética, colocando em risco o ponto de equilíbrio. Por outro lado, a revolução industrial colocou nas mãos do homem ferramentas e máquinas que possibilitaram a exploração das reservas naturais numa escala até então inimaginável. A extração da madeira, com a destruição das florestas, é um exemplo de expansão das áreas agrícolas sem respeitar a legislação sobre as classes de uso da terra. Esse tipo de exploração ainda está presente e continua na mente de muitos empresários, facilitada pelo avanço tecnológico e pela disponibilidade de equipamentos cada vez mais potentes e agressivos ao meio ambiente. Além disso, muitas outras ações desordenadas têm contribuído para a degradação ambiental.

A população mundial de 5,3 bilhões de pessoas pode, segundo projeções, atingir 9 bilhões nos próximos 40 anos. Estimativas prevêm que 95% do crescimento até o ano 2050 ocorrerão nos países em desenvolvimento. O incremento na demanda por alimentos associado à limitação da disponibilidade de água e à sustentabilidade dos sistemas de exploração agrícola é um dos principais desafios para a presente geração que luta contra a pobreza em países em desenvolvimento, sem comprometer as condições de vida para as gerações futuras.

A produção mundial de alimentos deverá ser duplicada nas próximas décadas. A maior parte deste incremento deverá ocorrer nos países referidos, onde os recursos naturais, como a água e o solo, serão os principais fatores limitantes. Estudos estimativos do Banco Mundial /UNDP afirmam que nos países em desenvolvimento a agricultura irrigada poderá ter um aumento de 110 milhões de hectares, produzindo grãos suficientes para alimentar até 2 bilhões de pessoas.

O Prêmio Nobel de Física, Abdus Salam, em seu livro *Ciência, tecnologia, educação científica e o desenvolvimento no Hemisfério Sul*, afirma que o nosso globo é habitado por duas espécies distintas de seres humanos onde 25% da população são desenvolvidos, ocupam 40% da superfície terrestre e controlam mais de 80% do PIB. Os 75% restantes da população são “os miseráveis” e vivem nos 60% restantes da área do globo terrestre. O que distingue uma espécie de outra é o poderio que resulta basicamente das diferenças no domínio e utilização da ciência e das tecnologias contemporâneas.

O poderio econômico mundial está concentrado no bloco dos países ricos e os demais são classificados como países em desenvolvimento ou países pobres. Esses países seriam menos desenvolvidos porque não desenvolveram e utilizaram ciência e tecnologia? Não teriam controlado os fatores limitantes do meio ambiente e do desenvolvimento econômico? Se analisarmos a localização dos países mais ricos do mundo, que têm como base econômica a exploração agrícola, pode-se constatar que, em geral, situam-se nas regiões frias, acima da latitude de 40° Norte, como Estados Unidos, Inglaterra, Alemanha, Suíça, Bélgica e outros.

Os solos das regiões situadas entre 40° Norte e 40° Sul do Equador, são altamente susceptíveis à degradação ambiental quando a cobertura vegetal é retirada (figura 1).¹ Porém, o problema não reside somente na quantidade de chuva que cai, mas também no tipo de chuva e na energia cinética. O dano causado pelo impacto de uma gota de água no solo por uma chuva tropical é muitas vezes maior do que o dano causado por chuvas de regiões de clima temperados que, segundo estimativas, é 260 vezes maior do que a energia da enxurrada.²

¹ CONSTANTINESCO, I. Soil conservation for developing countries. *Soil Bulletin*, 30, FAO, Roma, 1976.

² HUDSON, N. *Soil Conservation*. Ithaca, NY.: Cornell Univ. Press, 1977.

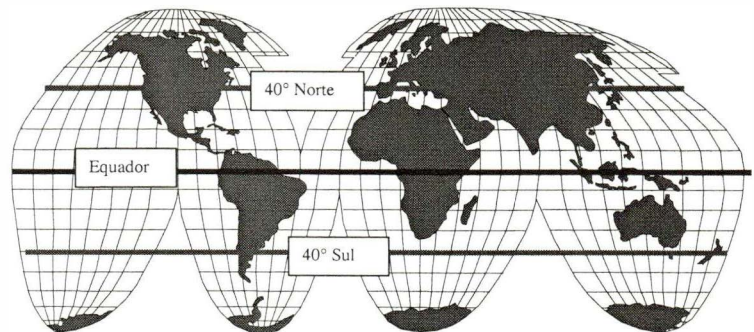


Figura 1

Áreas situadas a 40° Norte e 40° Sul do Equador particularmente susceptíveis à degradação ambiental quando a vegetação normal é removida.

Em escala mundial, os limites das áreas facilmente degradáveis, onde as chuvas têm ações destrutivas, estão situados entre 40° Norte e 40° Sul do Equador, região onde se localiza a maioria dos países pobres de nosso planeta. Exceções a esse comportamento em escala mundial, ocorrem nas regiões desérticas da África, na região central da Austrália e na região das florestas equatoriais da Ásia.

A maior parte do território brasileiro situa-se entre o Equador e a latitude de 40° Sul. Região altamente susceptível à degradação ambiental, quando a vegetação nativa é retirada e a superfície do solo fica desprotegida. No Rio Grande do Sul, na década de 40, a cobertura vegetal em florestas nativas atingia valores em torno de 46% e, segundo dados do inventário florestal realizado no Rio Grande do Sul, na década de 80, este percentual estava em torno de 5,62% (1.585.731 ha).³ No momento, novos dados sobre a cobertura florestal do território sul-rio-grandense estão sendo levantados.

Além da desagregação do solo pelo impacto das gotas de chuva e do transporte das partículas coloidais para a poluição dos mananciais, ocorre o fenômeno da formação de crostas superficiais. Esse processo tem relevância para os sistemas de produção agrícolas principalmente nas regiões referidas. A formação de crosta em solos expostos atribui-se a dois mecanismos: (i) desagregação física dos agregados do solo e sua compactação e (ii) a dispersão físico-química e movimento das argilas na região de 0,1 mm a 0,5 mm de profundidade, obstruindo a continuidade dos poros. Nessa fina camada, a espessura do solo formado é menor do que 2 a 3 mm, apresentando alta densidade, alta resistência e baixa condutividade hidráulica saturada. Como conseqüência, os solos com selamento apresentam baixa capacidade de infiltração de água e altos valores de escoamento superficial.⁴ Estudando a formação de crostas e perdas de solo, Levy e colaboradores comprovaram que ambas foram significativamente afetadas pela percentagem de sódio trocável e pela qualidade da água, sendo responsável por 70% da variação da capacidade de infiltração final da água no solo.⁵

Na década de setenta, trabalhos foram publicados no Rio Grande do Sul, avaliando a capacidade final de infiltração de água no solo em função do tempo de exploração no sistema de preparo convencional. Constatou-se que, em condições de mata nativa, a capacidade de infiltração de água no solo, na unidade de mapeamento Santo Ângelo, era de 180 mm/h e que, após 50 anos de cultivo trigo-soja, a capacidade de infiltração foi reduzida para 8 mm/h. Essa redução foi atribuída à degradação da estrutura do solo, principalmente pela sua excessiva mobilização, provocada pelo uso de equipamentos agrícolas que foram desenvolvidos para as regiões frias (América do Norte e Europa), e que foram sim-

³ BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. IBDF. *Inventário florestal nacional – florestas nativas*. RS. Brasília: IBDF, 1983.

⁴ AGASSI, M., CHAIMBERG I. & MORIN, J. Effect of electrolyte concentration and soil sodicity on infiltration rate and crust formation. *Soil Sci. Soc. of Am. J.*, 45:848-851, 1981.

⁵ LEVY, G. J., LEVIN, J. & SCHAINBERG, I. Seal formation and interrill soil erosion. *Soil Sci. Soc. of Am. J.*, 58:203-209, 1994.

plesmente importados e usados diretamente em regiões tropicais sem qualquer avaliação anterior.

Muitos poderiam pensar por que os solos utilizados para agricultura nos EUA não entraram em colapso se agricultores ainda usam o sistema tradicional de lavar e discar o solo. O fato é que existe uma grande diferença ambiental entre EUA e Brasil. A maior parte dos solos férteis dos Estados Unidos estão situados em regiões climáticas que têm pelo menos 6 meses de inverno, com temperaturas bem abaixo de 0°C. Durante esse tempo, o solo fica congelado e praticamente paralisa toda a atividade biológica (bactérias celulolíticas, proteolíticas e nitrificadoras), mantendo-se estável o conteúdo de matéria orgânica. Por outro lado, nas regiões tropicais, a velocidade das reações de transformação da matéria orgânica é muitas vezes maior do que nas regiões frias. Nas regiões tropicais, quando a vegetação nativa é removida, o conteúdo de matéria orgânica dos solos é reduzido drasticamente, ocorrendo a instabilidade da estrutura edáfica à ação da água e, como consequência, a redução do fluxo de água para dentro do solo. Esse é um dos principais problemas mundiais que tem provocado os desequilíbrios hidrológicos na natureza. Como consequência, destacam-se períodos de seca ou de excessos de água, aumentando o escoamento superficial, provocando, cada vez mais, catástrofes como enchentes e inundações.

Mais recentemente, no Rio Grande do Sul, com a adoção do sistema de plantio direto, ou plantio na palha, a perda de solos por erosão foi praticamente controlada. A manutenção da superfície do solo com cobertura foi tão importante no controle à erosão hídrica, que os agricultores passaram a retirar os terraços, sem problemas significativos de perdas de solo por erosão. Entretanto, em áreas com longas pendentes, a retirada dos terraços tem provocado um significativo aumento no fluxo de água sobre a superfície do solo, agravado ainda pelo fato de que, em muitas situações, não mais é observada a recomendação técnica conservacionista de realizar a semeadura em curva de nível. Esse procedimento foi rapidamente difundido e utilizado pelos agricultores devido à reduzida perda de solo por erosão e ao aumento da capacidade operativa das máquinas agrícolas. O tráfego de máquinas pesadas, na operação de colheita e de outras atividades de deslocamento sobre o solo, tem contribuído para a compactação do mesmo, reduzindo, assim, a taxa de infiltração e causando perdas de água por escoamento superficial. Embora esse fluxo de superfície não cause problemas graves no que se refere ao transporte de sedimentos, apresenta problemas potenciais de desequilíbrios ambientais, como:

- a) redução do tempo de concentração em bacias hidrográficas, provocando enchentes com alagamentos frequentes e com grandes amplitudes de vazões em cursos d'água;
- b) redução do volume de água armazenado no perfil do solo;
- c) redução na recarga dos aquíferos subterrâneos, fator importante para a manutenção da vazão em poços artesianos;
- d) transporte de herbicidas e defensivos agrícolas diretamente para os mananciais, contaminando a água que poderá ser captada a jusante para o abastecimento humano;
- e) perdas de adubos, principalmente nitrogênio e potássio; e
- f) possível disseminação de doenças fúngicas no fluxo de superfície para outras regiões agrícolas.

O fluxo de água no solo não é um parâmetro constante e sofre alterações profundas em função dos sistemas agrícolas utilizados. Fatores como cobertura do solo, sistema de cultivo, textura e estrutura do solo, camadas compactadas, crosta superficial, conteúdo de matéria orgânica, fauna do solo, salinidade e alcalinidade entre outros, interferem significativamente no sistema solo-água e na sustentabilidade e perenidade dos mananciais hídricos, condição básica para a sustentabilidade da agricultura irrigada.

Disponibilidade e escassez de água

Relatório da Organização das Nações Unidas (ONU) faz um alerta mundial: em 28 anos, a carência de água atingirá dois terços da população. Com base nas estimativas de aumento populacional, 8,3 bilhões de pessoas habitarão a Terra em 2025. Isto significa que, em torno de 5,5 bilhões de pessoas vão sofrer com a falta de água e deverão reduzir o consumo em 35%. Ou seja, a quantidade total de água na Terra é a mesma e a demanda de água no mundo dobra a cada 21 anos, tendo aumentado 10 vezes desde 1900.

Aproximadamente 97% do volume total da água existente no planeta está nos mares e os 3% restantes encontram-se na terra; destes, 77% nas calotas polares, principalmente na Groelândia e na Antártica e nos mares salinos situados nos continentes; 22% como água subterrânea e 1% em outras formas. Deste 1%, os lagos detêm 61%, a água atmosférica e o solo 39% e os rios menos de 4/10 dos 1%, salientando-se que é dos rios que se retira grande parte da água necessária para a irrigação.

Observando-se o quadro 1, nota-se que o volume total de água em rios é somente cerca de 1.230 km³, o que representa 1/10.000 de 1% da água da terra, portanto, grande atenção deve ser dispensada pelos órgãos governamentais para manter viva esta importante fonte de água para a irrigação.

Quadro 1

Distribuição do volume total de água existente na terra.

Fontes de água	Volume em Km ³	Porcentagem do total
Oceanos	1.299.700.000	97,24%
Gelo das calotas polares	28.700.000	2,14%
Água subterrânea	8.200.000	0,61%
Lagos (água doce)	123.000	0,009%
Mares continentais	102.500	0,008%
Água no solo	65.600	0,005%
Atmosfera	12.710	0,001%
Rios	1.230	0,0001%
TOTAL	1.336.905.040	100%

Fonte: NACE, U.S. GEOLOGICAL SURVEY, 1967.⁶

⁶ NACE, U. S. GEOLOGICAL SURVEY. Earth's water distribution, 1967. <http://www.ga.usgs.gov/edu/waterdistribution.html>

Uso da água na Terra

Após atender as necessidades de uso para os seres humanos, o uso mais importante da água é na agricultura, na produção de plantas. A agricultura extensiva não seria capaz de fornecer alimentos em quantidades suficientes para atender a demanda em todo o mundo se não fosse utilizada a irrigação.

Analisando o ciclo da água nos diferentes sistemas, constata-se que 90% da água utilizada no abastecimento doméstico ou na indústria retornam ao meio ambiente alimentando córregos e rios ou permanece no subsolo, podendo ser reutilizada para outros propósitos. Entretanto, da água utilizada na irrigação apenas 50% são reutilizados para outros fins. O restante é perdido por evaporação para a atmosfera ou na transpiração pelas plantas.

Dados sobre o consumo mundial de água indicam a seguinte situação: agricultura com 69%, indústria com 23% e uso doméstico com 8%. Nesse contexto, ganha importância a eficiência do uso da água em sistemas de irrigação para fins agrícolas.

Distribuição e demanda da água no Brasil

O Brasil é um país rico em água. Detém 8% do potencial de toda a água do mundo, com, no entanto, distribuição desigual. Da água potável brasileira, 81% está na Bacia Amazônica onde se concentram 5% da população e os 19% para o restante do país, onde se concentram 95% da população brasileira.

Embora o segmento de saneamento básico seja prioritário em termos de recursos hídricos, é necessário ampliar a oferta de água para aumentar a produção de alimentos, pelo acréscimo de produtividade das culturas irrigadas e para usos industriais. Segundo Maia Neto, o Brasil tem 60 milhões de hectares irrigáveis,

⁷ MAIA NETO R. M. Água para o desenvolvimento sustentável. A água revista. *Revista Técnica e Informativa da CPRM*, v. 9, p. 21-32, nov., 1997.

dos quais apenas 3 milhões são irrigados.⁷ As áreas privilegiadas em água, em geral oferecem poucos benefícios de desenvolvimento face à subutilização dos recursos hídricos; por outro lado, regiões desenvolvidas com escassez de água serão mais vulneráveis aos riscos de degradação e terão que enfrentar problemas sérios nesse milênio.

O Rio Grande do Sul é o Estado que apresenta a maior área irrigada do país. Essa condição deve-se principalmente à lavoura de arroz irrigado por inundação. Segundo dados do Instituto Rio-Grandense do Arroz, de 1993, em 43% das propriedades orizícolas o processo de distribuição de água é feito por gravidade e nos 57% restantes a captação depende de conjuntos moto-bombas (56% acionadas por motores diesel e 44% por motores elétricos). Atualmente, os grandes produtores de arroz do Estado estão transformando os sistemas de bombeamento, substituindo os motores diesel pelos motores elétricos.

O consumo médio de água pela lavoura arrozeira do Rio Grande do Sul é de 2 l.seg⁻¹.ha⁻¹ com uma eficiência de irrigação de 40 a 45% que, em condições adequadas de solo, relevo e manejo da água, pode atingir 60%. As perdas por infiltração lateral e percolação atingem valores entre 2 e 6 mm dia⁻¹ podendo chegar a valores de até 20 mm dia⁻¹ em condições desfavoráveis.⁸

De acordo com Cauduro,⁹ os valores aproximados do consumo de água em lavouras de arroz é de 11.513 m³ ha⁻¹, distribuídos em parcelas de consumo conforme quadro 2.

⁸ GOMES, A. da S. & PETRINI, J. A. Manejo da água em arroz irrigado. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ, XXII. *Anais*. EPAGRI-IRGA, Itajaí, SC. 1997. p.68-70.

⁹ CAUDURO F. A. *Apontamentos de irrigação*. Porto Alegre: IPH/UFRGS, 1996.

Quadro 2

Valores aproximados do consumo de água em lavouras de arroz.

Parcelas do consumo	Consumo (m ³ ha ⁻¹)	Consumo (%)
Saturação do perfil	900	8,0
Formação da lâmina	1.000	8,5
Evapotranspiração	5.550	48,0
Infiltração lateral	4.020	35,0
Percolação	43	0,5
Total	11.513	100

Analisando estes dados, pode-se deduzir que 48% da água utilizada para a irrigação do arroz são evapotranspirados, portanto, saem do sistema direto para a atmosfera, podendo não retornar ao ciclo hidrológico da bacia hidrográfica de onde foram retirados se o processo de condensação ou chuva ocorrer em outra região. Em anos normais, durante o período de verão, muitos rios da metade sul do Estado não têm vazão suficiente para atender a demanda das lavouras de arroz irrigado, iniciando os conflitos pelo uso da água.

Previsões sobre a área dedicada à produção de arroz no período de 1998/99 a 2004/05 indicam crescimento anual de 0,86%, o que determinaria um aumento anual na produção de grãos em 2,06%. Com o uso de novas tecnologias de produção, nos últimos anos, o consumo de água está diminuindo. Entretanto, segundo previsões realizadas pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a demanda por água vai aumentar significativamente num futuro bem próximo.¹⁰ Com base nos dados apresentados, constata-se que a orizicultura é responsável por um grande consumo de água, havendo necessidade de aumentar a eficiência de captação, condução, aplicação e uso da água de irrigação, bem como estabelecer políticas de uso dos recursos hídricos do Estado.

¹⁰ZAFFARONI, E. & TAVARES, V. E. O licenciamento ambiental dos produtores de arroz irrigado no Rio Grande do Sul, Brasil. *Agro-Verde*, Documento reproduzido do IICA, 2000. (www.iica.org.uy/p.2-8.htm).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), na Resolução de 001/86 de 23 de janeiro de 1986, estabelece a exigência de licenciamento ambiental para atividades modificadoras do meio ambiente, como canais e obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos com fins de irrigação. Através da Resolução n.º 237/97 de 19 de dezembro de 1997, atribui competência aos estados para avaliar os pedidos de licenciamento, que no caso do Rio Grande do Sul coube à Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM). Entretanto, as legislações e os órgãos de controle do meio ambiente pouco têm feito para aumentar a infiltração de água no solo e reduzir o escoamento superficial, fator indispensável para a perenidade dos rios. Somente a aplicação da Lei e as conseqüentes taxações de uso da água não serão suficientes para resolver o problema. Torna-se necessário ampliar a capacidade de armazenamento de água nos reservatórios e reduzir o escoamento superficial aumentando a capacidade de infiltração de água no solo. Com esse procedimento, indiretamente, será reduzido o pico de descarga (enchentes) em mananciais e serão estabilizadas as vazões básicas dos rios durante o período de estiagem, momento de maior demanda para irrigação. Os orizicultores que fazem investimentos visando aumentar o armazenamento de água em reservatórios não alimentados por sangas ou pequenos riachos, cujas bacias de captação estão dentro da propriedade, deveriam ficar isentos da taxação do uso da água, pelo fato de que a área de terra alagada não pode ser usada para agricultura, portanto, eles já estão pagando para armazenar água.

Manejo conservacionista de sistemas agrícolas

O desenvolvimento de atividades agrícolas de forma desordenada tem contribuído para o comprometimento dos recursos naturais e da qualidade ambiental. O conhecimento da taxa de infiltração básica em um solo é extremamente importante na definição de práticas de manejo que afetam o fluxo de água e, por conseqüência, interferem na estabilização das vazões em rios e na disponibilidade de água para a irrigação. O preparo do solo intensi-

¹¹ SANTOS, A. B.; SILVA, F. & FERREIRA, E. Avaliação de práticas culturais em um sistema agrícola irrigado por aspersão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 23, n. 3, p. 317-327, 1997.

¹² NISHIJIMA, T. & RIGHES, A. A. Escoamento superficial de água em cinco sistemas de manejo do solo com cultura de milho. *Revista do Centro de Ciências Rurais*, Santa Maria, 17(3):223-233, 1987.

vo pode provocar maiores distúrbios na estrutura, causando desagregação das camadas superficiais e compactação subsuperficial, o que facilita a erosão com perdas de solo e água.¹¹

Nishijima & Righes, estudando o escoamento superficial em cinco sistemas de preparo do solo com chuva natural, constataram que: (i) o plantio direto e o cultivo mínimo reduziram o escoamento superficial em 81% e 55% respectivamente, quando comparado ao sistema convencional; (ii) o uso do *mulching* vertical localizado em valas de 15 cm de largura por 45 cm de profundidade, situadas a cada 10 m no sentido perpendicular ao declive, no sistema convencional, reduziu em 50% o escoamento superficial, quando comparado com o sistema convencional sem *mulching*. Analisando as perdas de matéria orgânica nos sedimentos carreados em função de diferentes sistemas agrícolas, concluíram que a cobertura do solo e o uso do *mulching* vertical reduziram as perdas de matéria orgânica em 77% e 60% respectivamente em relação ao sistema convencional.¹² Atualmente, os mesmos pesquisadores juntamente com a EMBRAPA e a SEMEATO conduzem, na região de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, o projeto "Efeito do *Mulching* Vertical no Escoamento Superficial em Sistema de Plantio Direto". Dados preliminares indicam que o uso do *mulching* vertical (abertura de um corte vertical no solo com 7 cm de largura com aproximadamente 40 cm de profundidade preenchido com palha), espaçados de 10 m, perpendicular ao declive (figura 2), evitou o escoamento superficial de água durante 1,5 horas com simulação de uma precipitação com intensidade de 100 mm/h.

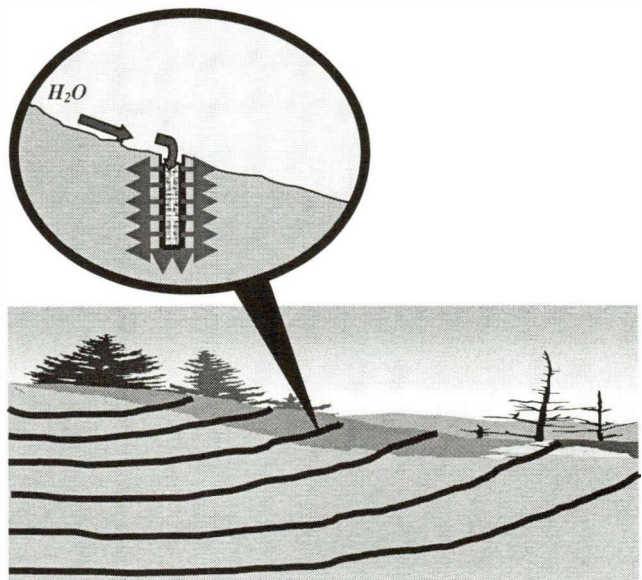


Figura 2

Mulching vertical acompanhando as curvas de nível do terreno.

O uso do *mulching* vertical poderá tornar-se uma eficiente alternativa para reduzir o escoamento superficial em lavouras de plantio direto que apresentam problemas de infiltração de água. Efeitos indiretos do uso dessa tecnologia também podem ser obtidos, entre eles: aplicação de matéria orgânica em profundidade; redução das perdas de resíduos culturais na enxurrada, principalmente nas lavouras de milho; ultrapassagem da camada de impedimento (pé de arado), colocando a água da enxurrada abaixo da camada que limita a infiltração; aumento da carga hidráulica da água nesse sulco aumentando o fluxo para dentro do solo; redução das perdas de nutrientes e do transporte de defensivos agrícolas para a contaminação dos mananciais; em solos ácidos, pode-se aplicar calcário em profundidade, contribuindo para o aumento da profundidade do sistema radicular.

O sistema de plantio direto é o mais popular sistema de cultivo conservacionista. Protege a superfície do solo do impacto direto das gotas de chuva, tendo demonstrado, dessa maneira, o caminho para a recuperação da estrutura do solo e para redução do escoamento superficial, diminuindo as fontes poluentes dos rios, como o nitrogênio, potássio e outros. Segundo Lombardi Neto *et al.*, a cobertura vegetal principalmente o *Mulch*, absorve toda a energia cinética da chuva, não restando energia residual para provocar a desagregação do solo.¹³ Entretanto, questões têm sido levantadas em relação às perdas de nitrogênio nesse sistema. Maior conteúdo de água no solo e redução do escoamento superficial são fatores potenciais para a lixiviação do NO₃ para camadas mais profundas no solo. Menelick *et al.*, estudando durante três anos a dosagem, época e fonte de N aplicado em milho não irrigado em sistemas de plantio direto e convencional, constataram que a produção e o N recuperado foram, respectivamente, 19% e 22% superiores no sistema de plantio direto, quando comparado com o convencional. Com adubação orgânica, o rendimento de grãos e a absorção de N foram maiores.¹⁴

Seta *et al.* avaliaram o efeito dos sistemas convencional, escarificação e plantio direto na qualidade da água do escoamento superficial. A taxa média do escoamento superficial, o volume, a concentração média de sedimentos e a perda total de solo foram significativamente menores no plantio direto do que no sistema escarificado e no convencional. As perdas totais de NO₃, NH₄⁺ e PO₄ e atrazine no escoamento superficial seguiram a seguinte ordem: sistema convencional maior do que no escarificado e do que no plantio direto. O somatório de todas as perdas de produtos químicos foi menor do que 3% da quantidade total aplicada.¹⁵

Apesar dos problemas de qualidade ambiental e da situação geográfica (entre Equador e 40° latitude Sul), o Brasil é um dos países que tem demonstrado avanços em termos de agricultura ecológica em grande escala. Pode-se citar o trabalho da EMBRAPA,

¹³ LOMBARDI NETO, F.; MARIA, I. C.; CASTRO, M.; DECHEN, S. C. F & VIEIRA, S. R. Efeito da quantidade de resíduos culturais de milho nas perdas de solo e água. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 12, n. 1, p. 71-75, 1988.

¹⁴ MENELICK, G., RENEAU, R. B & MARTENS, D. C. Corn yield and nitrogen uptake as influenced by tillage and applied nitrogen. *J. Plant. Nutr.*, New York, v. 17(6):911-913, 1994.

¹⁵ SETA, A. K., BLEVINS, R. R. L. FRYE, W. W. & BARFIELD, B. J., Reducing soil erosion and agricultural chemical losses with conservation tillage. *J. Environ. Qual.*, Amer. Soc. of Agron., 22(4):661-665, 1993.

no caso da fixação biológica de nitrogênio na soja, reduzindo a aplicação de adubos nitrogenados, que podem facilmente poluir as águas superficiais e subterrâneas; e os avanços tecnológicos da biotecnologia no desenvolvimento de cultivares mais adaptados às condições ecológicas dos solos das regiões tropicais.

Há necessidade de discussões e de redirecionamento da pesquisa agrícola para atingir a sustentabilidade dos sistemas agrícolas utilizados, principalmente através do uso de tecnologias que sejam econômica e socialmente integradas, que contribuam para o aumento da produtividade dos cultivos agrícolas, mas ao mesmo tempo, conservem a água no solo e não degradem a qualidade ambiental. A Constituição Federal e a do Estado do Rio Grande do Sul tratam a água como recurso que pertence à sociedade. A Lei Estadual n.º 10.350 de 30 de dezembro de 1994, tem sua concepção estruturada a partir da análise de diferentes modelos institucionais adotados em vários países e das experiências concretas dos Comitês de Bacias dos rios Gravataí e Sinos. A Lei estabelece ainda o regramento para importantes instrumentos do gerenciamento, como a outorga do uso da água, a cobrança pela utilização dos recursos hídricos e o rateio dos custos originados do conjunto de ações necessárias ao cumprimento dos objetivos propostos pelo Comitê de Bacia Hidrográfica. Existe, também, necessidade de conscientizar a população em geral de que a água é um bem esgotável, que precisa ser cuidado e preservado para continuar sendo promessa de vida para as gerações futuras.

Afranio Almir Righes é engenheiro agrônomo, doutor em Engenharia de Água e Solo e professor do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

DISPONIBILIDADE, EFICIÊNCIA E RACIONALIDADE NA UTILIZAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

*Genesio Mario da Rosa
Mirta Teresinha Petry
Reimar Carlesso*

A água existente na superfície terrestre é estimada em 1.400 milhões de quilômetros cúbicos, dos quais cerca de 97% são águas salgadas. Dos 3% restantes, em torno de $\frac{3}{4}$ correspondem à água congelada nos pólos e apenas uma pequena parcela está disponível para o consumo humano e de outras espécies animais e vegetais. A sua quantidade na natureza é invariavelmente a mesma, o que significa que os dinossauros já bebiam a mesma água atualmente usada para o consumo. Por sua vez, a distribuição de todas as formas de vida sobre a face da Terra é linearmente dependente do volume e distribuição dos recursos hídricos. E são justamente o seu excesso e, em especial, a sua escassez os principais fatores responsáveis pela falta de alimentos no mundo, gerando a fome e a degradação do solo pelo uso inadequado ou pela exploração de áreas impróprias ao cultivo. Assim, o manejo adequado da água assume papel fundamental para o incremento na produção de alimentos, além de contribuir para melhorar a eficiência do seu uso e direcioná-lo para sua maior prioridade: o interesse social.

Água, um recurso essencial

A água é um recurso natural essencial, seja como componente bioquímico dos seres vivos, como meio de vida de inúmeras espécies vegetais e animais ou como fator de produção de vários bens de consumo, tanto final como intermediário. Aceitase, atualmente, que as formas de vida vegetal e animal somente evoluíram sobre a face da Terra à medida que desenvolveram mecanismos de adaptação e sobrevivência fora do ambiente aquático, principalmente para minimizar as perdas de água. Em igual escala, a ascensão e queda de várias civilizações ocorreu em função de conflitos da exploração que estas fizeram dos recursos hídricos e do solo.

O corpo humano pode ser considerado como um exemplo de utilização da água, apresentando, em média, 60% de água em sua composição física. Alguns órgãos vitais como o sangue e o cérebro contêm até 80% de água. Além de ser fundamental no metabolismo, ela é essencial para o transporte de solutos orgânicos, à regulação térmica e à renovação de tecidos e líquidos como o sangue e os sucos gástricos. O homem pode resistir sem alimentos por um período de, aproximadamente, um mês, mas não pode prescindir da água por mais de quarenta e oito horas.

Nos vegetais, a água é constituinte vital das células e fundamental para o crescimento dos tecidos. De acordo com Taiz & Zeiger, de todos os recursos que a planta necessita para o seu desenvolvimento, a água é o fator mais importante e, ao mesmo tempo, o mais limitante para a produção.¹ Pois, tão tênue e delicado é o balanço entre o suprimento de água através das precipitações e as necessidades hídricas das culturas, que curtos períodos de deficiência hídrica podem reduzir significativamente a produtividade das culturas e períodos prolongados podem causar frustração total na produção das culturas.²

O ciclo da água na natureza é contínuo e sua quantidade é invariavelmente a mesma; o que muda de região para região é a intensidade dos processos físicos que governam o seu ciclo natural. Assim, a água que se encontra sobre a superfície do solo passa à atmosfera por meio da evaporação. O processo de evaporação da água de rios, de lagos, da superfície do solo ou da vegetação demanda um grande consumo de energia, a qual é fornecida principalmente pela radiação solar.³ Ao se elevar na atmosfera, o vapor de água encontra temperaturas sensivelmente mais baixas, perde calor e se condensa, retornando à superfície do solo na forma de gotas de chuva. Uma parte da água precipitada sobre a superfície terrestre é aproveitada pelos animais e vegetais; outra parte infiltra no solo, onde é armazenada ou perdida por percolação profunda, formando as águas subterrâneas.

¹ TAIZ, L. & ZEIGER, E. *Plant Physiology*. Redwood City, Califórnia: The Benjamim/Cummings Publishing Company, 1991.

² HILLEL, D. *Introduction to Soil Physics*. San Diego: Academic Press, 1982.

³ CARLESSO, R. & ZIMMERMANN, F. L. *Água no solo: parâmetros para dimensionamento de sistemas de irrigação*. Santa Maria: Imprensa Universitária, 2000.

Posteriormente, toda esta água retorna novamente à atmosfera, principalmente através da evaporação e transpiração das espécies vegetais.

Os vegetais funcionam como uma bomba hidráulica, regulando o fluxo de água e solutos ao longo do sistema solo-planta-atmosfera. De fato, a água extraída pelo sistema radicular das plantas é transpirada pelas folhas em proporção à demanda evaporativa da atmosfera.⁴ As interações entre esses três componentes são recíprocas, o que torna o sistema dinâmico e fortemente interligado, de tal forma que a condição hídrica da cultura dependerá sempre da combinação dos fatores inerentes aos três segmentos.⁵

O processo que envolve as perdas de água via transpiração das plantas e evaporação da superfície do solo depende das propriedades da planta, do solo e das condições meteorológicas. As condições atmosféricas determinam a demanda evapotranspiratória, isto é, a quantidade de água que deve ser extraída pelas plantas para manter a turgidez. A profundidade e densidade do sistema radicular, o ajustamento fisiológico das plantas submetidas a déficit hídrico, assim como as propriedades hidráulicas do solo em diferentes condições de umidade determinam a taxa atual de água que deve ser absorvida pelas plantas em resposta à demanda evaporativa da atmosfera.⁶ A demanda evaporativa da atmosfera é o fator que desencadeia o fluxo de água no sistema solo-planta-atmosfera, determinando a quantidade de água que as plantas necessitam absorver para realizar os processos fisiológicos ligados à germinação, crescimento, desenvolvimento e produção de grãos. Notadamente, a quantidade de água necessária para os cultivos depende da espécie vegetal, época de cultivo e região de ocorrência.

A capacidade de armazenamento de água no solo depende de sua textura, estrutura, distribuição e diâmetro médio dos poros. Assim, a retenção e armazenamento de água no solo resulta das forças atrativas que se estabelecem entre as fases líquida e sólida do solo, as quais possibilitam a retenção de água contra as forças da gravidade, evaporação, absorção pelas raízes e adsorção pelos colóides.⁷ O tipo de solo e a qualidade das partículas de argila são responsáveis pela maior capacidade de retenção de água em solos argilosos, em comparação com solos arenosos.⁸ Entretanto, uma maior capacidade de armazenamento pode não representar maior disponibilidade de água às plantas, em função da restrição ao desenvolvimento radicular e da redução abrupta na disponibilidade de água em situação de déficit hídrico.⁹

Em condições naturais de ecossistemas cultivados, o suprimento adequado de água às plantas depende da distribuição e quantidade das precipitações pluviárias. Matzenauer & Fontana relacionaram o rendimento de grãos com a distribuição das preci-

⁴ RITCHIE, J. T. Water dynamics in the soil-plant-atmosphere system. *Plant and Soil*, Dordrecht, v. 58, p. 81-96, 1981a.

⁵ BERGAMASCHI, H., BERLATO, M., MATZENAUER, R. et al. *Agrometeorologia aplicada à irrigação*. Porto Alegre: UFRGS, 1992, p. 25-32.

⁶ HILLEL, D. Op. cit. AHUJA, L. R. & NIELSEN, D. R. Field soil-water relations. In: STEWART, B. A. & NIELSEN, D. R.; *Irrigation of agricultural crops*. Madison: American Society of Agronomy, p. 143-189, 1990.

⁷ REICHARDT, K. *A água em sistemas agrícolas*. São Paulo: Manole, 1990. LIBARDI, P. L. *Dinâmica da água no solo*. Piracicaba, 1985.

⁸ KIEHL, E. J. *Manual de Edafologia*. São Paulo: Ceres, 1979.

DA SILVA, A. P. & KAY, B. D. The sensitivity of shoot growth of corn to the least limiting water range of soils. *Plant and Soil*, Dordrecht, v. 184, p. 323-329, 1996. SANTOS, R. F. & CARLESSO, R. Enrolamento e expansão das folhas de milho submetidas a déficit hídrico em diferentes solos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 3, n. 1, p. 1-6, 1999.

⁹ SANTOS, R. F. & CARLESSO, R. Op. cit.

pições pluviais em diferentes estádios da cultura do milho, para as condições da Depressão Central do Rio Grande do Sul. O período em que as variáveis apresentaram melhor ajuste foi do início do pendoamento até 30 dias após o final do espigamento. Essa análise indica que o rendimento de grãos da cultura é linearmente dependente da quantidade de água disponível e que a distribuição da precipitação pluvial é mais importante que o total precipitado durante o ciclo de desenvolvimento.¹⁰

A análise da evolução da área plantada com soja no Rio Grande do Sul revela que houve um grande incremento na área colhida e no rendimento de grãos desta cultura, no período compreendido entre 1969/1977. O aumento no rendimento de grãos pode ser atribuído ao uso de cultivares mais produtivas, fertilizantes e corretivos de solo mas, principalmente, porque esta época coincidiu com uma série de anos com precipitações favoráveis durante a estação de crescimento.¹¹ Estudos mais recentes revelam que a magnitude das perdas no rendimento potencial da soja pode chegar a 30% no nordeste e 55% no sudoeste do Estado, independente do ciclo da cultivar e da época de semeadura. Tais estudos comprovam a importância do incremento da irrigação nos fatores de produção, com o objetivo principal de aumentar a produção de alimentos.¹²

Na figura 1 é apresentada uma análise comparativa da evolução da população mundial e das áreas irrigadas. Observa-se que a relação *per capita* tem-se mantido constante em 0,045 ha pessoa⁻¹, desde a década de 1960. A área irrigada em todo mundo até 1996 era da ordem de 263 milhões de hectares.¹³ Aproximadamente 15% da área cultivada em todo mundo é irrigada, contribuindo com 36% da produção.¹⁴ Segundo estimativas da FAO, do incremento esperado na produção de alimentos nas próximas décadas, nos países em desenvolvimento, aproximadamente 66% (2/3) são oriundos do aumento na produtividade, destacando a irrigação como fator mais importante,¹⁵ 20% (1/5) desse incremento viriam da expansão de fronteiras agrícolas e apenas 15% (1/8) seriam oriundos de um aumento na intensidade de cultivo.

Segundo Howell a irrigação será um elemento de fundamental importância para prover a produção de alimentos e fibras em escala suficiente para uma população mundial que cresce continuamente.¹⁶ Estima-se que a população mundial deva ser da ordem de 12 bilhões em 2050, o que significa um incremento anual de 80 a 85 milhões de pessoas aos atuais 7 bilhões registrados. É importante ressaltar que o maior crescimento demográfico é registrado nos países em desenvolvimento, a exemplo daqueles situados na América do Sul e Central, África e Ásia. Este crescimento demográfico demandará um incremento no consumo de produtos e serviços, além de aumentar a pressão de consumo sobre os recursos naturais solo, água e suprimento energético.

¹⁰MATZENAUER, R., FONTANA, D. C. Relação entre o rendimento de grãos e altura de chuva em diferentes períodos de desenvolvimento do milho. *CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, Coleção de Trabalhos...* Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, Belém, p. 3-6, 1987.

¹¹BERLATO, M. A. As condições de precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul e os impactos das estiagens na produção agrícola In: BERGAMASCHI *et al*: *Agrometeorologia aplicada à irrigação*. Porto Alegre: UFRGS, p. 11-24, 1992.

¹²CUNHA, R. G., HAAS, J. C., DALMAGO, G. A., PASINATO, A. Perda de rendimento potencial em soja no Rio Grande do Sul por deficiência hídrica. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 111-119, 1998.

¹³FAO. *FAOSTAT statistical database*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1999.

¹⁴FAO. *World agriculture toward 2000: an FAO study*. London: Belhaven Press, 1988.

¹⁵RHOADES, J. D. Sustainability of irrigation: an overview of salinity problems and control strategies. CRWA 1997 ANNUAL CONFERENCE. "Footprints of Humanity: Reflections of Fifty Years of Water Resource Developments". Lethbridge, Alberta, Canada, 1997, p. 1-42.

¹⁶HOWELL, T. A. Irrigation role in enhancing water use efficiency. NATIONAL IRRIGATION SYMPOSIUM. American Society of Agricultural Engineers, Phoenix, Arizona, 2000, p. 66-80.

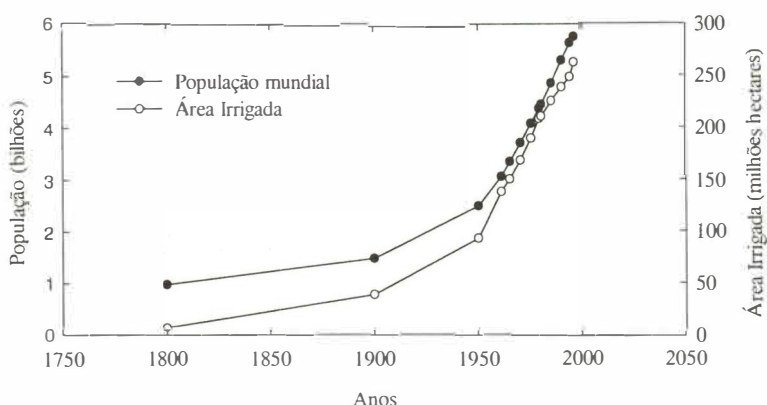


Figura 1

Evolução mundial da área irrigada e da população.

A irrigação e a eficiência de uso da água

Na ausência da irrigação, os componentes principais do balanço hídrico são a precipitação (positivo, porque representa a entrada) e a evapotranspiração (negativo, porque indica as saídas do sistema). Assim, o aspecto mais importante no manejo de uma área agrícola é a associação da época de plantio com o período de maior disponibilidade hídrica às plantas.¹⁷ A precipitação anual no Rio Grande do Sul, na média de 30 anos, é da ordem de 1.540 mm, variando de 1.235 mm em Santa Vitória do Palmar até 2.162 mm em São Francisco de Paula.¹⁸ Isto demonstra que a precipitação pluvial é maior na região Norte do Estado, com totais anuais superiores a 1.500 mm, enquanto a metade Sul apresenta precipitações inferiores a 1.500 mm anuais.

A análise da precipitação anual no Rio Grande do Sul, apresentada na figura 2, indica que a frequência de anos considerados secos está na ordem de 14%, enquanto que os anos chuvosos têm uma probabilidade de ocorrência de 10%. Entretanto, de acordo com as séries históricas disponíveis de observações meteorológicas, em regiões como a Campanha e a Fronteira Sudoeste, a frequência média de anos secos atinge 20%.¹⁹ Esses dados indicam que, a cada quatro safras normais na primavera-verão ocorre uma frustração de safra devido à deficiência hídrica. Considerando que a demanda evaporativa da atmosfera é muito alta nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro (figura 2), determinada principalmente pela elevada disponibilidade de radiação solar e temperatura do ar, a chuva normal é, em geral, insuficiente para atender as necessidades hídricas das culturas.

¹⁷CARLESSO, R. Disponibilidade de água em solos arenosos. In: FRIES, M. R. *Plantio direto em solos arenosos: alternativas de manejo para a sustentabilidade agropecuária*. Santa Maria: Pallotti, 1998, p. 21-47.

¹⁸BERLATO, M. A. Op. cit.

¹⁹BERLATO, M. A. Op. cit.

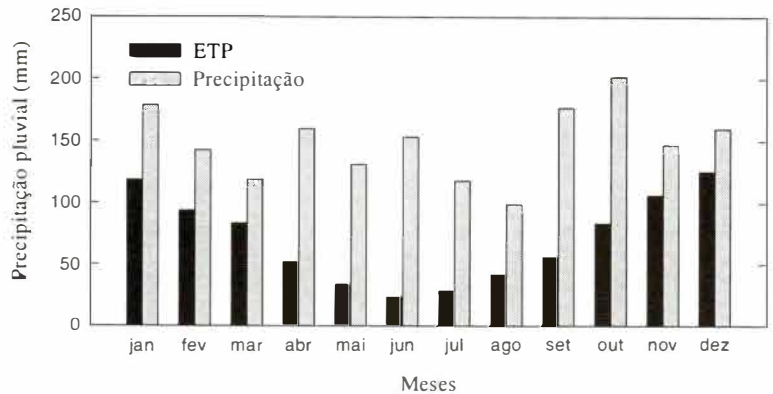


Figura 2

Valores médios mensais da evapotranspiração potencial (Penman) e precipitação pluvial para a região de Cruz Alta, RS, para o período 1988-1998.

Apesar das precipitações pluviais do Estado serem bem distribuídas nas quatro estações do ano (verão=24%, outono=25%, inverno=25% e primavera=26%), a alta demanda evaporativa da atmosfera nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, determinada especialmente pela maior intensidade da radiação solar e por temperaturas do ar mais elevadas, faz com que a precipitação pluvial normal no verão seja, em geral, insuficiente para atender as necessidades hídricas das culturas desta estação. Conforme se demonstra na figura 2, embora o montante das precipitações pluviais, nesse período, seja maior que a demanda evaporativa da atmosfera (ETP), estas são mal distribuídas e normalmente de alta intensidade, em curtos períodos de tempo, resultando em grandes perdas de água devido ao escoamento superficial.

Para minimizar os impactos dos períodos de deficiência hídrica na produção agrícola, pode-se proceder de duas maneiras: a primeira consiste no planejamento da agricultura não irrigada, orientando a época de semeadura conforme o regime pluviométrico de cada região. A segunda e mais eficiente é a incorporação da irrigação suplementar, baseada fundamentalmente no requerimento de água pelas culturas.²⁰ Na atualidade, existe um crescente interesse no controle da irrigação com base em dados climatológicos, pois esses são os principais responsáveis pelas oscilações e frustrações de safras agrícolas no Brasil. Assim, a decisão de quanto e quando irrigar está fundamentada na capacidade de armazenamento de água no solo, no tipo e estágio de desenvolvimento da cultura e nas perdas de água por evapotranspiração.²¹

Os dados da figura 3 indicam que enquanto a área irrigada manteve-se mais ou menos constante nas últimas quatro décadas, a lâmina de água aplicada decresceu de 650 em 1970 para 550

²⁰CARLESSO, R. Op. Cit.

²¹CARLESSO, R., PEITER, M. X., CHRISTOFARI, C. P., WOLSCHICK, D. & PETRY, M. T. Manejo da irrigação do milho a partir da evapotranspiração máxima da cultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola* (no prelo).

²²JENSEN, M. E., RANGELEY, W. R. & DIELEMAN, P. J. Irrigation trends in world agriculture. In: STEWART, B. A. & NIELSEN, D. R. *Irrigation of agricultural crops*. Madison: American Society of Agronomy, 1990. p. 31-67.

mm em 2000. Possivelmente isso esteja relacionado ao avanço no manejo dos sistemas de irrigação, refletindo-se em uma maior eficiência no uso dos recursos hídricos, do solo e da energia.²²

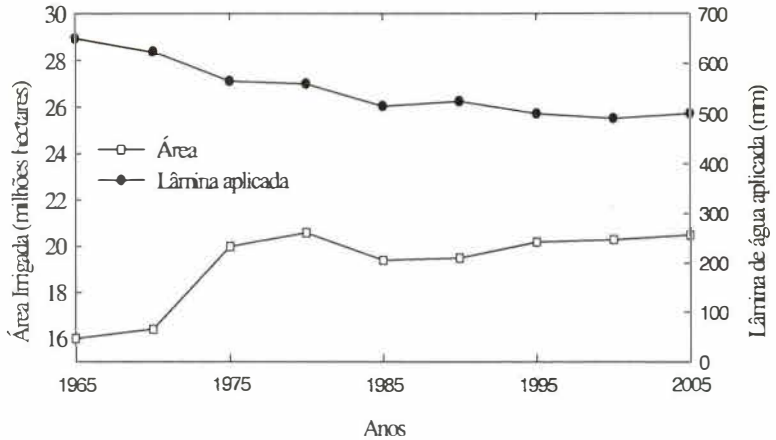


Figura 3
Relação entre área irrigada e lâmina de irrigação aplicada nos Estados Unidos da América desde 1960.

A eficiência de uso da água (EUA) é a razão entre a produção de massa seca por unidade de água consumida, servindo o genótipo da planta e a disponibilidade de radiação solar como fatores fundamentais para maximizar esta relação. Entretanto, a disponibilidade de água é o fator que, isoladamente, mais limita a produção. Wallace & Batchelor oferecem quatro importantes contribuições para melhorar a agricultura irrigada e não irrigada nos EUA: (i) *agronômica*: através do manejo da cultura visando melhor utilização da água das precipitações pluviais e redução das perdas por evaporação com a utilização de práticas conservacionistas (resíduo de culturas, plantio direto, espaçamento e população de plantas, etc); (ii) *distribuição da água*: maior uniformidade de aplicação e distribuição de água pelos sistemas de irrigação; (iii) manejo da irrigação com base na demanda de água pelas culturas e no balanço hídrico, e (iv) *institucionais*: incentivos governamentais ao uso da irrigação; difusão de tecnologias de utilização e manejo de sistemas irrigados.²³

²³WALLACE, J. S. & BATCHELOR, C. H. Managing water resources for crop production. *Phil. Trans. Roy. Soc.*, London, v. 352, p. 937-947. 1997.

Pelo exposto pode-se inferir que a agricultura irrigada é um componente vital para aumentar a quantidade e a qualidade de alimentos e fibras produzidas para o consumo humano. O avanço nas áreas irrigadas tem contribuído enormemente nas discussões acerca da melhor eficiência no uso da água, tanto sob o ponto de vista agrônomo e da engenharia, como da preservação e conservação da água. E a melhor contribuição da irrigação na eficiência do seu uso é o aumento da produção por unidade de água

consumida, além de redirecionar a água para a sua maior prioridade, ou seja, o aspecto social, aqui contemplado na maior produção de alimentos.

A água e a produção agrícola

A produção agrícola depende de inúmeros fatores climáticos, a exemplo da temperatura e umidade do ar, que na maioria não são passíveis de controle. Dentre os fatores climáticos, um dos que mais limita a produção agrícola é a distribuição das precipitações pluviais. Segundo Lewes, a água, como elemento essencial à vida, é abundante sobre o globo terrestre porém, não sempre está disponível quando e onde é necessária.²⁴ Assim, a irrigação através da utilização da água de mananciais, represas e outras formas de captação se faz necessária para tornar a produção agrícola menos dependente das distribuições desuniformes das precipitações pluviais.

O uso da irrigação, como técnica de cultivo, ao contrário do que possa parecer, não é recente. Liebmann referido por Moraes *et al.* afirma que os primeiros documentos escritos da humanidade, obra dos Sumérios que os tornaram conhecidos por volta do ano 4000 a.C., continham instruções sobre a irrigação de áreas agrícolas em forma de terraços.²⁵ Como nas modernas regiões industrializadas, também nas civilizações antigas a preocupação com a água foi, desde os tempos primórdios, um fator econômico predominante. As primeiras leis da humanidade, fixadas por escrito, são códigos que regulam o uso da água. Para Daker, a origem da irrigação data de tempos remotos e sua história confunde-se, na maioria das vezes, com a história do desenvolvimento agrícola e da prosperidade econômica de um povo.²⁶

No Brasil, a agricultura começou a modernizar-se após a 2ª Guerra Mundial com a introdução da mecanização agrícola e uso de elementos químicos (fertilizantes, defensivos, etc.). Autores como Kageyama *et al.* definem modernização para designar o processo de transformação na base técnica da produção agropecuária no pós-guerra, a partir das importações de tratores e fertilizantes, com o objetivo de aumentar a produtividade.²⁷

Em tempos de economia globalizada, o uso de ferramentas que tornem a empresa rural competitiva é, antes de mais nada, uma necessidade. Dentre as ferramentas que estão à disposição dos empresários rurais, está a irrigação, tecnologia que possibilita a verticalização da produtividade, propiciando maior renda aos produtores, através da introdução de culturas de maior valor agregado.²⁸

Do ponto de vista técnico, a irrigação é uma atividade que tem por finalidade o suprimento de água às áreas agrícolas, o que pode ser feito por diferentes métodos de irrigação.²⁹ De acordo com Lewes, embora a água seja um elemento abundante, não

²⁴ LEWES, A. *Água para o mundo*. Rio de Janeiro: Record, 1965.

²⁵ MORAES, J. R. *et alii*. *Estudo da viabilidade da introdução da tecnologia de irrigação, no Rio Grande do Sul, para as culturas de soja, milho e feijão, e proposição de uma linha de crédito diferenciado de custeio*. Porto Alegre: FEE, 1980.

²⁶ DAKER, A. *A água na agricultura*. Rio de Janeiro: USAID (Programa de Publicações Didáticas: Irrigação e Drenagem. 3), 1970. 438p.

²⁷ KAGEYAMA, A. *et alii*. *O Novo Padrão Agrícola Brasileiro: do Complexo Rural ao Complexo Agroindustrial*. Campinas: Convênio IPEA/UNICAMP, 1987.

²⁸ COSTA, F. A. & CAVALCANTI, J. E. A. Perímetro irrigado como fator de desenvolvimento regional. *Revista de Economia Rural*, DER/UFV, Viçosa, n. 2, p. 15-21, 1988.

²⁹ COTRIM, C. E. *et al.* Desempenho de um sistema de irrigação do tipo pivô central de baixa pressão. *Irrigação e tecnologia moderna - ITEM*, Brasília, n. 33, p. 21-27, 1988.

- ³⁰ LEWES, A. Op. cit.
- ³¹ VÉLES, E. P. & GARZA, A. M. *Respuesta de los cultivos a diferentes niveles de humedad del suelo* – Um enfoque metodológico de investigación. Chapingo: Secretaria da Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1978. 149 p.
- ³² JENSEN, M. E. *Design and operation of farm irrigation systems*. St. Joseph (MI): ASAE, 1981.
- ³³ VIETS, G. G. Fertilizers and efficient use of water. *Advances in Agronomy*, v. 14, p. 223-264-1072, 1962.
- ³⁴ HOWELL, T. A. & HILLER, E. A. Optimization of Water Use Efficiency under High Frequency Irrigation – I. Evapotranspiration and Yield Relationship. *Transactions of ASAE*, v. 18. n. 5, p. 879-887, 1975.
- ³⁵ VÉLES, E. P. & GARZA, A. M. Op. cit.
- ³⁶ HOFFMAN, J. G. *et al. Management of Farm Irrigation Systems*. St. Joseph, USA: Technical Publications, 1990.
- ³⁷ IRGA. Arroz irrigado: recomendações técnicas de pesquisa para o sul do Brasil. REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, XXII, Itajaí, SC. 1997.
- ³⁸ CARLESSO, R., ROSA, G. M., PETRY, M. T. & ZIMMERMANN, F. L. Irrigação da cultura do milho visando a produção de grãos e silagem de qualidade. In: RESTLE, J. *Eficiência na produção de bovinos de corte*. Santa Maria, 2000. p. 147-184.
- ³⁹ ROSA, G. M. *Viabilidade econômica da implantação de sistemas de irrigação no Planalto Médio do Rio Grande do Sul*. Santa Maria, RS. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Maria, 2000. (Dissertação de Mestrado).

apresenta distribuição uniforme. Desta forma, cultivar o solo com garantia de colheita passa pela necessidade de controlar o uso da água no meio rural. O primeiro passo é conhecer o ciclo da água que, para o autor, é um circuito fechado.³⁰ O seu conhecimento é essencial para evitar desperdícios durante a condução e aplicação. Isso torna-se evidente quando a média de eficiência total do uso da água, no México, é da ordem de 40%, provocado pela condução e aplicação ineficientes da água na áreas irrigadas.³¹

Jensen conceitua como perda de água de irrigação a diferença entre a água aplicada na irrigação e/ou precipitação e a água evapotranspirada pela cultura durante um determinado período.³² Entretanto, Viets sugere a razão entre a produção final e a evapotranspiração da cultura ao longo do seu ciclo de desenvolvimento para avaliar a eficiência do uso da água.³³ Este parâmetro é também utilizado por Howell & Hiller que sugerem a otimização do sistema através da maximização da eficiência do uso da água ao longo do ciclo de desenvolvimento de uma cultura.³⁴ Véles & Garza afirmam que existe grande potencial para o aumento da produtividade, melhorando o controle de distribuição da água no solo e pelo aumento nas áreas irrigadas, devido ao menor desperdício de água durante a condução e aplicação.³⁵

Muitos países utilizam a irrigação, entre eles, o Egito com 100% da agricultura irrigada, o Japão com aproximadamente 63% e a China com 48%.³⁶ No Brasil, o uso da irrigação na produção de grãos ainda é reduzido. A cultura do arroz tem especial atenção, principalmente no Rio Grande do Sul, com um total de 970.000 hectares irrigados por inundações.³⁷

Nos últimos anos tem sido observado um significativo aumento na área irrigada por aspersão no Rio Grande do Sul. Estima-se que, atualmente, a área irrigada pelo sistema pivô central seja superior a 18.000 hectares, distribuídos em aproximadamente 250 equipamentos nas diferentes regiões do Estado.³⁸ A irrigação é uma tecnologia que possibilita maior agregação de valor ao produto gerado, proporcionando maior renda aos produtores,³⁹ e o interesse pela sua adoção, no Brasil, emerge nas mais variadas condições de clima, solo, culturas e situação sócio-econômica do produtor.

A implantação de um sistema de irrigação por aspersão, de maneira geral, e o sistema pivô central em particular, apresenta inúmeras vantagens em relação a outros sistemas, como as seguintes: (i) dispensa a sistematização da superfície do solo; (ii) permite a aplicação de agroquímicos, principalmente fertilizantes e defensivos agrícolas em qualquer fase de desenvolvimento das culturas; (iii) possibilita a operação em períodos noturnos; (iv) adapta-se a todos os tipos de solo e de culturas; (v) apresenta simples e rápida implantação do projeto e (vi) possibilita um fácil controle da quantidade de água aplicada em cada irrigação.⁴⁰

Resposta das culturas à irrigação

A resposta das culturas em relação à água aplicada depende de diversos fatores, entre eles pode-se citar quantidade e frequência de irrigação, método de aplicação de água, condições de clima, estágio de desenvolvimento e manejo das culturas. Existem vários trabalhos relacionando a resposta das culturas ao decréscimo de umidade ou à quantidade de água no solo.⁴¹ Quanto aos efeitos da lâmina de irrigação sobre a produção, considerando os aspectos econômicos, destacam-se, dentre outros, os trabalhos realizados por Frizzone, Aguiar e Peiter.⁴²

Quando uma pequena quantidade de água é aplicada, esta é quase totalmente utilizada pela cultura e, para maiores quantidades, os acréscimos na produção são progressivamente menores, indicando redução na eficiência de uso de água próximo à condição de máxima produção.⁴³ A água aplicada, além do ponto de produção máxima, provoca redução da produção em consequência da diminuição da aeração do solo, da lixiviação de nutrientes e, provavelmente, do desenvolvimento de doenças associadas ao excesso de umidade.⁴⁴

A redução no rendimento das culturas, ocasionada por deficiência hídrica ou o aumento de rendimento proporcionado pela utilização da irrigação, são questões que afetam diretamente o retorno econômico de uma cultura. Assim, as variações econômicas de uma cultura estão ligadas à intensidade do déficit, da duração, da época de ocorrência e da interação com outros fatores determinantes da expressão do rendimento final. O conhecimento dos períodos críticos de desenvolvimento das culturas, bem como as suas respostas às disponibilidades hídricas no solo, possibilitam a adoção de práticas que visam à otimização do uso da água na agricultura.

Necessidade de irrigação na região do planalto sul-rio-grandense

Trabalho desenvolvido para as culturas do milho, feijão safrinha, feijão safra e soja, a partir de dados de clima coletados na região de Cruz Alta, Rio Grande do Sul, encontrou o número médio de irrigações e as lâminas necessárias para essas culturas. Consideraram-se diferentes épocas de semeadura, dentro dos períodos recomendados pela pesquisa, para as culturas citadas, para o período de 1988 à 1998.⁴⁵

O número de irrigações aplicadas na cultura do milho + feijão safrinha (média de dez anos), para quatro épocas de semeadura (segunda quinzena de agosto à primeira quinzena de outubro) para a região de Cruz Alta, é apresentado na figura 4. Observou-se que, em todos os anos, foi necessário o uso da irrigação. Na safra 1995/96 houve maior necessidade, causada pela forte ex-

⁴⁰ AZEVEDO, J. A. de *Aspectos sobre o manejo da irrigação por aspersão para o cerrado*. Brasília: EMBRAPA-DID, 1983. 53p.

⁴¹ STEWART, J. I. & HAGAN, R. N. Functions to predict effects of crop water deficits. *Journal of Irrigation and Drainage Division ASCE*, New York, v. 44, p. 412-39, 1973.

MARTIN, D. L.; WATTS, D. G. & GILLEY, J. R. Model and production function for irrigation management. *Journal of Irrigation and Drainage Division ASCE*, New York, v. 112, p. 149-164, 1984.

ENGLISH, M. J.; JAMES, L. & CHEN, C. Deficit irrigation. II: Observations in Colombia Basin. *Journal of Irrigation and Drainage Division ASCE*, New York, v. 3, p. 413-26, 1990.

CARLESSO, R. Absorção da água pelas plantas: água disponível versus extraível e a produtividade das culturas. *Ciência Rural*, v. 25, n.1, p. 183-188, 1995.

CARLESSO, R., et al. Op. cit. (no prelo).

⁴² FRIZZONE, J. A. *Função de resposta do feijoeiro (Phaseolus vulgaris, L.) ao uso de nitrogênio e lâminas de irrigação*. Piracicaba. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, 1986. (Tese de Doutorado).

AGUIAR, J. V. Produção de caupi irrigado em Bragança, Pará. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, 30(3):239-52, jul/set, 1992.

PEITER, M. X. *Estudo do manejo da irrigação via modelo de simulação*. São Carlos. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1998. (Tese de Doutorado).

⁴³ PAZ, V. P. S. *Condições ótimas de operação de sistemas de irrigação por aspersão*. Piracicaba. Escola Superior

de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, 1995. (Tese de Doutorado).

CARLESSO, R., PEITER, M. X., PETRY, M. T. & WOLSCHICK, D. Resposta do sorgo granífero a déficits hídricos aplicados durante o ciclo de desenvolvimento da cultura. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 27, n. 2, p. 211-215, 1997.

⁴⁴ STEGMAN, E. C.; MUSICK, J. T. & STEWART, J. I. Irrigation water management. In: JENSEN, M. E. *Design and operation of farm irrigation systems*. St. Joseph, USA: ASAE, 1980.

⁴⁵ ROSA, G. M. Op. cit.

pressão do fenômeno Lã Nina. Nesse ano, o número médio de irrigações no cultivo do milho + feijão safrinha, aplicadas nas quatro épocas de semeadura, foi de 55 irrigações. O ano de 1997 (safra 97/98) foi o que apresentou a menor necessidade de aplicação de irrigação.

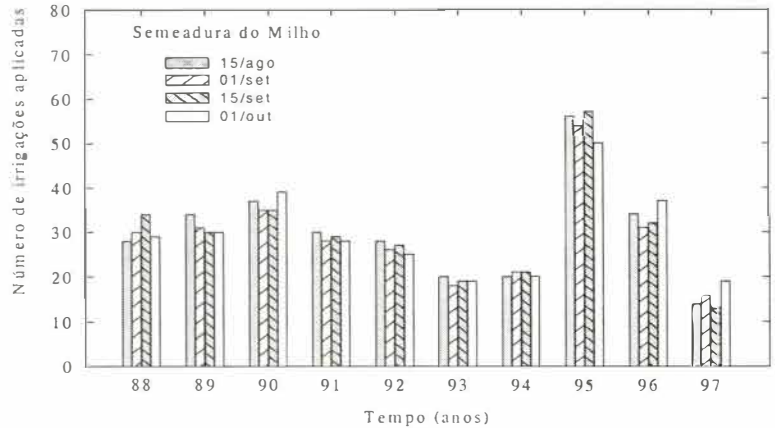


Figura 4

Número de irrigações aplicadas nas culturas do milho + feijão safrinha, no período preferencial de cultivo, média de dez anos, para a região de Cruz Alta, RS. Fonte: CARLESSO *et al.*, 2000.

O número de irrigações aplicadas, média de dez anos, na cultura da soja, considerando quatro épocas de semeadura (primeira quinzena de outubro a segunda quinzena de novembro) pode ser visualizado na figura 5. Observou-se maior número de irrigações (76) no ano de 1990 (safra 90/91) e menor número de irrigações (22), para semeadura da soja realizada na segunda quinzena de novembro, no ano de 1991 (safra 91/92), e um número médio de 47 irrigações para a cultura da soja, na média de dez anos.

O feijão cultivado na safra apresentou menor número de irrigações quando comparado com milho e soja, em média, 17 irrigações dentro do período recomendado para cultivo (média de dez anos). A cultura do milho necessitou maior número de irrigações, quando a semeadura foi atrasada da segunda quinzena de agosto para a primeira quinzena de outubro, reduzindo o número de irrigações a partir deste ponto. O retardamento da semeadura do milho entre a segunda quinzena de agosto e a primeira quinzena de outubro ocasionou aumento no número de irrigações. Comparando-se o número de irrigações aplicadas no cultivo do milho com o número de irrigações aplicadas no cultivo duplo do milho + feijão safrinha, observou-se um aumento médio de 4,9 irrigações entre um cultivo simples de milho e o milho + feijão safrinha. Isso demonstra que o cultivo duplo do milho + feijão na

safrá é uma alternativa técnica e economicamente viável em relação aos cultivos isolados de milho, feijão e soja. A soja apresentou maior número médio de irrigações (43) em comparação com o cultivo do milho, feijão e milho + feijão. Observou-se ainda redução no número de irrigações com o atraso na época de semeadura da soja, primeira quinzena de outubro a segunda quinzena de novembro.

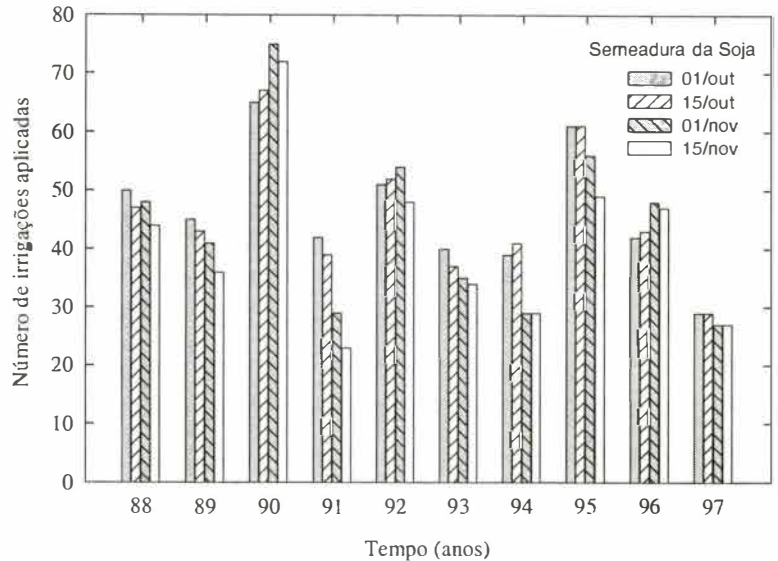


Figura 5

Número de irrigações aplicadas na cultura da soja no período preferencial de cultivo, média de dez anos, para a região de Cruz Alta, RS. Fonte: CARLESSO *et al.*, 2000.

Lâmina média de irrigação aplicada nas culturas

Um dos principais motivos das frustrações de safrá é a deficiência hídrica causada por precipitações pluviárias insuficientes ou mal distribuídas durante o ciclo das culturas. Uma das alternativas disponíveis e economicamente viável para eliminar essa situação é o uso da irrigação.

Para o manejo racional da irrigação, o dimensionamento do sistema de irrigação deve ser elaborado com o conhecimento prévio das seguintes variáveis: (i) caracterização física do solo com avaliação da capacidade de infiltração de água, densidade, capacidade de retenção, limite superior e inferior de disponibilidade de água às plantas, fertilidade, textura, profundidade, etc., (ii) caracterização das plantas através de dados sobre a variedade e/ou culturas, profundidade do sistema radicular, fenologia, susceptibilidade ao déficit hídrico, períodos críticos, rendimento de grãos,

⁴⁶CARLESSO, R. & ZIMMERMANN, F. L. Op. cit.

altura de plantas, etc., e; (iii) condições climáticas do local, com dados de temperatura, velocidade do vento, umidade relativa do ar, radiação solar, pressão, etc.⁴⁶

O estabelecimento do momento de irrigar requer a consideração de algumas variáveis como: fatores climáticos, estágio de desenvolvimento da cultura e capacidade de armazenamento de água no solo. Com a finalidade de determinar o momento e a quantidade certa a irrigar, o método mais indicado é o balanço hídrico, que consiste em determinar a disponibilidade de água no solo para as plantas.

Na figura 6 é apresentada a lâmina média de irrigação aplicada nas culturas do milho, milho + feijão safrinha, feijão safrinha e soja. Observou-se que a lâmina mínima aplicada foi de 95 mm, para a cultura do feijão cultivado na safrinha (média de dez anos).

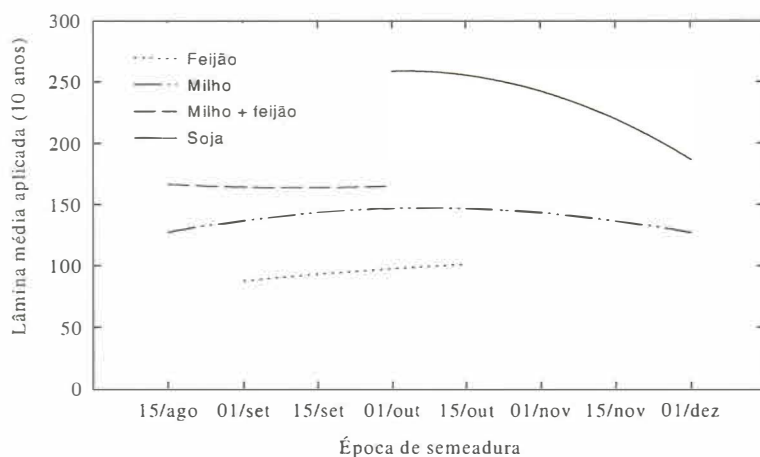


Figura 6

Lâmina média aplicada nas culturas do milho, milho + feijão safrinha, feijão safrinha e soja nos períodos preferenciais de cultivo, média de dez anos, para a região de Cruz Alta, RS. Fonte: CARLESSO *et al.*, 2000.

Para a cultura do milho foi necessária a aplicação de uma lâmina de irrigação (média de dez anos) de 139 mm, para o milho + feijão safrinha de 165 mm e para a cultura do feijão cultivado na safra 94 mm. Reichardt afirma que a cultura do milho necessita de aproximadamente 500 a 800 milímetros de água para completar seu ciclo. Isso significa que esta cultura, na média dos dez anos, apresentou um déficit médio de água, via precipitação pluviométrica, de aproximadamente 20%. O feijoeiro, segundo o mesmo autor, necessita de 300 a 500 mm para completar seu ciclo; sendo assim, a cultura do feijão cultivado na safra teve um déficit médio de água via precipitação pluviométrica de cerca de 23,5%.⁴⁷

⁴⁷REICHARDT, K. Op. cit.

Os resultados apresentados indicam claramente que, para a região do Planalto do Rio Grande do Sul, para as culturas do milho, feijão e soja, a irrigação se fez necessária em todos os anos. Desta forma, o ponto crucial para o produtor irrigante passa a ser quando e quanto irrigar, ou seja, o manejo da irrigação. É importante ressaltar que a precipitação média anual da região de Cruz Alta é de 1.788 mm, volume de água suficiente para a produção agrícola para qualquer época de cultivo. Entretanto, a grande variabilidade da precipitação pluvial é o que determina a necessidade de suplementação de água através da irrigação.

Considerando o estudo desenvolvido por Rosa, verifica-se que as culturas do milho, feijão e soja apresentaram um déficit médio de água, via precipitação pluvial de 20%, 23% e 38%, respectivamente.⁴⁸ A lâmina média anual que deverá ser suplementada via irrigação é de 222 mm para a cultura da soja, 161 mm para o cultivo duplo de milho+feijão, 138 mm para o milho e de 94 mm para o feijão safrinha. O correto estabelecimento do momento de irrigar possibilita, além de evitar prejuízos por déficit hídrico, economia no tocante a gastos energéticos, mão-de-obra na aplicação, uso racional do recurso água, que em determinadas épocas torna-se escasso.

⁴⁸ ROSA, G. M. Op. cit.

Frequência, controle e eficiência da irrigação

A frequência de irrigações ou turno de irrigação é o intervalo de tempo entre aplicações sucessivas da irrigação em uma mesma posição. A irrigação deve ser realizada para manter as condições ideais de umidade próximas do potencial para as plantas de modo a evitar que a deficiência de água em qualquer estágio de desenvolvimento da cultura venha afetar a sua produtividade. Normalmente para efeito de cálculo do turno de irrigação se utilizam valores médios e não máximos da evapotranspiração da cultura. Desta forma, quanto maior a evapotranspiração menor o turno e, conseqüentemente, maior será o custo da irrigação. Entretanto, a evapotranspiração máxima somente ocorre em determinados estádios de desenvolvimento da cultura e sob elevada demanda evaporativa da atmosfera.⁴⁹

Os principais fatores que afetam a disponibilidade de água no solo e, conseqüentemente, a necessidade de irrigações mais frequentes, podem ser causados pela planta (distribuição do sistema radicular próximo à superfície do solo e maior crescimento vegetativo das plantas), pelo solo (solos superficiais, drenagem e infiltração deficientes, baixa fertilidade natural e problemas de salinidade) pelo clima (elevada demanda evaporativa da atmosfera) e pelo manejo (semeadura coincidindo com a estação com menor probabilidade de ocorrência de precipitações). Quando esses fatores forem total ou parcialmente controlados ou, ainda, adequadamente manejados o turno de irrigação tende a aumentar.⁵⁰

⁴⁹ CARLESSO, R. & ZIMMERMANN, F. L. Op. cit.

⁵⁰ HAGAN, R. M. Irrigation of Agricultural Lands. In: *Efficient water use in crop production*. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, 1967.

Os métodos mais utilizados para a determinação do momento de acionar o sistema de irrigação em uma determinada área podem ser baseados em características da planta, do solo ou do clima. A planta apresenta alguns sintomas característicos quando submetida a situações de disponibilidade hídrica inferiores às ideais. A maioria das gramíneas reage a períodos de deficiência com o enrolamento das folhas, menor alongação das folhas e entrenós.⁵¹ Outras culturas podem apresentar mudança na pigmentação das folhas, epinastia, ângulo de inserção das folhas, etc. No entanto, quando a planta exterioriza a maioria dessas características o efeito da deficiência da água no solo já causou uma redução significativa no potencial produtivo da cultura.⁵²

⁵¹SANTOS, R. F. & CARLESSO, R. Op. cit.

⁵²CARLESSO, R. & ZIMMERMANN, F. L. Op. cit.

A *eficiência da irrigação* ou *eficiência do uso da água* pode ser definida, em termos econômicos, como o retorno em produtividade com a adoção da irrigação. A eficiência do uso da água, em termos fisiológicos, representa a quantidade de massa seca produzida por unidade de volume de água absorvida pelas plantas. Como em algumas regiões a transpiração representa mais de 99% da água absorvida pelas plantas tem-se utilizado o termo *razão de transpiração* no lugar de eficiência do uso da água. Desta forma a razão de transpiração representa a relação entre a quantidade de água transpirada pela quantidade de massa seca produzida. Esta razão pode ser elevada, podendo até atingir valores de 500 a 1.000 em estações secas associadas com elevada demanda evaporativa da atmosfera.

Em alguns perímetros irrigados, nos quais existe um esquema prefixado de distribuição parcelar de água, muitos irrigantes utilizam toda a água distribuída para a parcela independente da necessidade de irrigação, pois o custo da água é calculado pela área irrigada e não pelo volume utilizado. Nestes casos a eficiência da irrigação está normalmente entre 30 e 50%. Entretanto, em sistemas com manejo adequado da água de irrigação a eficiência pode ser superior a 85-90%.

Considerações finais

A produção de alimentos em nível mundial tem necessidade de expandir-se verticalmente, aumentando a produtividade. Assim, a alternativa existente para alcançar este incremento produtivo, passa obrigatoriamente pelo aumento da disponibilidade de água aos sistemas agrícolas. Porém, esta água somente trará benefícios ao sistema produtivo, sem causar danos ao meio ambiente, se for utilizada de forma racional e eficiente.

A eficiência do uso da água também pode ser bastante melhorada, no aspecto agrônomo, através do manejo da cultura visando uma melhor utilização das precipitações pluviais. Notadamente, a grande contribuição da irrigação na preservação dos

Genésio Mario da Rosa é engenheiro agrônomo, doutorando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Rio Grande do Sul.

Mirta Teresinha Petry é engenheira agrônoma, doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFSM.

Reimar Carlesso é engenheiro agrônomo, Ph. D e professor do Departamento de Engenharia Rural da UFSM.

recursos hídricos é o próprio avanço nos sistemas de manejo da água e do solo, além de contribuir para uma discussão global acerca da recuperação de áreas degradadas pela ação do homem mediante o uso racional da água.

É fundamental observar que o excesso e principalmente a escassez do recurso água são os principais fatores responsáveis pela carência de alimentos em algumas regiões do mundo, especialmente nos países subdesenvolvidos, gerando a fome de vários povos e a degradação do solo pelo uso intensivo. Assim, uma melhor eficiência do uso da água na produção mundial de alimentos assume papel primordial na ótica social, direcionando assim, a água para cumprir sua maior prioridade, ou seja, a manutenção da vida na Terra.

Gestão das águas no Rio Grande do Sul



Ilustração

Rio dos Sinos com aves aquáticas e flamingos de Herrmann Rudolf Wendroth (1852).

OS COMITÊS DE BACIA NO RIO GRANDE DO SUL uma experiência histórica

*Luiz Antonio Timm Grassi
Eugenio Miguel Cánepa*

A Lei 10.350/94, conhecida como Lei das Águas do Rio Grande do Sul e que regulamenta o artigo 171 da Constituição Estadual, estabelece um sistema descentralizado e participativo para a gestão dos recursos hídricos. Este sistema, baseado nos Comitês de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica, instâncias de representação da sociedade, funciona como verdadeiro "parlamento das águas", por delegação explícita do poder público. A Lei, ao delinear um sistema descentralizado e participativo, inspirou-se em duas fontes. De um lado, a experiência internacional, notadamente a francesa que teve início em 1964. De outro, as experiências locais de gestão participativa das águas, iniciadas durante a década de 80, cuja trajetória, rica e complexa, convém reconstituir desde os primórdios da mobilização no sentido de modernizar a gestão dos recursos hídricos até a promulgação da Lei das Águas, incluindo as vicissitudes por que passa o seu processo de implantação.

Como surgiram os comitês de bacia

A idéia de um gerenciamento dos recursos hídricos tendo como base a bacia hidrográfica começou a ser difundida, no Brasil, nos anos setenta. Constatava-se, então, que essa abordagem, em países como a Inglaterra, a Alemanha, a França e os Estados Unidos, vinha dando resultados bem melhores do que as tentativas localizadas de controle de poluição ou maximização de usos da água. Por conta desse enfoque, o Governo Federal criou os Comitês de Estudos Integrados em algumas das mais importantes bacias de rios federais, colegiados interinstitucionais sob a égide do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE.

Mesmo não comportando um corpo de água federal, a bacia hidrográfica do Guaíba foi contemplada com um desses comitês, o Comitê Executivo de Estudos Integrados da Bacia do Guaíba – CEEIG. Esse organismo, instalado em 1979, realizou uma competente tarefa de aglutinar órgãos federais, estaduais e municipais e de sistematizar conhecimentos a partir de estudos já existentes, chegando a propor um enquadramento por classes de usos para os principais cursos de água da bacia, transformado em norma legal. O CEEIG operou até os primeiros anos da década de oitenta, sempre com caráter de grupo de estudos e de consulta.

Em 1981, por conta do interesse do Governo gaúcho em beneficiar-se de recursos federais para a irrigação, e atendendo exigência nesse sentido, foi criado, por decreto, um “sistema estadual de recursos hídricos”, tendo como órgão principal um Conselho de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul – CONRHIRGS. No mesmo decreto, foram previstos “comitês de bacias hidrográficas” sob forma dual: para cada bacia haveria um “comitê executivo” (composto apenas por órgãos oficiais) e um “comitê consultivo” (com entidades não governamentais). Chegaram a ser criados alguns desses comitês e até mesmo instalados, mas nenhum teve funcionamento efetivo.

Ao lado dessas iniciativas oficiais, os anos setenta e oitenta viram surgir e consolidar-se o movimento ambientalista, sensível à degradação dos bens ambientais, entre eles, e de forma especial, a água. Entre os corpos de água que suscitaram maior atenção, estavam o lago Guaíba e dois de seus formadores, os rios Gravatá e dos Sinos, situados em uma região altamente urbanizada e industrializada (Região Metropolitana de Porto Alegre) e, portanto, alvos de um processo de poluição aguda e acelerada. Motivados por essa preocupação, organizaram-se entidades e foram promovidas campanhas direcionadas à opinião pública e à atuação governamental. Como resposta a essas demandas, passaram a ser instituídos os órgãos de controle e fiscalização da poluição, que, mais tarde, evoluíram para a gestão ambiental.

Nesse contexto, deflagrou-se, em 1987, a campanha SOS Sinos, conduzida por entidades ecológicas da região, meios de comunicação locais, autoridades locais e estaduais e setores da indústria. Esse movimento culminou com um seminário, em 17 de setembro de 1987, na Universidade do Vale do Sinos – UNISINOS –, sediada na cidade de São Leopoldo. Na oportunidade, foi decidida a criação de um “comitê de bacia” para enfrentar a iminente *morte* do rio dos Sinos. Já na primeira reunião preparatória, foi abandonado o modelo de dois comitês paralelos, um executivo e outro consultivo, e decidido propugnar pela criação oficial de um comitê que se dedicasse ao gerenciamento permanente das águas da bacia.

Criado por decreto governamental em 17 de março de 1988, o Comitê Sinos tornava-se o primeiro comitê de gerenciamento de bacia de rio estadual implantado no país. O nome original, Comitê de Preservação, Gerenciamento e Pesquisa do Rio dos Sinos, demonstra a ambigüidade de propósitos do novel organismo, com a indecisão entre os objetivos de estudo e investigação científica, atividades de controle e fiscalização, mobilização e conscientização, atuação técnica ou administrativa.

O segundo comitê a ser organizado teve uma gênese semelhante. A poluição do rio Gravataí era objeto, há vários anos, de campanhas de conscientização por parte de ambientalistas e já causara o abandono de captações de água para abastecimento público no trecho inferior do rio. A lavoura predatória provocava a redução crescente de áreas alagadiças, reguladoras do regime do rio e de grande importância ecológica. Essa conjunção de fatores motivou a criação, no início de 1988, de um grupo de trabalho interinstitucional, promovido pela Fundação Metropolitana de Planejamento (METROPLAN) e pela Associação dos Ex-Bolsistas da Alemanha – Seção Sul (AEBA-RS) –, que preparou um seminário, realizado no Instituto Goethe, em Porto Alegre, quando foi lançado o comitê de bacia. Em 15 de fevereiro de 1989, decreto governamental criava o Comitê de Gerenciamento da Bacia do Rio Gravataí.

Ambos os comitês, apesar da precariedade de recursos e da falta de poder legal efetivo de gerenciamento dos recursos hídricos das respectivas bacias, conseguiram aglutinar entidades e pessoas, tanto da sociedade civil, dos setores produtivos e do setor público, mantendo suas atividades ininterruptamente até o presente. O Comitê Sinos teve o apoio material da UNISINOS, que passou a sediá-lo e o Comitê Gravataí teve o suporte da METROPLAN.

Uma série de iniciativas correspondendo a demandas concretas e específicas, embora conseguindo alguns avanços concretos na solução de problemas ou de conflitos demonstrou a precariedade de ações voluntaristas e isoladas. Ao mesmo tempo, ser-

viu para manter a coesão dos interessados em torno dos comitês. Entre as ações desenvolvidas, podem ser mencionadas, no caso do Comitê Sinos, campanhas junto a indústrias pela adoção de medidas para controle de poluição, articulação das prefeituras e órgãos estaduais para resolver problemas relacionados com o destino dos resíduos sólidos, a implantação de uma rede de monitoramento da qualidade da água compartilhada entre a Companhia Rio-Grandense de Saneamento, o Departamento Municipal de Água e Esgotos de Porto Alegre, o Serviço Municipal de Água e Esgoto de São Leopoldo e a Fundação Metropolitana de Planejamento, além da promoção de cursos de capacitação em educação ambiental para professores que originou uma rede intermunicipal de educadores, e inúmeras outras iniciativas de ordem local ou regional, de curta ou longa duração. No caso do Comitê Gravataí, o trabalho centrou-se na campanha para a preservação e restauração de ecossistemas atingidos pela agricultura e por medidas de correção do regime hidrológico atingido por obras de retificação e canalização do curso do rio, além de ações de incentivo à educação ambiental, ao controle da poluição industrial e à solução de problemas de saneamento básico nas áreas de resíduos sólidos, esgotamento sanitário e abastecimento público de água, entre outras.

A necessidade de um Sistema Estadual de Recursos Hídricos

A experiência dos dois comitês pioneiros logo demonstrou a necessidade de construir um arcabouço teórico que desse um sentido à ação, superando o espontaneísmo dos primeiros tempos e fundamentando doutrinariamente, com base no que houvesse de mais recente no “estado da arte” do gerenciamento dos recursos hídricos. Partiu-se, então, para a busca desses fundamentos teóricos onde eles estivessem sendo aplicados. Foi constituído um grupo de trabalho interinstitucional, a partir de iniciativa da Assessoria de Recursos Hídricos da Companhia Rio-Grandense de Saneamento – CORSAN, o qual procurou capacitar-se do estágio de experiências existentes no país e no exterior. Foram estudadas experiências estrangeiras (França, Alemanha, Inglaterra, Estados Unidos), recolhendo conhecimentos adquiridos por integrantes do grupo em viagens de estudo (particularmente um estágio na França em 1991, com o patrocínio da Fundação de Ciência e Tecnologia – CIENTEC e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul – FAPERGS) e aproveitando-se também o aporte de estudos e discussões que havia, desde alguns anos, no Brasil, seja no meio acadêmico, seja nas instituições públicas. Uma característica importante é a de que esses estudos e debates, em suma, essa elaboração, ocorreram em contínuo confronto com a

experiência concreta vivida pelos comitês e seus participantes. Dessa maneira, a rotina de carências, necessidades, interesses e problemas sempre temperaram a discussão intelectual, assim como o contexto político-institucional sempre condicionou o andamento do processo. Os comitês traziam à tona questões concretas de conflitos pelo uso da água, de ameaças à conservação dos corpos de água, de acidentes ou eventos imprevistos. A precariedade de recursos materiais ameaçou, diversas vezes, a sobrevivência das duas instituições. À medida em que se ia formulando um modelo de gerenciamento, a própria realidade questionava sua adequação às situações e problemas concretos que eram vividos. Muito breve ficou clara a necessidade de um suporte institucional e legal mais abrangente e poderoso – uma lei e um sistema institucional que fizesse o Estado assumir sua responsabilidade no gerenciamento dos recursos hídricos adotando uma política pública para as águas.

Assim como os Comitês Sinos e Gravataí foram os dois laboratórios da experiência, uma outra instituição foi o instrumento de aglutinação das entidades e pessoas que discutiam a doutrina e a estratégia do processo: a Comissão Consultiva do CONRHIRGS, que agregava mais de trinta entidades da sociedade civil e órgãos públicos. No âmbito desse colegiado, foram gestadas as principais formas que moldaram legal e institucionalmente o Sistema Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul.

As Constituições Federal de 1988 e Estadual de 1989 deram os fundamentos legais para o Sistema. A primeira define claramente a água como bem público, cabendo à União o domínio dos rios de fronteira interestadual ou internacional e dos rios que atravessam essas fronteiras e aos Estados federados as demais águas (superficiais e subterrâneas). Determina, também, a instituição de um sistema nacional de gestão dos recursos hídricos. Já a Carta gaúcha, no artigo 171 (elaborado com contribuição de participantes da Comissão Consultiva), determina a existência de um sistema estadual de recursos hídricos, tendo a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão e como instrumentos a outorga e a cobrança do uso da água (com reversão do resultado da cobrança para a própria bacia).

A partir desses fundamentos, foi modelado um sistema de gestão e elaborado um projeto de lei que traduzisse o modelo proposto e promovesse o seu funcionamento. Um grupo de trabalho foi instituído pelo presidente do CONRHIRGS e, em meados de 1991, apresentou a minuta de uma “lei das águas”. A partir de então, promoveram-se discussões nos mais diversos fóruns, desde os dois comitês de bacia aos mais diversos setores da sociedade. Nesse período, os comitês passavam, esporadicamente, por fases em que sua sobrevivência parecia correr riscos, caso não tivessem o respaldo de uma legislação que lhes atribuísse

encargos e poderes definidos e de um sistema institucional que viesse a instrumentar as ações de gerenciamento. O que manteve sua continuidade foi a permanente discussão de questões de interesse concreto e imediato, a par do acompanhamento do processo de instauração de um sistema estadual de recursos hídricos. A partir de 1993, começou a ser organizado mais um comitê, na bacia do rio Santa Maria, onde os conflitos pelo uso da água para irrigação estavam exacerbados. Esse comitê foi criado oficialmente no início do ano seguinte.

Finalmente, no ano de 1994, o Executivo Estadual enviou para exame da Assembléia Legislativa o anteprojeto da Lei das Águas. Embora tenha sido promovida, pela Comissão de Saúde e Meio Ambiente do parlamento estadual, uma exposição sobre o sistema proposto no anteprojeto, ensejando a discussão sobre seus diversos aspectos, o tema não chegou a sensibilizar os deputados, não se verificando o esperado debate parlamentar que eventualmente trouxesse aperfeiçoamentos ao texto apresentado. De qualquer modo, o anteprojeto foi aprovado por unanimidade da Casa Legislativa e sancionado integralmente pelo Governador do Estado, como Lei nº 10.350, de 30 de dezembro de 1994.

Com a nova Lei, os três comitês existentes passam a contar com um quadro legal e institucional que lhes dá suporte e oficialidade.

A seção 4 da Lei 10.350/94 trata “Dos comitês de gerenciamento de bacia hidrográfica”. Fica expresso que cabe a eles “a coordenação programática das atividades dos agente públicos e privados, relacionados aos recursos hídricos, compatibilizando, no âmbito espacial da bacia, as metas do Plano Estadual de Recursos Hídricos com a crescente melhoria da qualidade dos corpos de água”.

A composição dos comitês contempla a divisão de três grupos de participantes, representando interesses diferenciados e complementares, com relação aos recursos hídricos.

Um dos grupos é o dos “usuários da água”, definidos como “indivíduos, grupos, entidades públicas e privadas e coletividades que, em nome próprio ou no de terceiros, utilizam os recursos hídricos como a) processo produtivo ou para consumo final; b) receptor de resíduos; c) meio de suporte de produção ou consumo.” É o grupo que, supostamente, encara a água e suas fontes naturais (“superficiais e subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito”, como diz o artigo 171 da Constituição Estadual) de um ponto de vista predominantemente utilitário, às mais das vezes associado a interesses econômicos expressos. É um grupo que abriga disputas e conflitos entre agentes de usos diferentes ou dentro do mesmo uso. A Lei determina que a representação reflita o peso econômico e o potencial de impacto dos usos na bacia, chamando à responsabilidade solidária os principais usuários.

Outro grupo é aquele dos representantes “da população da bacia, seja diretamente provenientes dos poderes legislativos municipais ou estadual, seja por indicação de organizações e entidades da sociedade civil”. Pode ser entendido como o grupo que representa os interesses difusos da sociedade regional, vinculados ou não ao desenvolvimento sócio-econômico. Nesse grupo, a preocupação pelos recursos hídricos, seus usos e sua conservação emerge de uma gama mais vasta de interesses cívicos ou culturais e também pode abrigar enfoques diferenciados e até conflitantes (é o caso da discussão de posições que expressam, na prática, diferentes conotações do conceito de desenvolvimento sustentável).

O terceiro grupo reúne os representantes do Poder Público, nos dois níveis constitucionalmente detentores do domínio das águas, o federal e o estadual.

A distribuição proporcional dessas representações apresenta uma importante inovação, ao reservar 40% dos votos de um comitê a cada um dos dois primeiros grupos e apenas 20% aos representantes diretos do Poder Público. Observe-se que entes públicos, como órgãos da administração municipal ou estadual podem integrar o grupo dos usuários, desde que detentores de serviços que impliquem determinados usos dos recursos hídricos. No grupo da população, também o Poder Legislativo tem sua representação prevista. Fica alterada, portanto, a divisão tradicional entre entes oficiais e não governamentais, em proveito de uma outra divisão, baseada na relação dos organismos com a água e seus usos. De qualquer forma, garante-se a preponderância da representação societária, em níveis inéditos em termos de gestão pública de um bem natural. Isso é realçado também pelo fato de que a presidência de um comitê deve ser exercida por um integrante do grupo dos usuários ou do grupo da população.

As entidades oficiais que têm funções licenciadoras ou outorgantes formam um segmento à parte, sem direito a voto, evitando a incompatibilidade entre suas atribuições originais e sua participação no comitê.

Quanto às atribuições dos comitês, a Lei, no artigo 19, define explicitamente as mesmas:

- I - encaminhar ao Departamento de Recursos Hídricos a proposta relativa à bacia hidrográfica, contemplando, inclusive, objetivos de qualidade, para ser incluída no anteprojeto de lei do Plano Estadual de Recursos Hídricos;*
- II - conhecer e manifestar-se sobre o anteprojeto de lei do Plano Estadual de Recursos Hídricos previamente ao seu encaminhamento ao Governador do Estado;*
- III - aprovar o Plano da respectiva bacia hidrográfica e acompanhar sua implementação;*

IV - apreciar o relatório anual sobre a situação dos recursos hídricos do Rio Grande do Sul;

V - propor ao órgão competente o enquadramento dos corpos de água da bacia hidrográfica em classes de uso e conservação;

VI - aprovar os valores a serem cobrados pelo uso da água da bacia hidrográfica;

VII - realizar o rateio dos custos de obras de interesse comum a serem executadas na bacia hidrográfica;

VIII - aprovar os programas anuais e plurianuais de investimentos em serviços e obras de interesse da bacia hidrográfica tendo por base o Plano da respectiva bacia hidrográfica;

IX - compatibilizar os interesses dos diferentes usuários da água, dirimindo, em primeira instância, os eventuais conflitos.

Como se observa, ficam realçados os poderes do comitê como partícipes da gestão dos recursos hídricos na respectiva bacia e instância de decisão em questões bem definidas.

A implantação do Sistema Estadual e os novos comitês

A implantação do Sistema Estadual de Recursos Hídricos pressupunha a implementação de normas legais regulamentadoras de diversos aspectos, como a adaptação do CRH e dos comitês existentes, a criação do Departamento de Recursos Hídricos e das Agências de Região Hidrográfica e ainda a regulamentação normativa e operacional dos instrumentos de gestão. De modo correspondente, no plano administrativo faziam-se necessárias ações visando à instalação das instituições componentes do Sistema (novos comitês, DRH, ARHs) e a ativação dos instrumentos de gestão com todo seu aparato funcional (sistema de informações, cadastros, monitoramento de qualidade e quantidade etc). Esse processo está em pleno desenvolvimento desde a aprovação da Lei 10.350/94.

Na elaboração e na tomada de decisões sobre diversos aspectos regulatórios, como a divisão administrativa preliminar das bacias, os decretos regulamentadores da outorga e dos comitês de bacia, foi fundamental, mais uma vez, a contribuição da Comissão Consultiva do Conselho de Recursos Hídricos, na discussão das alternativas e na redação dos textos básicos. Esse fato explica a sobrevida desse colegiado, nessa fase, embora não prevista sua continuidade, pela Lei das Águas.

No processo de implantação do Sistema, a formação dos novos comitês foi a parte vital e também a mais rica e dinâmica. De acordo com proposta da Comissão Consultiva, as três Regiões

Hidrográficas (Guaíba, Uruguai e das Bacias Litorâneas) seriam divididas em cerca de vinte bacias, cada uma com seu comitê. Respeitados os fatores hidrográficos (divisores de água), foram adotados critérios de área, população, identidade cultural e atividade econômica para segmentar as unidades, na realidade sub-bacias de bacias maiores, parcelas de sub-bacias ou junção de sub-bacias vizinhas, tudo isso como modelo de trabalho a ser confirmado ou não, na implantação efetiva.

A Lei previa a institucionalização dos comitês por decreto governamental específico, para cada um, mas deixava em aberto o processo e a forma de criação dos mesmos. Entretanto, o nítido viés participativo que impregna a concepção dos comitês, presente na Lei, indicava a necessidade de ser evitada a intervenção autoritária na criação de comitês a partir de decisão unilateral e superior. Para ser coerente com os conceitos da Lei 10.350, e também para dar continuidade às experiências históricas dos primeiros comitês, fazia-se necessário um processo de envolvimento e participação das comunidades das bacias.

Assumindo o modelo de divisão proposta pela Comissão Consultiva, a Secretaria Executiva do novo CRH, secundada pelo corpo funcional da recém criada Divisão de Recursos Hídricos da Secretaria de Obras Públicas, Saneamento e Habitação, realizou um trabalho de esclarecimento, motivação e arregimentação, junto a lideranças regionais.

As bacias dos rios Taquari e Caí foram as primeiras a apresentarem reações positivas por parte de lideranças locais, particularmente de instituições universitárias em cidades pólos da região. Antes do final de 1995, começaram a ser formadas Comissões Provisórias, cada uma constituída por cerca de uma dezena de entidades interessadas. Destacaram-se os apoios de universidades e do poder público municipal de algumas cidades. Igualmente os setores usuários da água fizeram-se presentes. O trabalho dessas comissões, reconhecidas oficialmente pelo Conselho de Recursos Hídricos e permanentemente acompanhado por técnicos do Estado estendeu-se por cerca de três anos, com dezenas de reuniões nos mais diferentes locais das bacias. Cada comissão teve sua coordenação e sua secretaria executiva, exercidas por representantes escolhidos pelos demais integrantes, sempre com a condição de ter o devido apoio de suas instituições respectivas. Com pequenas diferenças que atendiam às peculiaridades regionais, cada comissão desenvolveu atividades que podem ser assim esquematizadas:

Atividades internas

– Organização de um programa de comunicação com a população da bacia (divulgação, esclarecimentos, matérias para a imprensa etc).

- Reconhecimento preliminar da realidade da bacia hidrográfica (contornos geográficos, corpos de água principais, municípios que fazem parte, principais características e problemas, disponibilidade de dados, estudos que já foram feitos etc).

- Reconhecimento dos principais usos da água na bacia e respectivos usuários (levando em conta, se existirem, levantamentos a respeito).

- Reconhecimento das formas mais importantes de organização social da população da bacia (associações, organizações, movimentos, clubes de serviço etc).

- Elaboração de uma proposta de composição do comitê, levando em consideração os principais usuários e a organização social.

Nessas atividades, particularmente no segundo e no terceiro item, foram aproveitados estudos técnicos já executados ou em elaboração sob o patrocínio da Divisão de Recursos Hídricos ou da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM).

Atividades externas

- Contatos e reuniões com lideranças e entidades, para informar, esclarecer e debater questões de interesse da bacia e a formação do comitê.

- Reuniões amplas por municípios, regiões da bacia ou setores de atividades, onde eram feitas exposições sobre a Lei 10.350/94 e o SERH e apresentadas as propostas de composição do comitê.

- Seminários para lançamento do comitê, com a convocação mais ampla possível da comunidade da bacia, com as propostas finais da Comissão Provisória.

Uma vez concluída a etapa preparatória, a proposta e as recomendações da Comissão Provisória foram encaminhadas ao Conselho de Recursos Hídricos para serem oficializados.

A partir de 1996, outras comissões provisórias foram constituídas nas bacias dos rios Pardo, Jacuí, Vacacaí, Vacacaí-Mirim, Tramandaí, Ibicuí, Camaquã e lago Guaíba.

A proposta original de divisão administrativa das bacias sofreu, ao longo do processo, correções advindas das discussões provocadas pelas comissões provisórias. No caso da bacia do rio Taquari e de seu formador, o rio das Antas, chegou a ser proposta a divisão em duas unidades, cada qual com seu comitê e foram inicialmente formadas duas comissões provisórias. Os estudos, as discussões e o trabalho conjunto, entretanto, levaram à aprovação, pelo conjunto das entidades envolvidas, da proposta unificada (Comitê Taquari-Antas). Já no caso da bacia do rio Pardo, inicialmente incorporada à Bacia do Baixo Jacuí, os representantes da comunidade defenderam a constituição de um comitê próprio, argumentando o forte sentimento de identidade regional, o que foi aceito pelo Estado. No caso dos rios Vacacaí e Vacacaí-Mirim, ambos afluentes do Jacuí, era previsto um comitê para o primeiro,

sendo o segundo incluído no Comitê Baixo Jacuí. Por decisão dos interessados, integraram-se as duas bacias, constituindo o Comitê Vacacaí-Vacacaí Mirim. Mais tarde outras modificações foram feitas por decisão de comissões provisórias, atestando o caráter participativo e democrático do processo, inclusive na conformação do sistema, do ponto de vista de divisão geográfico-administrativa.

A instalação dos novos comitês

No documento de recomendações que cada comissão provisória apresentava ao CRH, constavam o número de integrantes do comitê, a especificação das categorias e a proporção de representantes de cada categoria. A título de exemplo, transcrevemos, no quadro 1, as composições propostas (e aprovadas pelo CRH) de dois comitês.

Uma vez configuradas as propostas dos comitês, cada um deles passou por um processo de eleição e instalação, o qual pode ser resumido nos seguintes passos:

1. Encaminhamento, pela Comissão Provisória, da proposta de composição do comitê, à Secretaria Executiva do Conselho de Recursos Hídricos.

2. Manifestação do CRH, aprovando a proposta de composição e autorizando a Comissão a coordenar o processo de eleição das entidades representantes no comitê.

3. Publicação de convocação (“Aviso”), na imprensa, a cargo da Secretaria Executiva do CRH, chamando as entidades interessadas em fazer parte do comitê para se cadastrarem (de acordo com as categorias propostas).

4. Exame e avaliação das inscrições, por parte da Comissão, e convocação de reunião para a eleição das entidades representantes.

5. Reunião das entidades para eleição, em cada categoria, das que farão parte do primeiro mandato (dois anos) do comitê.

6. Relatório do processo de eleição e encaminhamento do mesmo, pela Comissão, à Secretaria Executiva do CRH.

Deve ser observado, nesse processo, o fato de que cada categoria de representantes de usuários ou da população, constitui um colégio eleitoral próprio, entre as instituições interessadas, elegendo, entre si, livremente, aqueles que representam não apenas sua entidade, mas o conjunto da categoria. Por conta desse esforço de representatividade ampla, no grupo dos usuários da água, a representação do setor privado tem sido reservada a entidades associativas que reúnem empresas ou usuários individuais. O caráter institucional da representação no comitê tem sido sempre ressaltado.

A oficialização de um novo comitê é feita através de decreto governamental, no qual consta a composição do mesmo. Por questões de ordem conjuntural, no caso dos primeiros comitês posteriores à Lei 10.350/94, os decretos seguiram-se às eleições, tendo estas sido reconhecidas por atos do CRH. Atualmente, como é mais lógico, os decretos precedem as eleições. De qual-

quer forma, o decreto de criação define apenas o formato básico do comitê, deixando o preenchimento das vagas de cada categoria para o processo eleitoral a ser renovado de dois em dois anos.

O ato final de todo o processo é a instalação oficial do comitê, que marca seu caráter de organismo participante de um sistema público de gestão dos recursos hídricos.

Em todos os comitês instalados até o presente, o processo tem-se revelado exitoso. A mobilização de centenas de entidades, em todo o Estado e a variedade de setores abrangidos (órgãos municipais, empresas e associações empresariais dos mais diversos setores produtivos, universidades e outros estabelecimentos de ensino e pesquisa, sindicatos, associações de moradores, clubes de serviço, associações técnico-científicas, associações de moradores, organizações ambientalistas etc) têm demonstrado a vitalidade do processo. Apenas para exemplificar, nos casos dos dois comitês referidos no quadro 1, a inscrição de entidades interessadas em integrar os comitês e que participaram das eleições para as respectivas vagas foram cerca de cento e oitenta, para o Taquari-Antas e mais de oitenta para o Caí.

Quadro 1

Composição dos comitês Caí e Taquari-Antas.

COMPOSIÇÃO DO COMITÊ CAÍ		COMPOSIÇÃO DO COMITÊ TAQUARI-ANTAS	
GRUPO USUÁRIOS		GRUPO USUÁRIOS	
Abastecimento Público	4	Abastecimento Público	4
Setor Agrossilvipastoril	3	Setor Industrial e Agroindustrial	4
Setor Indústria e Agroindústria	4	Setor Agropecuário	4
Esgoto Sanitário e Drenagem	3	Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana	4
Turismo, Esporte e Lazer	1	Energia Elétrica	2
Energia	1	Navegação e Mineração	1
Mineração	1	Esporte, Lazer e Turismo	1
Transporte Hidroviário	1	Subtotal	20
Subtotal	18	GRUPO POPULAÇÃO	
GRUPO POPULAÇÃO		GRUPO POPULAÇÃO	
Legislativo Municipal	6	Legislativos Municipais	6
Instituições de Ensino Superior e Pesquisa	3	Instituições de Ensino	3
Organizações Técnico-Científicas	3	Associações Técnico-Científicas	3
Organizações Ambientalistas	3	Organizações Comunitárias	3
Organizações Comunitárias	3	Organizações Ambientalistas	3
Subtotal	18	Organizações Sindicais	2
GRUPO ÓRGÃOS PÚBLICOS		Subtotal	20
GRUPO ÓRGÃOS PÚBLICOS		GRUPO ÓRGÃOS PÚBLICOS	
Órgãos Públicos Estaduais	7	Órgãos Públicos Estaduais	8
Órgãos Públicos Federais	2	Órgãos Públicos Federais	2
Subtotal	9	Subtotal	10
Total	45	Total	50

Atuação e perspectivas dos comitês de bacia

Dos vinte e três comitês previstos em todo o Estado, estão instalados e em funcionamento doze (Sinos, Gravataí, Santa Maria, Taquari-Antas, Caí, Lago Guaíba, Pardo, Vacacaí-Vacacaí Mirim, Tramandaí, Camaquã, Ibicuí e Baixo Jacuí). Nas demais bacias, as comissões provisórias estão em fases diferentes de organização.

Cada comitê, ao ser instalado, tem, como primeira tarefa, a elaboração de seu regimento interno, o qual vai reger o funcionamento do colegiado. Observa-se que os comitês não contam com estatutos próprios, na medida em que são instituídos pela Lei 10.350/94 e nela têm suas atribuições e composição definidos, como já foi exposto.

Cada comitê conta com uma diretoria composta de presidente e vice-presidente. Além disso, atendendo ao disposto no Decreto 37.034/96, que regulamenta o funcionamento dos comitês, conta com uma secretaria executiva e com uma comissão permanente de assessoramento. O secretário executivo é escolhido pela diretoria com o aval do comitê. A comissão permanente de assessoramento, cujo número de integrantes e forma de escolha variam conforme o comitê, tem a função de secundar a diretoria na preparação e na execução das atividades do comitê.

Tanto os comitês anteriores à Lei, que passaram por um processo de adequação aos dispositivos da mesma, quanto os posteriores, a partir de 1999, têm-se empenhado em sua consolidação e na consecução de seus principais objetivos. Os comitês têm atribuições indeclináveis, previstas na Lei das Águas, as quais configuram uma pauta obrigatória de deliberações e um conjunto de atividades em articulação com outras instâncias do SERH. A priorização do planejamento como modo de atuação, expresso na Lei, determina que vários passos sejam seguidos: a definição de objetivos de qualidade e quantidade a ser atingidos e conservados, traduzidos no processo de enquadramento legal das águas em classes de uso; a elaboração do plano de bacia que corresponderá ao caminho para atingir aqueles objetivos e a fixação dos critérios e dos parâmetros para a aplicação dos instrumentos de gestão (outorga e cobrança); o acompanhamento e a fiscalização dos procedimentos gerenciais e a avaliação continuada dos resultados, assim como a mediação, em todos os passos, nas negociações entre partes e entre os interesses particulares e os coletivos e ainda a garantia da publicização de todo o processo. Com isso, os comitês têm a previsão de uma atuação permanente e renovada.

A par disso, os comitês têm descoberto ou sido chamados a outros papéis ou atribuições que são desempenhadas, sempre que não confrontam com a Lei. Em muitas oportunidades, questões ou acontecimentos relacionados com os recursos hídricos

ou, de forma mais ampla, com o meio ambiente, têm sido trazidos aos comitês. Exercem, assim, o papel de fórum para a discussão desses assuntos, oportunizando que os mesmos venham à tona e sejam esclarecidos ou, às vezes, ensejem tomadas de posição ou de decisões. É o caso de licenciamento de empreendimentos que possam ter efeitos relevantes sobre a bacia hidrográfica, quando os comitês podem contribuir para a divulgação do processo, para a ampliação da manifestação de opiniões e para as decisões dos órgãos licenciadores. É também o caso de acontecimentos imprevisíveis, como acidentes provocados pelo homem ou ocorrências meteorológicas, quando o comitê contribui para o esclarecimento e a tomada de medidas apropriadas. As políticas públicas, nos seus aspectos relacionados à questão ambiental também encontram nos comitês espaço para sua discussão. É o que acontece com relação a vários setores do saneamento, (esgotamento sanitário, drenagem urbana, resíduos sólidos etc), a temas da produção agropecuária (questão dos agrotóxicos, dos organismos geneticamente modificados etc), da produção industrial (tecnologias limpas, por exemplo), da produção de energia, dos transportes, do urbanismo etc. Além desses, um papel que os comitês têm desempenhado diz respeito ao incentivo à educação ambiental, entendida como essencial para gerar mudanças de comportamento solidamente fundamentadas e permanentes. Nessa linha, a experiência do Comitê Sinos, ao fomentar uma rede de educação ambiental na bacia, tem servido de exemplo e inspiração para os demais comitês.

O espaço de atuação dos comitês é diversificado e está ainda na fase de ampliação. Não deve ser esquecido, entretanto, que a par de uma certa autonomia, os comitês fazem parte de um sistema e interagem com as demais partes do mesmo. A rigor, todas as suas atribuições essenciais não podem ser exercidas sem a participação específica dessas outras instâncias. Seria ilusório ver no comitê o ator único do gerenciamento dos recursos hídricos. Nesse sentido, os comitês somente terão futuro e êxito assegurado com a consolidação do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, em todas as suas instituições e seus instrumentos. Mesmo no estágio atual, entretanto, já é possível afirmar que os comitês de bacia do Rio Grande do Sul são uma realidade, têm uma história e contabilizam realizações.

Luiz Antonio Timm Grassi é engenheiro civil, membro do Conselho Consultivo da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES/RS) e presidente do Comitê Lago Guaíba.

Eugenio Miguel Cánepa é economista, pesquisador da Fundação de Ciência e Tecnologia (CIENTEC) e representante da Secretaria de Ciência e Tecnologia no Comitê Taquari-Antas.

A LEI DAS ÁGUAS NO RIO GRANDE DO SUL no caminho do desenvolvimento sustentável?

*Eugenio Miguel Cánepa
Luiz Antonio Timm Grassi*

A Lei Estadual 10.350, instituída em 1994, no Rio Grande do Sul, segue as prescrições derivadas do conceito de desenvolvimento sustentável? A resposta a esta indagação depende de um exame detalhado dos fundamentos do Princípio Usuário Pagador (PUP), pilar da chamada Lei das Águas gaúcha, bem como da consideração de seu potencial inovador na política ambiental brasileira ao introduzir instrumento econômico de indução, em complemento à velha política de mandato e controle. Ainda mais, a resposta à questão formulada depende da análise das características e funcionalidade do modelo que permitirá a aplicação do PUP. Só então, consolidados tais pressupostos, será possível verificar a relevância e a coerência do sistema em relação às principais vertentes originárias da concepção de sustentabilidade, a da substituição e a da manutenção do capital natural.

O Princípio Usuário Pagador

Os fundamentos do Princípio Usuário Pagador (PUP)

Quando se começa a falar em cobrança pelo uso da água, costuma-se ouvir, imediatamente, a seguinte objeção: “Cobrança pelo uso da água? Mas, como? Já não pagamos – e bastante – por ela?” A resposta a essa objeção levar-nos-á à conceituação dos quatro preços da água.

Numa grande cidade brasileira – Porto Alegre, por exemplo – um consumidor urbano paga dois preços pela água potável que consome: 1) o preço correspondente à captação, potabilização e distribuição da água tratada; e 2) o preço correspondente ao esgotamento sanitário, isto é, o transporte da água residuária de volta ao curso d’água. Nesse esquema, o rio – quer como fonte do recurso, quer como fossa do resíduo – é de livre acesso, gratuito. Nos primórdios do desenvolvimento e da urbanização, com baixa renda per capita e baixa densidade populacional, esses dois preços cobrados pela água são perfeitamente funcionais, cobrindo os custos que a sociedade tem na provisão do serviço de abastecimento e esgotamento sanitário. A gratuidade do rio é possível, pois sendo ele abundante relativamente às necessidades, todos os demais usos (tomar banho, pescar, navegar, etc.) são viáveis, não sofrendo interferência do uso urbano – a capacidade de suporte e de assimilação do rio são suficientes para todos os usos, a preço zero. Entretanto, à medida que o desenvolvimento econômico se processa, a crescente renda per capita, bem como o crescimento populacional da cidade, fazem com que, num estágio inicial, o despejo de esgotos cloacais de volta ao rio, ao exceder a capacidade de autodepuração do mesmo, provoque uma degradação de qualidade do rio de tal ordem que desapareça a balneabilidade e a pesca, e o próprio abastecimento de água potável seja encarecido, via aumentos de custos de tratamento. Num estágio mais avançado, se a retirada de água for excessiva em relação à capacidade de suporte, problemas quantitativos também podem ocorrer. Seja como for, o fato é que o rio se tornou escasso, a totalidade dos usos, com livre acesso e a preço zero, não é mais possível.

É nesta situação que a sociedade pode decidir pela intervenção do Poder Público – no limite, estabelecendo a propriedade estatal do recurso, que passa a não ser mais de livre acesso – no sentido de racionar e racionalizar os usos. Aqui, por sua vez, surge o Princípio Usuário Pagador como instrumento desse racionamento e racionalização, implicando mais dois preços para a água: 3) um preço correspondente à retirada, que será acrescido à conta de água tratada, no sentido de frear o consumo, viabilizando inclusive o investimento em dispositivos poupadores de água; e 4) um preço correspondente ao despejo de esgotos no rio

(o velho Princípio Poluidor Pagador – PPP), e que acompanhará a tarifa de esgoto, no sentido, também, de refrear o seu lançamento (se a tarifa, por unidade despejo, for suficientemente alta, custará menos ao munícipe tratar ponderável parcela do esgoto e pagar pela poluição residual, do que pagar pelo despejo total do esgoto gerado). Os preços 3 e 4 integram o chamado Princípio Usuário Pagador e constituem um instrumento crescentemente utilizado no sentido de viabilizar os diversos usos de um curso d'água que se tornou escasso.

Como todos sabem, os habitantes da cidade não são os únicos usuários da água, potável ou não. Existe uma demanda industrial, uma demanda por agricultores, etc. Deixamos a cargo do leitor a extensão desta análise dos preços adicionais (os preços das “pontas”) para estes casos.

A aplicação do PUP: uma tendência mundial

Existe hoje uma tendência mundial – ou, ao menos, nos países mais avançados em questões de política ambiental – de *publicização das águas* e de uso, por parte do Estado, de mecanismos econômicos de indução dos agentes no sentido de um uso mais racional das águas, quer no que tange à quantidade, quer no que tange à qualidade. Na verdade, existe nesses países uma tendência a sair, gradativamente, das velhas políticas de mandato-e-controle (*command and control policies*) – baseadas na imposição, por parte do Estado, de padrões de emissão, bem como da melhor tecnologia de controle disponível, sempre *end-of-pipe* – para políticas que, mediante o uso de instrumentos econômicos de incentivo, procurem atingir, ao custo mínimo para a sociedade, padrões de qualidade ambiental politicamente negociados e estabelecidos.¹

O Brasil vem se alinhando a esta tendência mundial, na medida em que, a partir do estabelecimento da propriedade estatal dos recursos hídricos na Constituição Federal de 1988, bem como da instituição de diversos sistemas de gestão de recursos hídricos pelas Constituições estaduais subsequentes, o PUP passou a ter um papel de destaque no leque de instrumentos de gestão. Assim, temos hoje um razoável conjunto de leis que incorporam esse instrumento: Lei Estadual 7.763/91, de São Paulo, Lei Estadual 10.350/94, do Rio Grande do Sul, Lei Federal 9.433/97, entre outras. Como se recordará.

A Constituição Federal (1988) estabeleceu a propriedade estatal das águas nos seus artigos 20, III e 26, I:

Art. 20. São bens da União:

III - os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países, ou se estendam a território estrangeiro ou dele provenham, bem como os terrenos marginais e as praias fluviais;

¹ O leitor que quiser obter informações mais detalhadas, por exemplo para o caso da Europa, deve consultar BARRAQUÉ, B. *As Políticas da Água na Europa*. Lisboa: Instituto Piaget, 1998.

Art. 26. Incluem-se entre os bens dos Estados:

I - as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União;

Como se pode ver, estes dispositivos constitucionais estabelecem uma esfera federal de domínio das águas (rios de fronteira e rios que atravessam vários estados) e estaduais (rios interiores e águas subterrâneas).

No que diz respeito ao Rio Grande do Sul, a Constituição Estadual (1989) estabeleceu, para as águas do seu domínio, o seguinte (artigo 171):

Art. 171 - Fica instituído o sistema estadual de recursos hídricos, integrado ao sistema nacional de gerenciamento desses recursos, adotando as bacias hidrográficas como unidades básicas de planejamento e gestão, observados os aspectos de uso e ocupação do solo, com vista a promover:

I - a melhoria de qualidade dos recursos hídricos do Estado;

II - o regular abastecimento de água às populações urbanas e rurais, às indústrias e aos estabelecimentos agrícolas.

1º - O sistema de que trata este artigo compreende critérios de outorga de uso, o respectivo acompanhamento, fiscalização e tarifação, de modo a proteger e controlar as águas superficiais e subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, assim como racionalizar e compatibilizar os usos, inclusive quanto à construção de reservatórios, barragens e usinas hidrelétricas.

2º - No aproveitamento das águas superficiais e subterrâneas será considerado de absoluta prioridade o abastecimento das populações.

3º - Os recursos arrecadados pela utilização da água deverão ser destinados a obras e à gestão dos recursos hídricos na própria bacia, garantindo sua conservação e a dos recursos ambientais, com prioridade para as ações preventivas.

Este dispositivo corporificou 4 grandes princípios para a gestão das águas estaduais:

1º) gestão das águas através de um Sistema Estadual de Recursos Hídricos (e não através de um órgão específico e centralizado);

2º) adoção da bacia hidrográfica como unidade básica de planejamento e intervenção;

3º) estabelecimento da outorga e tarifação dos recursos hídricos (cobrança pela retirada e pelo despejo de efluentes);

4º) reversão, para a respectiva bacia de arrecadação, da receita, devendo os recursos financeiros ser aplicados na própria gestão das águas da bacia.

Estes dois últimos princípios exigem, pelo seu caráter verdadeiramente revolucionário, no Brasil, um comentário especial. De fato, de um lado, o princípio 3º estabelece a aplicação, pioneira, do Princípio Usuário Pagador – PUP – ou seja, a cobrança pela utilização do recurso hídrico. De outro, pelo 4º princípio, o PUP é aplicado de maneira “casada”: o produto de sua arrecadação fica na bacia para a sua gestão (financiamento do planejamento e intervenções, sejam estruturais ou não).

Pagamento pelo uso da água: tributo ou preço?

No Rio Grande do Sul, dada a definição constitucional (estadual) da cobrança pelo uso da água como “tarifa”, não parece haver dúvida quanto ao enquadramento do PUP como preço público. Porém, ao nível federal e de outros estados, bem como nas discussões correntes entre pessoas interessadas, freqüentemente ocorre uma discussão sobre o fato de o pagamento pelo uso da água ser tributo (fala-se numa “taxa”) ou preço. Parece-nos conveniente, pois, fazer uma pequena digressão sobre o assunto, a título de esclarecimento.

Sob nosso ponto de vista, o PUP dá origem a um preço. De fato, não estamos diante de um tributo (imposto, taxa ou contribuição de melhoria), destinado a financiar serviços públicos. Estamos, isto sim, diante de um preço – um preço público, mais precisamente – destinado a remunerar o Estado pelo uso de um patrimônio de propriedade estatal que se tornou escasso relativamente às necessidades (um rio ou um aquífero, no caso) e para o qual não cabe mais o “livre acesso”, sob pena de degradação do recurso. Trata-se, pois, de um verdadeiro “arrendamento” dos serviços de um patrimônio público, em tudo e por tudo semelhante ao “ticket azul” de nossos centros das grandes cidades. Nestes, como quase todos nós sabemos por experiência própria, vagas de estacionamento em pontos centrais são alugadas por tempo determinado (outorga) e por um preço também determinado (tarifação). (À noite, é claro, quando as vagas são abundantes em relação à demanda, o estacionamento não é cobrado, as vagas são de “livre acesso”, como deve ser).

Um Sistema de Gestão das Águas descentralizado e participativo: a Lei 10.350/94

Histórico

A promulgação da Constituição Estadual em 1989, com seu artigo 171, deu grande ênfase ao grupo de técnicos, tanto do Estado quanto da iniciativa privada, que se haviam engajado nas experiências pioneiras dos Comitês Sinos e Gravataí e no estudo teórico-comparado da experiência internacional em gestão de recursos hídricos. A partir daí foi possível consolidar a recém reconstituída Comissão Consultiva do Conselho de Recursos Híd-

dricos – que congregava cerca de quarenta órgãos e entidades – e pensar organizadamente e em profundidade na regulamentação do artigo 171.

No início do ano de 1991, inclusive, um dos componentes da Comissão Consultiva, com o patrocínio da Fundação de Ciência e Tecnologia (CIENITEC) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS), estagiou durante dois meses na França, estudando seus comitês e agências de bacia. Em outubro de 1991, finalmente, por iniciativa do então Presidente do Conselho, foi formado um Grupo de Trabalho para elaborar anteprojeto de lei regulamentando o artigo 171. Em meados de 1992 o anteprojeto estava pronto e começou a ser discutido em duas frentes:

- entre as diversas instâncias do poder público estadual, recebendo sugestões;
- com diversos segmentos da sociedade (representantes do setor industrial e orizícola, sindicatos, comitês Sinos e Gravataí, etc.).

A tramitação em nível governamental foi lenta e o anteprojeto, praticamente sem alterações, foi encaminhado à Assembléia Legislativa em agosto de 1994. Nesta, tramitou por menos de meio ano e, em dezembro, foi aprovado, também sem alterações. Finalmente, em 30/12/94, foi sancionado pelo Governador do Estado, como Lei 10.350, a Lei das Águas do Rio Grande do Sul.

A Lei 10.350/94: missão e estrutura

Em seu Capítulo I, a Lei 10.350/94 dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH). Do exame do capítulo transparecem duas características marcantes da lei:

- Em primeiro lugar, recupera-se para o poder público e a sociedade gaúcha a idéia e a necessidade de um planejamento a longo prazo, sem o qual o bem ambiental água – de propriedade estatal – pode ser exaurido, principalmente por degradação qualitativa de suas fontes.

- Em segundo lugar, traduz-se essa idéia de planejamento num esquema descentralizado e participativo, onde as comunidades afetadas têm voz e voto, sem os quais o planejamento tornar-se-ia, dada a sua complexidade, excessivamente tecnocrático e, provavelmente, fadado ao fracasso.

No Capítulo II é definida a estrutura, isto é, são apresentados os elementos integrantes do Sistema Estadual de Recursos Hídricos (SERH). Há, aqui, três níveis a considerar:

- 1) No *topo*, temos as instituições orientadoras do sistema: Conselho de Recursos Hídricos, Fundação Estadual de Proteção Ambiental e Departamento de Recursos Hídricos. Cabe a estas instituições estabelecer rumos, acolher propostas, consolidá-las e aprová-las, bem como monitorar resultados, dando ciência aos

cidadãos, periodicamente, do andamento do sistema. Mais especificamente, temos as seguintes atribuições, por órgão:

Conselho de Recursos Hídricos (CRH-RS): elaborar ou opinar sobre propostas de alteração da Política Estadual de Recursos Hídricos; apreciar e acompanhar o Plano Estadual de Recursos Hídricos; aprovar os Relatórios Anuais sobre o Estado dos Recursos Hídricos, critérios de outorga e os regimentos dos Comitês de Bacia; dirimir, em última instância, conflitos sobre os usos das águas; representar o Governo na área.

Departamento de Recursos Hídricos (DRH): elaborar o anteprojeto de lei do Plano Estadual de Recursos Hídricos; coordenar e acompanhar a execução deste; exercer o poder de outorga quantitativo; propor alterações nos critérios de outorga; elaborar o Relatório Anual sobre o Estado dos Recursos Hídricos e assistir tecnicamente o Conselho de Recursos Hídricos.

Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM): como órgão ambiental do Estado, integra o Sistema na qualidade de responsável pela outorga qualitativa dos recursos hídricos; é responsável, também, pelo monitoramento da qualidade dos corpos receptores; auxilia na elaboração das propostas de planos de bacias hidrográficas, do Plano Estadual de Recursos Hídricos e dos planos definitivos de bacias hidrográficas.

Cabe à Assembléia Legislativa (AL) transformar em Lei o Plano Estadual de Recursos Hídricos (refeito a cada quatro anos, com horizonte de doze) e fixar os níveis mínimos de tarifaçã pelo uso dos recursos hídricos.

2) Na base, temos os Comitês de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica (CGBH), verdadeiros “parlamentos das águas”, nos quais se estabelece o ritmo das intervenções necessárias à conservação e desenvolvimento dos recursos hídricos, compatibilizando as metas e possibilidades de crescimento com os custos da preservação ambiental. Seu trabalho compreende a sugestão de padrões de qualidade a atingir nos corpos d’água da bacia, bem como o estabelecimento do preço da água, em seus diversos usos, para financiar as intervenções necessárias. Para exercer sua função, os Comitês de Bacia serão constituídos por representantes dos usuários da água na bacia (40%), representantes da população da bacia (40%) e representantes de órgãos públicos da administração direta estadual e federal ligados aos recursos hídricos (20%).

3) Como *elo de ligação* entre esses dois níveis, colocam-se as Agências de Região Hidrográfica (ARH), órgãos técnicos a serviço do sistema, em geral, e dos Comitês de Bacia, em particular, a fim de que estes possam decidir sobre as intervenções e os preços da água com base em alternativas tecnicamente factíveis e bem delineadas.

A Lei 10.350/94: fluxograma de funcionamento

Uma vez estabelecida a missão (Capítulo I) e a estrutura do sistema (Capítulo II), os Capítulos III e IV tratam da dinâmica do sistema. O fluxograma a seguir pretende resumir essa dinâmica.

Duas idéias-chave transparecem, desde logo, na “moldura”, digamos assim, do fluxograma.

a) A primeira coluna enfatiza aquilo que é o pilar do sistema: o processo de planejamento, cuja importância já destacamos. Podemos ver, examinando as diversas etapas, que o processo de planejamento se desenvolve desde as primeiras propostas de enquadramento dos cursos d’água e dos planos preliminares de bacia hidrográfica até o planos definitivos de bacia hidrográfica e o controle do desempenho, por parte do Estado.

b) A primeira linha destaca os principais atores, refletindo, pelo seu simples número, a grande complexidade do processo e, conseqüentemente, o seu caráter sistêmico. De fato, os múltiplos usos das águas, bem como a dispersão geográfica destas, não permitem a utilização de uma estrutura simples para lidar com a questão; procederam corretamente, portanto, os constituintes estaduais ao postular, através do artigo 171, um “sistema” para a gestão dos recursos hídricos estaduais; mais adiante, abordaremos os custos e benefícios deste sistema complexo.

Com base nestas coordenadas gerais, podemos passar, agora, para uma descrição sucinta de todo o processo:

– Cada CGBH, com o auxílio da ARH correspondente, prepara Proposta de Enquadramento (objetivos de qualidade dos cursos d’água), cabendo à FEPAM a palavra final sobre o mencionado enquadramento (pelas atribuições da Lei Federal 6.938/81 e da Resolução 20/86 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA).

– Estabelecido o enquadramento, que se pretende durável, cada CGBH, também com a assistência de sua ARH, elabora Proposta de Plano de Bacia Hidrográfica, onde se prevêm as intervenções necessárias para a consecução dos objetivos de qualidade acordados no enquadramento.

– O DRH, com o auxílio das ARHs, consolida todas as Propostas oriundas dos CGBHs e elabora a Proposta de Lei do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), encaminhada pelo Executivo Estadual à Assembléia Legislativa (AL), após aprovação pelo CRH. (Nos termos da Lei 10.350/94, o PERH é feito a cada 4 anos, com horizonte de 12). Uma vez aprovado o PERH pela AL, transformado em Lei, suas disposições passam a ser vinculantes para todos os CGBHs.

– Cada CGBH, com o auxílio de sua respectiva ARH, procede ao ajuste “fino” de sua Proposta de Plano, estabelecendo o Plano de Bacia Hidrográfica (definitivo). São detalhados intervenções,

cronogramas e custos, bem como os valores a serem cobrados pelo uso das águas, necessários para o financiamento dessas intervenções.

– Cada ARH, na sua respectiva região, arrecada e canaliza os recursos financeiros acordados, respeitando o princípio de que aquilo que é arrecadado em cada bacia deve ser reaplicado na mesma (contas vinculadas).

– Concomitantemente com o estabelecimento e a execução do PERH e dos PBHs, o DRH e a FEPAM procedem à outorga qualiquantitativa dos usos dos recursos hídricos.

– Intervenções que digam respeito a um subconjunto da população da bacia (por exemplo, um distrito de irrigação) terão que passar pelo crivo e aprovação do CGBH, embora os custos dessa intervenção sejam rateados apenas entre os participantes.

– Cabe ao Poder Público estadual, através da FEPAM e do DRH, auxiliados pelas ARHs, o monitoramento da qualidade dos corpos de água e das fontes emissoras de resíduos, bem como da disponibilidade quantitativa da água.

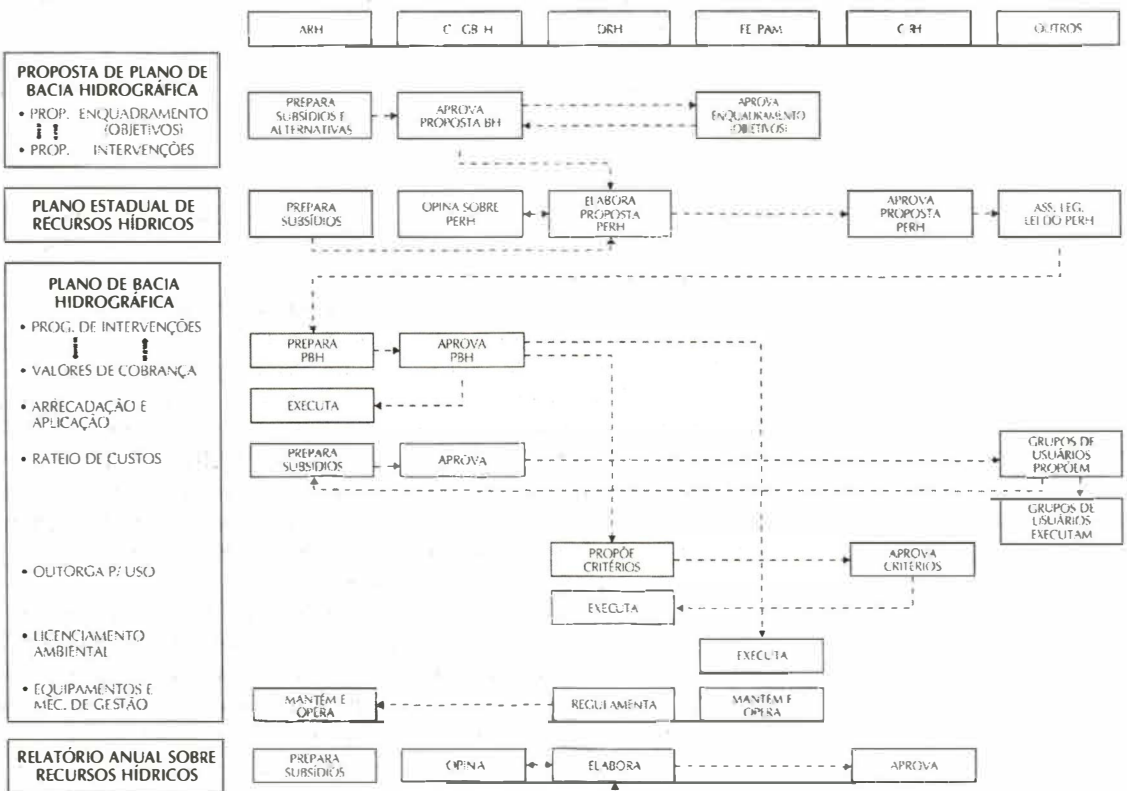


Figura 1

Fluxograma do processo de planejamento do uso dos recursos hídricos.

– O DRH, com auxílio da FEPAM e das ARHs, e ouvidos os CGBHs, elabora o Relatório Anual sobre o Estado dos Recursos Hídricos (RARH), o qual é aprovado pelo CRH-RS e dado à publicidade.

Os dois últimos capítulos da Lei abordam as Infrações e Penalidades e as Disposições Finais e Transitórias.

Aspectos inovadores

É importante salientar dois aspectos inter-relacionados da Lei 10.350/94, que resultam do caráter altamente inovador do artigo 171 da Constituição Estadual de 1989.

Primeiramente, assinalemos que a Lei 10.350/94 está entre as pioneiras no Brasil no que tange à utilização de *instrumentos econômicos para a execução da política ambiental*. Com isto é possível alinhar-se boa parte dos países desenvolvidos e superar a velha política de mandato-e-controle, calcada quase exclusivamente na fixação de padrões de emissão, hoje comprovadamente ineficiente, quando não ineficaz.

Com o uso de instrumentos econômicos – tal como a tarifação, estabelecida pela Lei 10.350/94, com base no artigo 171 – é possível começar a trabalhar com:

- padrões de qualidade, estabelecidos pela sociedade e transformados em objetivos de política ambiental;
- busca de alternativas com custos socialmente aceitáveis na consecução desses objetivos.

Além do mais, é possível, também, gerar recursos financeiros para a execução das intervenções necessárias à conservação e melhoria do bem ambiental.

Em segundo lugar, é de se ressaltar a questão da *participação da comunidade* em todas as etapas do processo de planejamento e intervenção na esfera dos recursos hídricos.

De fato, uma das características distintivas da Lei 10.350/94, e que a aproxima muito do sistema francês de gerenciamento das águas, é que as comunidades afetadas – através dos CGBH – realmente vão ter um peso muito forte na decisão dos objetivos de qualidade e vão decidir – mediante a fixação do preço da água – o ritmo de progresso na consecução desses objetivos, compatibilizando-o com os demais aspectos de desenvolvimento de suas respectivas bacias.

Nunca é demais ressaltar a importância deste dispositivo, na medida em que a cobrança pelo uso da água é um novo encargo para os cidadãos, mas que os próprios cidadãos afetados decidirão; e isto é fundamental, principalmente numa época em que a intervenção do Estado é tão fortemente contestada. Este argumento, em nosso entender, é que sustenta a complexidade do sistema – tão criticada por muitos – e que faz com que valha a pena tentar um esquema não tecnocrático de gerenciamento dos recursos hídricos no Rio Grande do Sul.

A experiência internacional, especialmente da França e da Alemanha, evidencia que tal esquema é viável. O mapa a seguir mostra o estágio atual de instalação e funcionamento dos CGBHs previstos pela Lei 10.350/94.

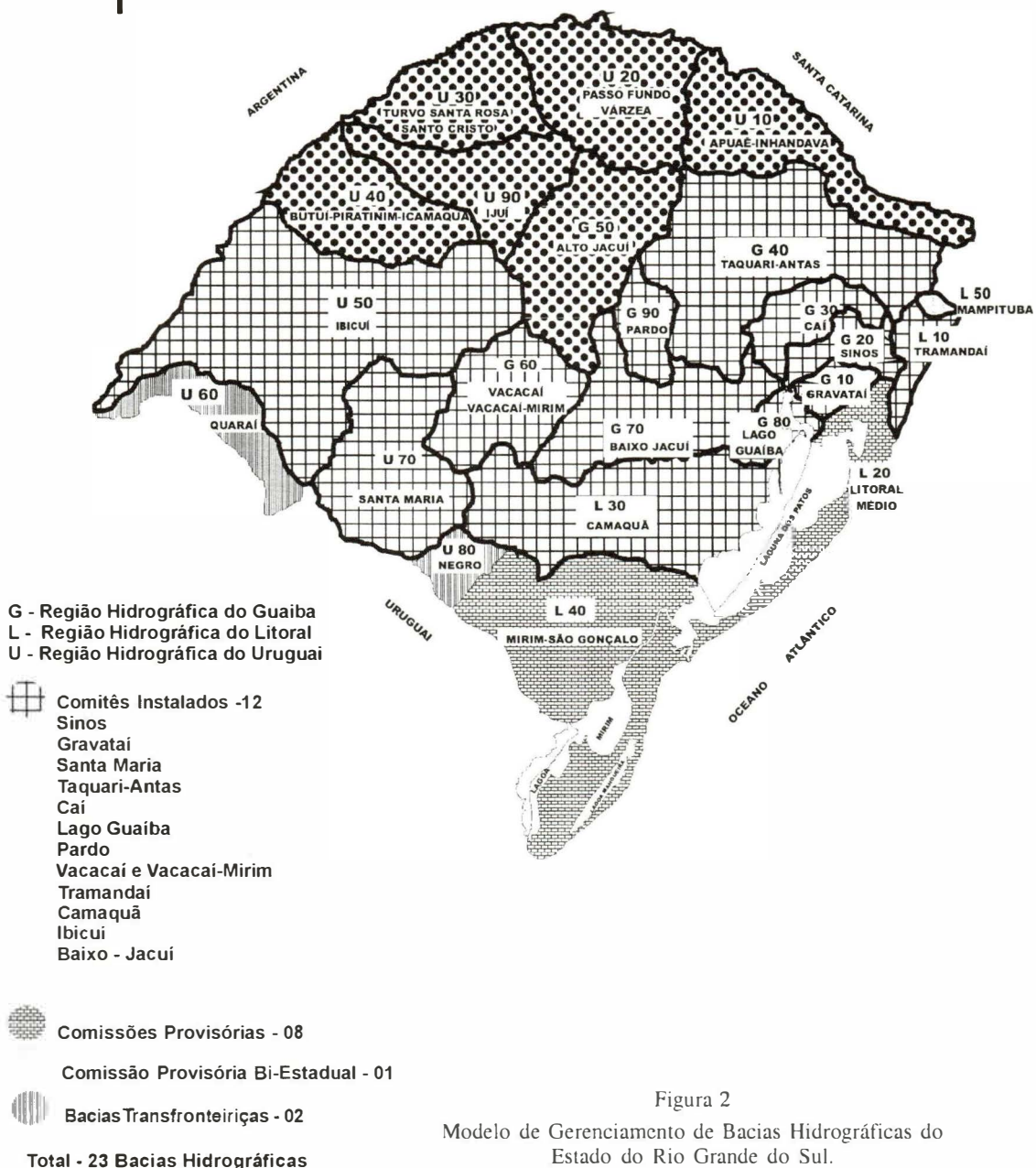


Figura 2

Modelo de Gerenciamento de Bacias Hidrográficas do Estado do Rio Grande do Sul.

Características gerais da Lei 10.350/94

Tendo por base os dispositivos constitucionais federal (artigo 26, I) e o estadual (artigo 171), a Lei 10.350/94 incorpora os mais modernos princípios de gestão dos recursos hídricos, os quais associam conceitos técnicos a uma visão de políticas públicas:

– a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão, o que tem como corolário a consideração – no âmbito geográfico da bacia – dos usos e da conservação de bens ambientais correlatos, como o solo, a fauna e os recursos minerais, assim como os fatores antrópicos;

– a outorga, por parte do Estado, do direito de uso da água. Por essa medida, o Estado exerce o efetivo domínio das águas previsto já na Constituição Federal, reconhecendo-as como bem de propriedade estatal;

– a tarifação pelo uso das águas. É o reconhecimento da água como bem econômico, através da aplicação do princípio usuário-pagador. A cobrança de uma tarifa é um mecanismo de racionamento, racionalização e controle, além de gerar recursos financeiros para investimento na conservação do bem;

– a reversão dos recursos financeiros para a própria bacia onde foram gerados, como aperfeiçoamento gerencial que garante a eficácia do sistema e o controle por parte dos usuários e comunidade;

– a inclusão, como objeto de gestão, das águas superficiais e subterrâneas, em diferentes fases do ciclo hidrológico, reconhecendo a unidade do mesmo e suas características dinâmicas;

– a racionalização e a compatibilização de diferentes usos das águas, enfatizando a melhoria da qualidade e a priorização do abastecimento das populações. Este princípio reforça a justificativa de uma gestão sistêmica dos recursos hídricos, interinstitucional e multidisciplinar.

Compatibilidade com a legislação federal

A vigência efetiva da Lei 10.350 dependia obviamente de sua conformação aos ditames da Constituição Federal. Embora esta seja explícita ao determinar a competência privativa da União para legislar sobre águas, tal atribuição pode ser interpretada como a postulação dos princípios e diretrizes gerais que devem pautar as políticas públicas tanto federal (para as águas de domínio federal) quanto das diversas unidades da Federação (para as águas de seu domínio). À época em que foi aprovada a Lei 10.350, além de dispositivos constitucionais que tratam direta ou indiretamente das águas, continuava vigendo o Código de Águas

como legislação maior nesse campo (em tudo que não dispõe contra a nova Carta Magna). A Lei gaúcha não colide com nenhum desses dispositivos, revitalizando, ao contrário, alguns dos mesmos, como a previsão de outorga e de cobrança pelo uso da água.

Em 1997, com a aprovação da Lei 9.433, institui-se o Sistema Nacional de Recursos Hídricos e a política das águas, no Brasil, passa a ter princípios e diretrizes atualizados. Da mesma forma que anteriormente, a Lei 10.350 apresenta perfeita compatibilidade com a nova norma legal, até mesmo porque foi, em grande medida, modelo para a lei federal.

O modelo francês de gestão das águas como fonte de inspiração ao modelo gaúcho

Embora o PUP seja de aplicação bastante generalizada, as formas de aplicação são muito variadas, especialmente no que tange ao seu grau de centralização/descentralização e ao destino dado à arrecadação de recursos por esta via. O modelo francês, que inspirou a lei gaúcha, ilustra o caso “descentralizado”, no qual os fundos arrecadados pela cobrança retornam ao sistema para o financiamento das intervenções na respectiva bacia. O esquema geral é o seguinte:

a) Parte-se de um conjunto de objetivos de longo prazo a atingir, corporificado em padrões de qualidade dos recursos hídricos da bacia e que refletem os usos desejados pela comunidade. Esta é a fase do chamado “enquadramento” dos corpos d’água.

b) Tendo esse conjunto de objetivos como pano de fundo, o comitê de bacia, com base em estudos técnico-econômicos feitos pela respectiva agência, decide as metas de abatimento a serem cumpridas e as intervenções a serem realizadas num horizonte de vários anos (5, 6 ou mesmo 7). Esse plano, evidentemente, resultará do cotejo entre as tarifas necessárias para induzir determinados níveis de abatimento e de intervenções “versus” os recursos financeiros da comunidade, seu nível de desenvolvimento e preocupação ambiental, suas correlação de forças políticas, etc..

c) Calculada a tarifa necessária e suficiente para, via curva de custo marginal de controle, atingir as metas de abatimento acordadas (preço 4), o total arrecadado dos agentes que pagam (pois têm um custo marginal superior à tarifa) vai para um fundo destinado a financiar os investimentos daqueles que, por terem um custo marginal inferior à tarifa, são induzidos ao abatimento. Os recursos são a estes repassados sob várias modalidades, que vão desde financiamentos a fundo perdido (subsídio) até empréstimos a taxa de juros de mercado, tudo dependendo do que foi deliberado no comitê, a partir das alternativas apresentadas pela agência. É de se observar, também, que, no caso de haver empréstimos, o total arrecadado pela agência num determinado ano não provém somente da tarifa sobre os pagadores desse ano, mas

também do retorno dos empréstimos (capital e juros) feitos nos anos anteriores. Ainda assim, o total arrecadado num determinado ano pode não coincidir com o total dos investimentos relativos às intervenções induzidas naquele ano pelo nível da tarifa; assim sendo, os “tratadores” deverão complementar os recursos com captação própria. O importante a reter, entretanto, é que se a tarifa for adequadamente calculada, aqueles que têm custo marginal de tratamento inferior à tarifa, serão induzidos também à busca desses recursos complementares.

d) O preço 3 (preço pela retirada de água) também é calculado tendo em vista as intervenções planejadas (por exemplo, barragens de regularização de vazão) e a economia no consumo de água que se pretende induzir nos consumidores.

e) Finalmente, cabe ao Estado, proprietário do recurso hídrico e seu gestor em nome da sociedade, monitorar as fontes poluidoras e os níveis de qualidade dos mananciais, tudo no sentido de verificar se a aproximação aos objetivos de longo prazo está sendo efetivada, ano após ano, e se a sua velocidade é a adequada.

Modelo francês x modelo gaúcho: semelhanças e diferenças

Dentro do sistema francês, o território foi dividido em seis (grandes) bacias hidrográficas e, em cada uma, foram estabelecidos objetivos de qualidade a serem atingidos (o chamado enquadramento das águas). A partir daí, cabe aos Comitês de Bacia (um para cada bacia), constituídos por representantes de diversos segmentos da sociedade, especialmente usuários da água, estabelecer planos de melhoria quantitativa e qualitativa que permitam gradativa aproximação dos objetivos de qualidade estabelecidos. Cabe às Agências de Bacia (uma para cada Comitê) dar assistência técnica aos Comitês, que passam a ser verdadeiros “parlamentos das águas”, estabelecendo os níveis do PUP e suas formas de aplicação no financiamento das intervenções planejadas. Resultou daí um sistema de gestão descentralizado e participativo, que tem sido considerado exemplar no mundo inteiro.

Assim, não é de admirar que o exemplo francês tenha sido forte inspirador da Lei estadual 10.350/94, que regulamenta o artigo 171 da Constituição gaúcha, dado que, justamente, o 3º e 4º princípio estabelecidos neste artigo, por assim dizer, induzem à adoção do sistema francês ou semelhante.

Entretanto, e como não poderia deixar de ser, a Lei gaúcha não é uma cópia da lei francesa, havendo, sob o ponto de vista institucional, quatro diferenças que devem ser desde logo destacadas:

1º) Embora o território gaúcho tenha sido dividido em três regiões hidrográficas (à semelhança das “bacias” francesas), temos em cada região entre quatro e nove comitês de bacia; isto implica, evidentemente, um grau maior de descentralização.

2º) Por questões de economia de escala, não haverá uma Agência de Bacia para cada Comitê, prevendo-se, apenas, três Agências (uma para cada região hidrográfica).

3º) A forma de escolha dos representantes, nos Comitês, dos diversos segmentos da sociedade, segue, no Rio Grande do Sul, linhas bem diferentes das do sistema francês. No sistema francês, o modo de representação é do tipo “de cima para baixo”: o Estado, como gestor das águas, estabeleceu a composição dos comitês, bem como os “colégios eleitorais” a partir dos quais os representantes deveriam ser escolhidos. Na experiência que está sendo implementada no Rio Grande do Sul, o esquema pode ser caracterizado como sendo “de baixo para cima”: a partir de lideranças interessadas na implantação da Lei das Águas, a sociedade de cada bacia é mobilizada no sentido de discutir e escolher um modelo de composição, bem como votar os representantes de cada segmento sugerido; cabe ao Estado sancionar (ou não, ou modificar) a composição e os representantes sugeridos.

4º) O enquadramento das águas, no caso gaúcho, não é feito diretamente pela comunidade, como foi o caso da França. No nosso caso, em virtude de legislação federal, o enquadramento é feito pelo órgão ambiental de cada estado da federação (no Rio Grande do Sul, a FEPAM), *após ouvida a sociedade*. O que a Lei 10.350/94 fez, isso sim, foi dar ao Comitê de Bacia um papel importante, como mobilizador da sociedade, no sentido de dar mais peso a essa audiência que a FEPAM deve promover, antes de conferir a palavra final.

A Lei 10.350/94 e o Desenvolvimento Sustentável

Como é bem sabido, o conceito de *desenvolvimento sustentável*, embora antecedido por nobres precursores (como, por exemplo, a noção de *ecodesenvolvimento*), foi efetivamente “lançado” em 1987 na obra *Nosso Futuro Comum*, elaborada pela Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (da ONU), e mais conhecida pelo nome de Relatório Bruntland. De lá para cá, o conceito de desenvolvimento sustentável tem-se constituído num pano de fundo constante nas discussões sobre o tema desenvolvimento x meio ambiente, a ponto de ter-se desgastado sobremaneira. (Coisa que, aliás, tem acontecido com tantos outros termos importantes, tais como democracia, participação, transparência, cidadania, sociedade civil, tecnologia).

Na definição do mencionado Relatório Bruntland, “o desenvolvimento sustentável responde às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as suas”. Ressalte-se que este enunciado compacto vai-se constituir no núcleo central de todas as discussões posteriores do conceito, apontando, desde logo, para questões cruciais, tais como a dos

direitos de gerações futuras (a chamada equidade intergeracional), a necessária visão de longo prazo e a questão de tomadas de decisão presentes que levem em conta a enormidade de incertezas quanto ao futuro, com a conseqüente necessidade de um comportamento cheio de precauções. Nesse sentido, a tragédia do Mar de Aral, na antiga URSS – pela qual o maior mar de água doce do planeta foi praticamente extinto por uma programa míope de desenvolvimento agrícola com irrigação predatória –, constitui-se num exemplo paradigmático do que *não é* um desenvolvimento sustentável.

Em 1989, em publicação do Banco Mundial, J. Pezzey já arrolava mais de 20 significações para o conceito de desenvolvimento sustentável². Para nossos fins, entretanto, não há nenhuma necessidade de nos embrenharmos por esse emaranhado de versões e acepções. Limitar-nos-emos ao exame de duas grandes vertentes, derivadas da Economia Ambiental e dos Recursos Naturais e da Economia Ecológica, e que, após devidamente cotejadas, permitir-nos-ão tentar uma resposta à pergunta-título deste artigo.

A primeira vertente é a que tem sido denominada de “sustentabilidade fraca”. Esta abordagem, inerente à Economia dos Recursos Naturais e do Meio Ambiente, deriva diretamente da teoria neoclássica do capital e do crescimento ótimo, enquanto aplicada aos bens e serviços naturais. Os dois pilares básicos são: 1) a concepção hicksiana (do Prêmio Nobel de Economia, Sir John Hicks) do rendimento – segundo a qual a renda real de uma pessoa é o fluxo de bens e serviços que ela pode consumir a cada período, desde que, ao fim de cada um deles, ela mantenha a capacidade de gerar um fluxo não menor no período seguinte – extrapolada para o conjunto das pessoas e para várias gerações; 2) a perspectiva de que os bens naturais são uma forma de capital que, incorporada a uma função de produção agregada, permite uma substituição perfeita entre eles e outros bens naturais ou bens de capital produzidos. Por esta abordagem, o que importa é a manutenção, a longo prazo, do consumo real *per capita*. Implícita em toda a abordagem está uma perspectiva otimista de que a contínua inovação tecnológica poderá substituir os bens naturais – tanto os exauríveis, quanto os renováveis que vierem a ser extintos – por outros bens naturais ou por bens de capital produzidos pelo próprio Homem. Assim, quando, por exemplo, o petróleo acabar, alguma outra forma de energia estará disponível (energia solar? fusão nuclear?); quando, por outro lado, uma floresta é extinta, algum outro tipo de capital natural ou artificial pode ocupar o seu lugar, de modo a não comprometer o fluxo de renda da presente geração e das vindouras. Como se depreende do exposto, este otimismo extrapola, para o futuro, o êxito da chamada Revolução Industrial dos dois últimos séculos, hoje alastra-

2 PEZZEY, J. citado por FAUCHEUX, S. & NÖEL, J.-F. *Economia dos Recursos Naturais e do Meio Ambiente*. Lisboa: Instituto Piaget, 1997.

da planetariamente, em afugentar – via inovação tecnológica contínua – o fantasma malthusiano.

A segunda vertente, por simetria, pode ser denominada de “sustentabilidade forte”. Esta abordagem é inerente à Economia Ecológica, uma tentativa multidisciplinar de enfrentar as questões do desenvolvimento x meio ambiente, surgida na década de 90, com base nos estudos pioneiros de K.E. Boulding e N. Georgescu-Roegen. Aqui, também, temos dois pilares a considerar: 1) as evidências existentes de mudanças climáticas (efeito estufa), do comprometimento da camada de ozônio, da acelerada perda de biodiversidade, da degradação de grandes porções de terras e a apropriação humana dos produtos da fotossíntese atingindo quase 50%, constituem fortes indícios de que estamos chegando a um potencial ponto de inflexão no processo de desenvolvimento; 2) o futuro é inerentemente *incerto* (no sentido de Frank Knight, de uma inexistência de distribuições de probabilidade conhecidas, o que impossibilita até mesmo uma análise de risco, bem como no sentido de K. R. Popper, na sua crítica ao historicismo). Estes dois conceitos apontam para a conveniência – e até a necessidade – de se adotar explicitamente o *princípio da precaução*, pelo qual as questões do esgotamento dos recursos naturais exauríveis e da extinção de recursos naturais renováveis passam a ser vistas com muito menos otimismo do que na abordagem anterior, com uma negação explícita da tese de uma substitutividade perfeita.

Uma vez expostas estas duas abordagens básicas sobre a sustentabilidade, podemos passar ao exame da questão: *o sistema de gestão dos recursos hídricos estabelecido pela Lei das Águas do Rio Grande do Sul enquadra-se em algum destes enfoques de sustentabilidade?*

Recorde-se que, à semelhança do sistema francês, o sistema proposto para o Rio Grande do Sul tem as seguintes cinco características:

1) O Estado, constitucionalmente, é proprietário dos recursos hídricos.

2) O Estado, ouvida a sociedade, fixa metas de qualidade dos corpos d'água, a serem atingidas a longo prazo, corporificando usos desejados desses corpos d'água, exigindo a melhoria (ou, ao menos, a manutenção) da qualidade atual.

3) O Estado delega aos Comitês de Bacia – verdadeiros parlamentos da água – o poder (e o dever) de planejar e executar as intervenções (estruturais e não estruturais) tendentes a alcançar, gradativamente, os níveis de qualidade estabelecidos; os Comitês decidem, também, via PUP, o preço da retirada de água e de despejo de efluentes, gerando assim os recursos financeiros para a viabilização das intervenções acordadas.

4) O Estado coloca à disposição dos Comitês as Agências de Bacia, órgãos técnicos destinados a delinear as pautas de decisão dos Comitês, bem como cobrar e carrear o dinheiro arrecadado via PUP.

5) O Estado tem o dever de monitorar permanentemente a qualidade e quantidade dos cursos d'água, bem como as emissões das fontes utilizadoras/poluidoras, no sentido de verificar (ou não) o alcance gradativo das metas estabelecidas, mantendo a sociedade informada sobre o processo.

Pelo exposto, deve ficar claro que uma sistema com estas características, executado em escala regional (de um Estado da federação), é na verdade *um sistema que aprende* na medida em que, tendo um sub-sistema de monitoramento e de transparência pública, pode permanentemente cotejar resultados de ações com metas e, assim, quando for o caso, corrigir rumos. Com base nisso, pode-se postular um legado, às gerações seguintes, de cursos de água que não estarão extintos nem serão cloacas, simples condutoras de dejetos. Neste sentido, há uma clara vinculação do disposto na Lei das Águas com a perspectiva da sustentabilidade forte, a segunda vertente acima analisada.

Entretanto, deve também ficar claro que esta vinculação, embora clara, não é uma identidade. De fato, a vertente da substitutividade forte (à semelhança da outra vertente) diz respeito aos bens naturais e ambientais na sua totalidade, isto é, ao meio ambiente como um todo. A Lei das Águas do Rio Grande do Sul, por outro lado, diz respeito à gestão apenas de um desses bens naturais: os corpos d'água. Assim sendo, ela não garante, *per se*, sustentabilidade efetiva – forte ou fraca – se políticas paralelas e compatíveis não forem executadas no que tange aos demais corpos receptores e demais bens naturais.

Que concluir de tudo isto? À primeira vista, a conclusão configura-se pessimista: é montado um sistema, de alta complexidade, que não pode assegurar, nem sequer em princípio, qualquer tipo de sustentabilidade a longo prazo. Entretanto, se nos debruçarmos sobre a experiência internacional em política ambiental, na qual nunca se encontra uma visão plenamente sistêmica, e, ao mesmo tempo, levarmos em conta o grande processo de aprendizado social que é deflagrado por um sistema de comitês de bacia, o nosso pessimismo pode transformar-se em otimismo moderado. O importante é não esmorecer no esforço de implantação do Sistema Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul.

Bibliografia Complementar

CÁNEPA, E. M. *et al.* *A questão dos resíduos sólidos e a legislação estadual de recursos hídricos do Rio Grande do Sul*. SEMINÁRIO REGIONAL SOBRE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL, 1ª, Universidade de Passo Fundo, 28 e 29 de abril de 1998.

CÁNEPA, E. M. *O Princípio Usuário Pagador e a Lei das Águas do Rio Grande do Sul*. Fascículo publicado pelo Comitê de Gerenciamento da Bacia do Rio Taquari/Antas. 1999.

COSTANZA, R. *et alii.* *An Introduction to Ecological Economics*. Boca Raton, Florida: CRC Press LLC, 1997.

Eugenio Miguel Cánepa é economista, pesquisador da Fundação de Ciência e Tecnologia (CIENTEC) e representante da Secretaria de Ciência e Tecnologia no Comitê Taquari-Antas.

Luiz Antonio Timm Grassi é engenheiro civil, membro do Conselho Consultivo da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES/RS e presidente do Comitê Lago Guaíba.

MEIO AMBIENTE E ÁGUA

perspectivas de gestão integrada no Rio Grande do Sul

*Nilvo Luis Alves da Silva
Volney Zanardi Júnior
Maria Dolores Schuler Pineda
Márcio Rosa Rodrigues de Freitas*

*C*omo articular o trato das questões ambientais em seu sentido amplo e da água em particular, levando em conta que os seus processos de gestão apresentam histórias, modelos institucionais e arranjos legais diferenciados? Este é o centro de uma discussão necessária e ainda por realizar-se. Mesmo sem entrar em detalhes, convém afirmar, como ponto de partida, que, do ponto de vista físico, biológico e sócio-econômico, é impossível separar tais questões. Dito isto, resta a complexa tarefa de relacionar o ambiente (e a água) com as formas de organização social e suas instituições. Para tanto, torna-se imprescindível identificar novos instrumentos de gestão e novas possibilidades de associá-los quando da formulação e implementação de políticas adaptadas às dificuldades estruturais do setor público, instância indispensável para gerir bens comuns como meio ambiente e água.

Os Sistemas Nacionais de Meio Ambiente e de Recursos Hídricos

De forma geral a resposta política à crise ambiental identificada no início dos anos 60 no mundo industrializado foi a institucionalização da questão ambiental como um setor dentro da estrutura do Estado e a criação de um arcabouço legal específico.¹ O Brasil não fugiu a esta realidade com a criação da Secretaria Especial de Meio Ambiente (SEMA)² em 1973 e, na década de 80, através da Lei 6.938/81 com a criação do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA) e respectivos instrumentos de planejamento e gestão ambiental³. O SISNAMA foi previsto como um sistema descentralizado, o que foi reforçado com a Constituição de 88, que incluiu os municípios como entes da federação. Em rápidas palavras, pode-se dizer que o enfoque predominante do setor de meio ambiente sobre a questão das águas resumiu-se a aspectos qualitativos e controle da poluição. O Rio Grande do Sul, com suas particularidades, seguiu esta regra geral com o Departamento de Meio Ambiente (DMA) e mais tarde a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM).

A preocupação com a gestão de recursos hídricos, no Brasil, aparece de forma incipiente já na primeira metade do século passado com o Código das Águas. Este código garantiu o desenvolvimento do setor hidrelétrico com aproveitamento do potencial hidráulico para geração de eletricidade. No entanto, só em 1997 aparece a Lei 9.433 que trata da estruturação do Sistema Nacional de Recursos Hídricos (SNRH), definindo claramente os seus instrumentos de planejamento e gestão. Paralelamente estruturaram-se políticas estaduais de recursos hídricos em muitos estados brasileiros, sendo que algumas são anteriores à própria política nacional, como é o caso do Rio Grande do Sul (Lei 10.350/94).

Enquanto o setor responsável pela gestão ambiental nasce de uma forma centralizada através da União e dos Estados, a partir da Constituição de 1988 passam a ganhar gradativa importância os municípios, principalmente os de maior porte. Contrariamente, a gestão de recursos hídricos, apesar de nascer centralizada dentro de órgãos fortemente ligados ao setor elétrico como o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (DNAEE)⁴, acaba derivando rapidamente, após a Constituição de 88, para os estados, que começam a estruturar seus sistemas estaduais de gestão de recursos hídricos. Hoje percebe-se uma tendência a re-centralização na esfera federal com a criação da Agência Nacional das Águas (ANA).

Integração dos Sistemas de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

De forma simplificada apresentamos na figura 1 as estruturas institucionais dos dois sistemas e seus principais instrumentos. A necessidade concreta de tratar os dois temas de forma

¹ ATKINSON, A. Environment and development: concepts and practices in transition, *Public Administration and Development*, v. 11, 404-413, 1991.

A principal característica deste período foi uma tentativa de cunho legislativo de abordar todos os aspectos da realidade ambiental com, no mínimo, um conjunto de regras sobre condutas legítimas a respeito da emissão de substâncias. Isto tomou a forma burocrática clássica da diferenciação funcional, dividindo a realidade em seções menores com base na chamada "divisão compartimental" que divide o meio ambiente em ar, água, solo e, às vezes, ruído. As estruturas organizacionais refletiram a mesma divisão. (...) A política ambiental era uma questão de tentar controlar a qualidade destes compartimentos através da imposição de metas de qualidade ou regulando as várias atividades industriais envolvidas através de permissões de poluição. In: HAJER, M. A. *The Politics of Environmental Discourse - Ecological Modernisation and the Policy Process*. Oxford: Oxford University Press, 1994. p. 25.

² Ver, por exemplo, GUIMARÃES, R. P. The Bureaucratic Politics of Environmental Policies. In: *The Ecopolitics of Development in the Third World - Politics & Environment in Brazil*. New York: Lynne Rienner Publishers, 1991, p. 142-171.

³ Indubitavelmente o licenciamento e os estudos prévios de impacto ambiental são os instrumentos mais importantes criados até o momento.

⁴ O início da institucionalização do Gerenciamento das Águas no Brasil data de 1920, quando foi criada a Comissão de Estudos de Forças Hidráulicas do Serviço Geológico e

Mineralógico do Ministério da Agricultura. Com a reformulação deste Serviço em 1933, surgiu uma Diretoria de Águas que deu origem ao Serviço de Águas e, em 1934, o Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM. Em 1961, o DNPM foi desligado do Ministério da Agricultura e vinculado ao Ministério das Minas e Energia, transformando-se em DNAE em 1965 e DNAEE em 1977.

articulada passa necessariamente pela identificação dos elementos de articulação interna de cada sistema e entre os dois sistemas, o que se faz a seguir.

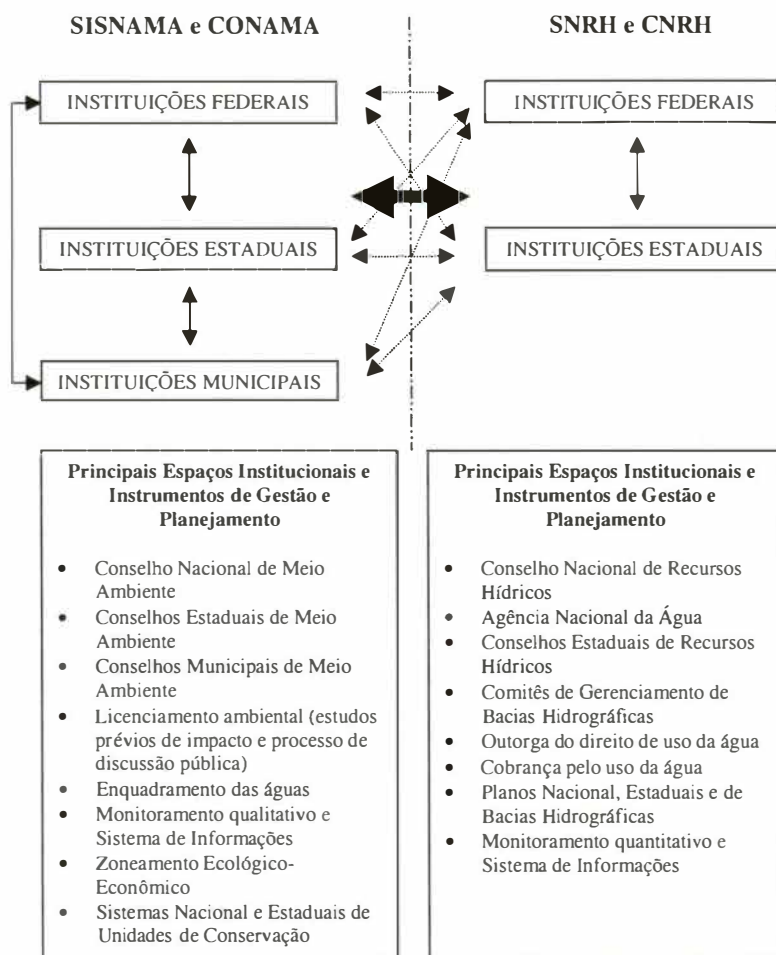


Figura 1
Esquema simplificado dos Sistemas Nacionais de Meio Ambiente e Recursos Hídricos e seus principais instrumentos.

É importante destacar que há diferenças significativas na forma de organização institucional dos dois setores entre os Estados. Podemos dizer que dois modelos básicos têm sido adotados dentro de cada unidade da federação. Um em que a gestão das águas e meio ambiente está sob única coordenação política (Secretarias Estaduais) e outro em que as duas questões estão sob

coordenações políticas distintas. Da mesma forma, não se pode ter como pressuposto um setor ambiental monolítico e internamente bem articulado. Questões como gestão florestal, licenciamento e controle de poluição das águas são em muitos casos exercidas por instituições diferentes e com problemas de articulação.

As articulações internas do SISNAMA

Mesmo possuindo ainda vários problemas de capacitação e articulação entre os diferentes níveis da Federação, os órgãos do SISNAMA apresentam-se em um nível de estruturação superior em relação ao SNRH. A aplicação de instrumentos como o licenciamento ambiental por parte dos órgãos federal e estaduais representa hoje um acúmulo fundamental. Da mesma forma, a contribuição do Conselho Nacional de Meio Ambiente e dos diversos Conselhos Estaduais na formulação de políticas ambientais é bastante significativa. Atualmente verificam-se movimentos consistentes na direção de qualificar e garantir um papel mais importante para os municípios no processo de gestão ambiental.⁵

Destacamos duas questões que consideramos ser limitações importantes nos órgãos do SISNAMA. Primeiro, a ausência de um espaço de articulação do setor público entre os níveis da federação, o que tem provocado a desarticulação e fragmentação na definição e implementação das políticas do setor em nível nacional e regional.⁶ Segundo, a abordagem excessivamente pontual do importante instrumento de licenciamento ambiental e a ausência de avaliações prévias de impacto em nível mais estratégico.⁷

As articulações internas do SNRH

Uma situação mais difícil de abordar é a articulação das instituições estaduais e federais dentro do Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Basicamente isto deve-se à forma ainda incipiente em que se encontra a estruturação dos sistemas nacional e estaduais. O caso da aplicação da outorga de direito de uso da água, instrumento fundamental na gestão de recursos hídricos, pode ser citado como exemplo desta situação. Apesar de experiências de implementação em alguns estados e mais recentemente pela União, elas são ainda bastante limitadas.⁸

Mesmo que já conhecidos, é importante destacar alguns aspectos do arranjo para a gestão das águas no Brasil. Em primeiro lugar, a definição da bacia hidrográfica como espaço de gestão e planejamento. Em segundo lugar, e paradoxalmente, o foco na bacia hidrográfica como espaço geográfico de captação, como critério físico de drenagem, e não como um espaço territorial com suas relações. Deste modo, o foco da gestão das águas tem sido na administração de oferta e disponibilidade do recurso (em quan-

⁵ No nível nacional ver Resolução CONAMA 237/98. No Rio Grande do Sul, onde existe processo de compartilhamento da gestão ambiental Estado/Municípios e de descentralização do licenciamento, ver Resoluções 005/98 e 004/00 do Conselho Estadual de Meio Ambiente (CONSEMA).

⁶ A Associação Brasileira de Entidades Estaduais de Meio Ambiente (ABEMA) vem gestando junto ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) a criação de um espaço institucional de articulação reunindo Ministro e Secretários Estaduais de Meio Ambiente.

⁷ Talvez o exemplo mais cabal desse processo de avaliação pontual seja o licenciamento caso a caso de hidrelétricas dentro de uma mesma bacia hidrográfica. Esta prática dificulta, por exemplo, a articulação do licenciamento com o planejamento das bacias hidrográficas.

⁸ Na maioria dos casos trata-se de um procedimento de outorga ainda bastante limitado sem os estudos quali-quantitativos necessários e sem a existência de enquadramento dos recursos hídricos e de um plano de bacia que possibilite a hierarquização dos usos baseada na vontade dos usuários e da população da bacia.

⁹ Abordagens que tratem da questão da água apartada do território, de seus processos sócio-econômicos e da diversidade de ecossistemas que sustentam e são sustentados pela sua dinâmica trazem consigo limitações importantes. Queiramos ou não, quando falamos de água nos referimos à proteção de ecossistemas, manutenção da biodiversidade, do território e do planejamento do uso do solo nas bacias. Entretanto, o foco tem sido fixado nas questões hidráulicas e em intervenções estruturais como barramentos e obras de saneamento. Para um resgate da diversidade de experiências de planejamento integrado de bacias hidrográficas no país, ver LACORTE, A. C. *Gestão de Recursos Hídricos e Planejamento Territorial: as experiências brasileiras no Gerenciamento de Recursos Hídricos*. Rio de Janeiro, IPPUR/UFRJ, 1994. (Dissertação de Mestrado).

¹⁰ O planejamento por bacias através dos Comitês de Gerenciamento de Bacia pode ser mesmo o antídoto contra a fragmentação das políticas de desenvolvimento com foco nos municípios.

¹¹ No caso do Rio Grande do Sul os comitês Sinos e Gravataí são anteriores à própria Lei 10.350/94, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos.

¹² Por exemplo, o paradoxo da questão do enquadramento. A Resolução 012/00 do CNRH que garante para si aprovação do enquadramento dos rios federais enquanto os procedimentos de enquadramento são estabelecidos pela Resolução 020/86 do CONAMA que delega o enquadramento aos órgãos estaduais.

tidade e qualidade) e na resolução de conflitos setoriais pelo seu uso.⁹ Em terceiro lugar, e talvez o aspecto mais importante, a existência de espaço institucional de controle e participação social deliberativa na gestão e planejamento do uso da água, os Comitês de Gerenciamento de Bacias Hidrográficas. Este espaço não encontra similar dentro do SISNAMA. De fato, a descentralização do sistema e a regionalização por bacias hidrográficas traz consigo potencialidades ainda pouco exploradas no país, mesmo teoricamente.¹⁰

Uma última questão que deve ser destacada diz respeito ao processo de estruturação do SNRH. Podemos dizer que o processo de construção do SNRH é bem menos linear do que no caso do SISNAMA.¹¹ Quando da promulgação da Lei e das instituições federais, já havia em vários Estados leis, instituições e processo de organização social através de Comitês de Bacia. Tendo em vista que a organização e a mobilização social são condições fundamentais para o funcionamento e sustentação das políticas públicas do setor, coloca-se uma questão central: como compatibilizar a construção de uma política nacional e ao mesmo tempo legitimar e estimular a mobilização e a organização social pré-existente ao SNRH?

Hoje o governo federal faz um movimento no sentido de retomar a centralidade do processo de gestão de recursos hídricos através da criação da ANA e de uma extensa regulamentação que ora se desenvolve no CNRH.¹² Soma-se a isto a baixa representação social no CNRH dificultando o controle das políticas públicas de gestão das águas por parte da sociedade e ainda a limitação dos espaços de participação em nível federal em comparação com o SISNAMA.

Resumindo, pode-se afirmar que os dois sistemas são complexos, prevêem uma estrutura descentralizada, possuem tradições e estruturas técnico-institucionais diferentes e possuem muitas questões internas de articulação não resolvidas. A próxima seção irá explorar algumas das possibilidades de articulação entre estes dois sistemas.

A articulação dos Sistemas de Meio Ambiente e de Recursos Hídricos

São várias as possibilidades de articulação. Basicamente a estratégia para a articulação dos sistemas parte de uma articulação dos seus respectivos instrumentos e instituições.

No Rio Grande do Sul, a criação da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA) ocorreu dentro desta perspectiva. A justificativa do Projeto de Lei de criação da SEMA apresentou como objetivos, por exemplo: (i) articular e racionalizar as funções e políticas dos setores florestais, de recursos hídricos e de controle e licenciamento ambientais e seus respectivos sistemas; e (ii) ra-

¹³ No Rio Grande do Sul existe um Sistema Estadual de Proteção Ambiental (SISEPRA), criado pela Lei 10.330/94, que incorpora o Sistema Estadual de Unidades de Conservação (SEUC) e o Sistema Estadual de Recursos Hídricos (Lei 10.350/94).

¹⁴ O enquadramento é o termo legal para designar parte do processo de planejamento dos usos da água. De forma simples, este planejamento deve definir as metas de proteção ambiental e os usos prioritários que queremos fazer de nossos lagos e rios e de suas águas no futuro (ver FEPAM. Diretrizes Ambientais para o Desenvolvimento dos Municípios do Litoral Norte. *Cadernos de Gestão e Planejamento Ambiental*, n.1, 2000, p.15). No Rio Grande do Sul o processo social de enquadramento tem sido conduzido pelos comitês de bacia com o apoio técnico do órgão de gestão ambiental, a FEPAM.

¹⁵ Os planos de bacia estabelecem o que deve ser feito para garantir os usos futuros da água definidos socialmente pelo processo de enquadramento. As ações de um plano de bacia podem envolver desde a proteção de ecossistemas frágeis até a construção de estações de tratamento de esgoto.

¹⁶ A implantação de um grande usuário da água na bacia traz como compensação dentro do licenciamento o apoio à gestão e planejamento do uso da água na bacia.

¹⁷ Parte deste processo foi realizado no ano de 1999 com a criação da SEMA, através da Lei 11.362, e concluído em dezembro de 2000 com a transferência do Fundo de Recursos Hídricos e a presidência do Conselho de Recursos Hídricos para a SEMA, através da Lei 11.560.

cionalizar os procedimentos de controle, outorga e licenciamento de forma a reduzir os custos, para a sociedade e para o Governo Estadual, relativos ao controle do uso dos recursos naturais e à manutenção e melhoria das condições ambientais no Estado.¹³

No Rio Grande do Sul já realizamos alguns esforços importantes neste sentido. Citamos quatro exemplos: o envolvimento dos comitês de bacia no licenciamento ambiental, a articulação entre licenciamento de irrigação e outorga do uso da água, o licenciamento regional com instrumentos do sistema de recursos hídricos e a relação entre o zoneamento ecológico-econômico, enquadramento¹⁴ e os planos de bacia.¹⁵

O primeiro exemplo trata da articulação de uma instância do sistema de recursos hídricos como fórum de discussão de um instrumento do sistema de meio ambiente. É o caso do licenciamento de uma termoelétrica¹⁶ na bacia do rio Caí, na região metropolitana de Porto Alegre. Por um lado, procurou-se ampliar os espaços de discussão pública do licenciamento ambiental através dos comitês de bacia. Em contrapartida, várias das compensações definidas através deste processo dizem respeito à estruturação do sistema de recursos hídricos e ao planejamento da bacia: implantação de rede de monitoramento quali-quantitativo, custeio da elaboração do plano de bacia e cadastro de usuários. Isto é possível devido à articulação dos órgãos de gestão ambiental e da água (FEPAM e DRH) agora dentro da mesma secretaria.¹⁷ Isto vai possibilitar a construção de uma base de informação e de um processo de mobilização social comum, criando as bases para uma estratégia ambiental de alcance regional que procura tratar a água e os outros ecossistemas de forma articulada.

O caso da irrigação também pode ser citado. Esta é uma questão central e ainda um desafio em aberto. Os instrumentos de outorga do uso da água e licenciamento da irrigação encontram-se ainda em fase incipiente no Rio Grande do Sul. Estamos buscando tratar as duas questões de forma articulada. O licenciamento da irrigação (que tem como princípio regular o uso da água com a preocupação de proteção dos ecossistemas aquáticos) e a outorga do direito de uso da água (criada para regular o uso com a preocupação central de compatibilizar diferentes interesses econômicos e sociais). Novamente procura-se administrar os recursos disponíveis e a formação de critérios técnicos e bases de dados comuns.

Um terceiro exemplo diz respeito ao licenciamento ambiental de implantação de um plano de aproveitamento hidrelétrico na bacia dos rios Taquari e Antas. Neste caso, evita-se o licenciamento de hidrelétricas caso a caso e exige-se um olhar sobre toda a bacia hidrográfica. Os estudos de impacto ambiental deverão ser superpostos aos estudos de inventário de potencial hidráulico da bacia com o intuito de subsidiar o seu planejamento integrado,

trazendo a avaliação ambiental para um nível mais estratégico. Isto favorece, por exemplo, a identificação de áreas prioritárias de preservação, disponibilidade de áreas para reassentamento de populações atingidas pela criação de reservatórios, preservação de biodiversidade podendo subsidiar a aplicação de instrumentos do próprio sistema de recursos hídricos como outorga, cobrança, plano de bacia.

O quarto exemplo trata da possibilidade de articular o processo de enquadramento com o de planejamento territorial através do zoneamento ecológico-econômico. Esta experiência vem sendo desenvolvida pelo Programa de Gerenciamento Costeiro (GERCO) da FEPAM no litoral norte do Estado do Rio Grande do Sul.¹⁸ A partir deste trabalho pode-se operar o rebatimento das diretrizes gerais do zoneamento ecológico-econômico com os planos diretores municipais, ligando a ação dos municípios à gestão das águas. A partir das macro-diretrizes definidas no zoneamento ecológico-econômico (inclusive enquadramento) o trabalho será aprofundado com recursos financeiros através do Plano Nacional do Meio Ambiente (PNMA) II. Mais uma vez as questões da água relacionam-se com as questões sócio-ambientais da região.

¹⁸ Ver FEPAM. Op. cit.

Considerações finais

Há ainda muito o que ser feito com relação à articulação entre gestão ambiental e gestão da água. Vários dos exemplos aqui citados são ainda embrionários. Entretanto, eles estão baseados em um conceito de gestão que tem como diretriz central a integração. Evidentemente qualquer tentativa de gestão e planejamento integrados deve reconhecer que meio ambiente e água foram estruturados como setores distintos que possuem história, cultura técnico-institucional e instrumentos de gestão particulares. Portanto, há a necessidade de, a partir do arranjo institucional em vigor, realizar o esforço de buscar mais efetividade nas ações e articular os instrumentos de gestão disponíveis otimizando os recursos públicos escassos e as bases de informação existentes.

É preciso melhor utilizar e articular os instrumentos já disponíveis, como licenciamento ambiental, enquadramento dos corpos de água, outorga do uso da água e elaboração de Planos de Bacia. Nossas ações devem buscar resolver necessidades imediatas e estratégicas ao mesmo tempo. Os problemas devem ser enfrentados de forma a buscar a estruturação de um sistema de gestão. Os processos de planejamento devem ser pensados como momentos de inclusão, capacitação e mobilização da diversidade de atores sociais envolvidos com a "gestão" ambiental no Estado. A crescente importância dos Comitês da Bacia (incorporando uma diversidade de atores da sociedade civil) e dos Municípios, como atores descentralizados, deve ser destacada.

Nilvo Luiz Alves da Silva é engenheiro químico, mestre em Ecologia e Gestão Ambiental e presidente da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), Rio Grande do Sul.

Volney Zanardi Júnior é engenheiro químico, mestre em Ecologia e diretor do Departamento de Recursos Hídricos da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA), Rio Grande do Sul.

Maria Dolores Schuler Pineda é bióloga, doutora em Biogeografia e diretora técnica da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), Rio Grande do Sul.

Márcio Rosa Rodrigues de Freitas é engenheiro civil e chefe da Divisão de Planejamento do Departamento de Recursos Hídricos da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA), Rio Grande do Sul.

Muitas das questões aqui apresentadas não devem ser encaradas como questões conclusivas, mas como experiências em aberto. Neste momento, mais do que buscar modelos, o importante é realizar o esforço, consideradas as diferenças regionais no país, de articular-se com a realidade. Não podemos esquecer que vários desafios simultâneos estão colocados. É necessária não só a articulação de instrumentos mas, além disto, há o desafio de que as preocupações ambientais em geral e mais especificamente as questões relacionadas à água sejam incorporadas nas dinâmicas sócio-econômicas no país. Portanto, os processos de planejamento devem ser pensados também como momentos de mobilização social e de introdução das questões ambientais na agenda pública e principalmente nas estratégias de desenvolvimento de outros setores/esferas governamentais e atores sociais.

A experiência ainda embrionária no Rio Grande do Sul da criação da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e da articulação das políticas florestais, ambientais e hídricas conjuntamente com a estruturação de um sistema de gestão descentralizado e participativo apontam para o enfrentamento destes desafios.

PROJETO
RIO SANTA MARIA
a cobrança como instrumento
de gestão das águas

Oscar Fernando Osorio Balarine

A sociedade brasileira vem tomando consciência de que, para alcançar uma gestão eficaz de seus recursos hídricos, é necessária nova postura, representada por gerenciamento que assegure oferta de água potável de forma equitativa e ambientalmente sustentável. De outra parte, sabe-se que o uso da água sem um preço de referência conduz ao desperdício. Assim, inúmeros Comitês de Bacias Hidrográficas têm sido estruturados com o objetivo de implantar instrumentos de cobrança, de modo a racionalizar o uso dos recursos hídricos, bem como de levantar valores destinados a financiar intervenções no âmbito das bacias. Esforços nesse sentido estão sendo realizados por uma equipe multiinstitucional e transdisciplinar que trabalha para a modelagem da cobrança pelo uso da água na bacia do rio Santa Maria. Para entender a evolução deste projeto e a elaboração do seu instrumento de cobrança denominado STÁgua – Sistema de Tarifação da Água – é indispensável descrever, entre outros aspectos, as origens e a regulamentação brasileira do sistema de gestão das águas.

Água: gestão participativa e sustentável

Em anos recentes a aceleração das pressões ambientais tem levado a humanidade a repensar sua integração com o planeta Terra.

Dentre inúmeras preocupações, a demanda crescente pelo uso de recursos hídricos destaca-se como importante aspecto ao suporte da própria existência. A percepção do crescimento contínuo da população mundial, associado a um suprimento finito de água, conduz ao claro consenso de que sua utilização exige posicionamentos de longo prazo, visando implementar políticas racionais, que harmonizem desenvolvimento econômico e meio ambiente sustentável.

O problema não se reduz à falta de água em regiões desérticas. Mesmo no Rio Grande do Sul, onde se percebe razoável oferta de recursos hídricos, as demandas crescentes de água têm provocado situações insustentáveis para abastecer populações urbanas e para irrigação agrícola.

Satisfatoriamente, o Estado vem tratando esse problema de forma correta, compondo processo contínuo e sistemático, sustentado por abrangente legislação de apoio (Lei Estadual nº. 10.350/94 e Lei Federal nº. 9.433/97).

Mais do que isso, a eficiência no tratamento dessa questão parece assegurada, na medida em que se ancora em dois conceitos fundamentais. De um lado, pelo tratamento da água como bem econômico; de outro, pelo envolvimento das comunidades locais no processo.

O primeiro conceito (valorar economicamente a natureza) associa-se simplesmente à idéia de que, se a água for encarada como bem gratuito, então poluí-la, degradá-la, não custará nada. Assim, o consumo será ineficiente. Portanto, a cobrança de um custo real torna-se importante meio para que se racionalize o uso.

Já o segundo conceito (participação comunitária) envolve a contribuição de universidades, sindicatos, empresas, organizações governamentais e não governamentais, numa ampla discussão das complexas questões envolvendo a qualidade sustentável da água.

É nesse sentido que o movimento vem-se solidificando, identificado pela formação dos Comitês de Gerenciamento de Bacias Hidrográficas, num processo contínuo e participativo.

Mais ainda, tal processo toma vulto e legitimidade, ao estar representado por saudável movimento de baixo para cima, com as entidades locais (na verdade, pessoas que representam essas entidades) organizando e compondo ações por consenso, a partir de decisões colegiadas sobre políticas de longo prazo, visando a gestão sustentável dos recursos hídricos.

Sem dúvida, o envolvimento de pessoas locais, num sistema organizacional participativo e democrático, reúne bem maiores probabilidades de sucesso, do que aqueles processos de cima para baixo, impostos por uma burocracia distante.

Ao apostar nas lideranças locais para gerir seus próprios interesses, o Estado vem colaborando corretamente para o alcance de objetivos maiores, tais como o crescimento econômico sustentado, preservada a natureza.

Origens do Sistema de Gestão das Águas: a formação de uma consciência mundial

Desde o início da década de 1990 verifica-se a formação gradual de uma consciência mundial sobre a importância vital da água, com a conseqüente necessidade da adoção de práticas desejáveis, visando alcançar o uso equilibrado dos recursos hídricos, sem dúvida um dos mais importantes insumos para a preservação da vida no planeta.

Dentre inúmeros encontros mundiais incentivados pela Organização das Nações Unidas (ONU), destaca-se a *International Conference on Water and the Environment*, realizada de 26 a 31 de janeiro de 1992, em Dublin, Irlanda.

A conferência gerou documento, conhecido como a “Declaração de Dublin”, cujos princípios orientadores registraram a essência do que se entende, hoje, como filosofia básica e práticas recomendáveis para gestão dos recursos hídricos, em escalas regional, nacional e internacional.

Tais princípios orientadores¹ são descritos a seguir:

Princípio nº. 1

A água potável é um recurso finito e vulnerável, essencial ao sustento da vida, ao desenvolvimento e ao meio ambiente.

Considerando que a água sustenta a vida, a administração efetiva dos recursos hídricos exige um enfoque holístico, unindo o desenvolvimento social e econômico à proteção dos ecossistemas naturais. A administração efetiva engloba o uso da água e da terra, no conjunto total dos ambientes das águas superficiais e subterrâneas.

Princípio nº. 2

O desenvolvimento e a administração da água devem basear-se num enfoque participativo, envolvendo os usuários, planejadores e formuladores de políticas, em todos os níveis.

O enfoque participativo envolve criar consciência da importância da água entre os formuladores de políticas e o público em geral. Isto significa que as decisões sejam tomadas no nível mais inferior apropriado, com ampla consulta pública e envolvimento dos usuários no planejamento e implementação de projetos hídricos.

Princípio nº. 3

A mulher desempenha papel fundamental na provisão, administração e defesa da água.

O papel básico da mulher como provedora/usuária da água e guardiã do meio ambiente vivo², poucas vezes tem-se refletido

¹ Versão não oficial, a partir de tradução deste autor.

² É significativo registrar que o primeiro livro sobre Ecologia (*Silent Springs*) foi escrito, há apenas 40 anos, por uma mulher (Rachel Carson).

nos planos institucionais destinados ao desenvolvimento e administração dos recursos hídricos. A aceitabilidade e implementação deste princípio requer políticas positivas para associar necessidades específicas da mulher e para equipar e fortalecer a mulher, visando sua participação em todos os níveis dos programas de recursos hídricos, incluindo a tomada de decisão e implementações, num caminho definido por elas.

Princípio nº. 4

A água possui valor econômico em todos os seus usos e deve ser reconhecida como um bem econômico.

De acordo com este princípio, é vital reconhecer em primeiro lugar o direito básico de todo o ser humano ter acesso a água potável e saneamento, a um preço acessível. A falha passada em reconhecer o valor econômico da água conduziu a desperdícios e danos ambientais no uso do recurso. A administração da água como um bem econômico é um importante caminho para obter eficiência e equilíbrio no uso, encorajando a conservação e proteção dos recursos hídricos.

Essa consciência, solidificada na Rio 92³, tomou forma através da implantação de estratégias conduzidas por agências governamentais, a quem coube inicialmente formular políticas, planejamento e regulamentação da gestão de recursos hídricos, envolvendo, por outro lado, todos os demais participantes no processo, especialmente através da inclusão das comunidades locais no processo de administração do meio ambiente e na tomada de decisões.

³ Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio de Janeiro, Junho de 1992): Capítulo 18 – Proteção da Qualidade e do Abastecimento dos Recursos Hídricos: Aplicação de Critérios Integrados no Desenvolvimento, Manejo e Uso dos Recursos Hídricos.

Fundamentos do Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos

Desde 1934 o Governo Federal vem legislando sobre o uso da água, ano em que foi publicado o Decreto nº. 24.643 (10/07/34), conhecido como “Código das Águas”.

Já em 1988, com a promulgação da Constituição Federal, tornou-se imperativo atualizar essa legislação básica, de forma a ajustá-la ao prescrito no inciso XIX, do artigo 21 da Carta Magna.

Após longo processo de avaliação da gestão de recursos hídricos e da discussão de propostas para sua melhoria, surge a Lei nº. 9.433, em 08/01/97, instituindo a Política Nacional de Recursos Hídricos e criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Tal política pode ser identificada através de seu desdobramento em (a) Princípios Básicos; (b) Instrumentos de Política; e (c) Organismos para Gestão Compartilhada da Água, conforme descrição a seguir:

a) Princípios básicos

- 1º.) Adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento: trata-se do perímetro de área a ser planejada, através do estabelecimento de seu balanço hídrico, confrontando disponibilidades e demandas.
- 2º.) Usos múltiplos da água: nivela todas as categorias usuárias à mesma igualdade de condições, em termos de acesso a esse recurso natural.
- 3º.) Reconhecimento da água como bem finito e vulnerável: alerta para a necessidade da utilização preservacionista da água.
- 4º.) Reconhecimento do valor econômico da água: princípio destinado a induzir ao uso racional dos recursos hídricos, através da instituição da cobrança pelo uso da água.
- 5º.) Gestão descentralizada e participativa: prega a tomada de decisão no âmbito local e de seus governos regionais, cabendo ao Governo Federal apenas intervir quando tais níveis hierárquicos mais baixos não assumirem suas decisões; de outra parte, incentiva a gestão participativa, mediante envolvimento dos usuários, da sociedade civil organizada, ONGs e demais agentes interessados, possibilitando-lhes influir nos processos de tomada de decisão.

b) Instrumentos de política

- 1º.) Planos de Recursos Hídricos: são os programas adotados para melhor gestão das águas, no espaço geográfico da bacia, também procurando definir a distribuição das vazões entre os usuários da água.
- 2º.) Enquadramento dos corpos d'água em classes de usos preponderantes: trata-se de instrumento destinado a fortalecer a relação entre gestão de recursos hídricos e do meio ambiente, adotando a Resolução nº. 20/86 – CONAMA como referência para formulação das metas de qualidade a alcançar.
- 3º.) Outorga de direito de uso dos recursos hídricos: mecanismo pelo qual é concedida autorização (ou concessão) ao usuário, para que faça uso da água.
- 4º.) Cobrança pelo uso da água: instrumento destinado a fomentar o equilíbrio entre disponibilidade e demanda pela água, promover a redistribuição de custos sociais, financiar investimentos na bacia e ensejar a manutenção do sistema.
- 5º.) Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos: destinado a levantar bases de dados relativos aos recursos hídricos, alimentando a sociedade civil, gestores e usuários com informações imprescindíveis à tomada de decisões.

A figura 1, a seguir, mostra tais instrumentos de política, relacionados.

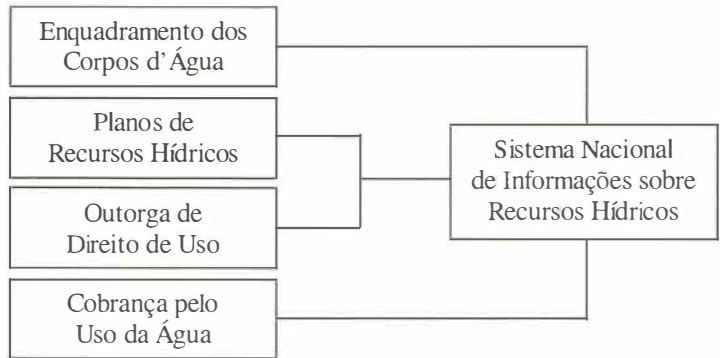


Figura 1

Instrumentos de Política de Recursos Hídricos.

Fonte: composição do autor, com base na Lei 9.433/97.

c) Organismos para gestão compartilhada da água

- 1º.) Conselho Nacional de Recursos Hídricos: é o órgão administrativo mais elevado, na hierarquia do Sistema Nacional de Recursos Hídricos, cabendo-lhe decidir sobre as grandes questões do setor.
- 2º.) ANA – Agência Nacional de Águas: autarquia vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, destinada a implementar a legislação federal sobre recursos hídricos.
- 3º.) Entidades Públicas: órgãos e entidades do serviço público federal, estaduais e municipais, com relevante atuação na gestão dos recursos hídricos, cabendo-lhes atuar em estreita parceria com os demais agentes.
- 4º.) Comitês de Bacias Hidrográficas: destinados a atuar como o “Parlamento das Águas”, no âmbito de suas bacias, são formados pela participação dos usuários (40%), representantes de Governos Estaduais e Federal (30%) e de representantes da sociedade civil (30%).
- 5º.) Agências de Água: trata-se da secretaria executiva dos comitês correspondentes, destinadas a gerir os recursos originados da cobrança pelo uso da água, além de executarem a “Engenharia do Sistema”.

A figura 2, adiante, mostra tais organismos para gestão compartilhada da água.

De outra parte, convém destacar que o Estado do Rio Grande do Sul antecipou-se à regulamentação federal, promulgando em 30/12/94 a Lei nº. 10.350, instituindo o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, nos termos do artigo 171 de sua Constituição. Convém salientar que a Lei Estadual 10.350/94, ainda que anterior à Lei Federal 9.433/97, está em plena consonância com essa legislação maior, adotando filosofia e políticas comuns.

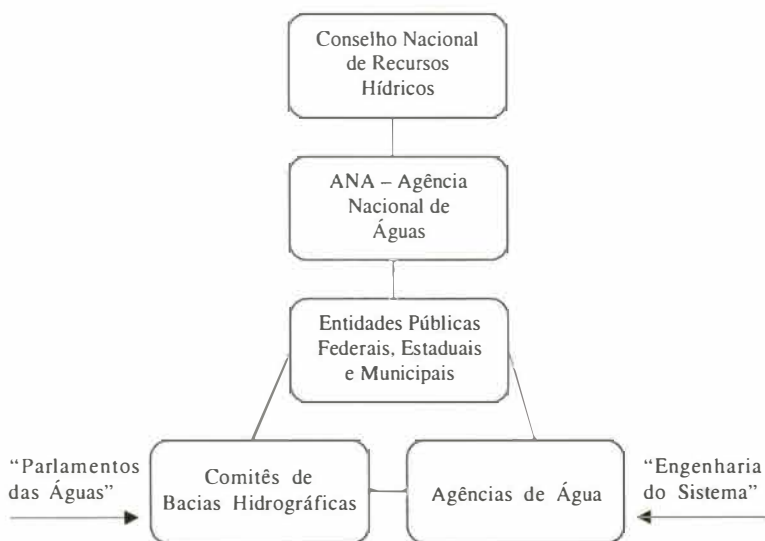


Figura 2

Organismos para Gestão Compartilhada da Água.

Fonte: composição do autor, com base em informações do MMA/SRH (1999).

Regulamentação da Gestão das Águas no Rio Grande do Sul

O Estado do Rio Grande do Sul, antecipando-se à atualização federal da lei das águas, já em 30/12/94 editou a Lei nº. 10.350, implantando sua Política Estadual de Recursos Hídricos. Ainda que anterior à legislação federal, o texto legal foi concebido nos termos estabelecidos sobre o assunto, tanto na Constituição Federal de 1988, como na Constituição Estadual do Rio Grande do Sul, de 1989.

Estruturada a partir da análise de diferentes modelos institucionais adotados em vários países, a Lei 10.350/94 colocou o Estado do Rio Grande do Sul na vanguarda de ações envolvendo o gerenciamento de recursos hídricos, mediante registro de seus objetivos estratégicos. Além disso, estabeleceu um processo de planejamento ágil e descentralizado, mediante adoção de instrumentos de gestão básicos. Tais instrumentos, capazes de responder de forma eficaz às complexas demandas originadas no ambiente dos recursos hídricos, estão compostos pela outorga do uso da água, cobrança pela utilização dos recursos hídricos e rateio dos custos originados no conjunto de ações necessárias ao cumprimento dos objetivos propostos pelos comitês de bacias hidrográficas, constantes de seus planos de bacia.

Mais adiante, em 04/07/95, o Estado novamente avança em sua regulamentação, implantando o Conselho de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul (CRH/RS), instância deliberativa superior do Sistema Estadual de Recursos Hídricos.

Já em 21/11/96, ocorre a regulamentação da outorga do direito de uso da água no Rio Grande do Sul, através do Decreto nº. 37.033.

Também em 21/11/96, através do Decreto Estadual nº. 37.034, é regulamentada a composição dos comitês de gerenciamento de bacias hidrográficas, instituídos com a finalidade de congregarem representantes de usuários da água, da população das bacias hidrográficas e de órgãos da administração direta federal e estadual atuantes em suas regiões, relacionados com recursos hídricos.

Assim, estava solidificada a legislação das águas no Estado do Rio Grande do Sul, obedecidos os princípios norteadores adotados no país, dentre os quais destacam-se a fundamental característica de uma gestão compartilhada, descentralizada e participativa.

Origens e evolução do Projeto Rio Santa Maria

Em 25/05/98, a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) firmou convênio com o Estado do Rio Grande do Sul, através da Secretaria das Obras Públicas e Saneamento (SOPS), com a interveniência do Fundo de Investimentos em Recursos Hídricos do RS (FRH/RS), visando conjugar esforços técnicos, econômicos, financeiros e administrativos, para o desenvolvimento de projeto destinado à definição de critérios para estruturação dos valores das contribuições financeiras a serem pagas pelo uso da água para irrigação, tendo como modelo a bacia hidrográfica do rio Santa Maria.

O trabalho, que passou a ser conhecido como *Projeto Rio Santa Maria*, originou-se no Convênio nº. 142/98, anteriormente firmado entre o Ministério da Integração Nacional – MIN (Secretaria de Infra-Estrutura Hídrica) e o Governo do Estado do Rio Grande do Sul (Secretaria das Obras Públicas e Saneamento – SOPS), contando com recursos federais (MIN), estaduais (FRH/RS) e particulares (PUCRS).

Para realização do projeto, sob coordenação da PUCRS, formou-se grupo interdisciplinar e multiinstitucional, associando pesquisadores desta Instituição, através de sua Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia – FACE (Departamento de Administração e Departamento de Economia) e de sua Faculdade de Engenharia – FENG (Departamento de Engenharia Civil), além de contar com a colaboração de consultores externos, vinculados à Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS (Instituto de Pesquisas Hidráulicas – IPH), Fundação de Ciência e Tecnologia do RS – CIENTEC e Instituto Anthropos (Organização Não Governamental – ONG).

A escolha da bacia hidrográfica do rio Santa Maria⁴ como objeto do estudo pioneiro, deveu-se ao estado avançado de seu programa de recuperação e desenvolvimento, da existência de um atuante comitê de gerenciamento, além da detecção de problemas típicos, tais como (a) redução da oferta, juntamente com aumento da demanda por água; (b) redução da capacidade natural de reservação da bacia, provocada pela drenagem de banhados e matas ciliares; (c) conseqüências negativas do item anterior, refletindo-se nos

⁴ A bacia do rio Santa Maria envolve seis municípios (Cacequi, Dom Pedrito, Lavras do Sul, Rosário do Sul, Santana do Livramento e São Gabriel), tendo como base econômica a cultura irrigada do arroz.

ecossistemas aquáticos e no abastecimento público, principalmente nas cidades de Dom Pedrito e Rosário do Sul; e (d) incapacidade de desenvolvimento regional face à limitada disponibilidade de água em região cuja principal atividade é a lavoura irrigada de arroz.

Decorridos dois anos de trabalhos e simulações, sempre estimulada a efetiva participação do comitê de bacia, o grupo de estudos vinculado ao *Projeto Rio Santa Maria* definiu modelo destinado à cobrança pelo uso da água na bacia do rio Santa Maria, mediante distribuição dos custos das intervenções visando racionalizar seu uso e manutenção, adotando os conceitos “usuário-pagador” e “poluidor-pagador”, como descrito na seção seguinte, e que passou a denominar-se *STÁgua – Sistema de Tarifação da Água*.

O modelo STÁgua – Sistema de Tarifação da Água

Origens do modelo

A consciência de que a gestão de recursos hídricos representa um dos maiores desafios do próximo século, vem transformando o que foi até hoje apenas preocupação de uns poucos idealistas, em esforços para preservar a diversidade biológica e natural da Terra, na busca de caminhos razoáveis que conduzam a maior sustentabilidade.

Convocada pelo Estado do Rio Grande do Sul, a PUCRS não se furtou assumir seu papel nesse processo. Assim, em maio de 1998 firmou o Convênio n.º. 006/98 – SOPS-FRH/RS – PUCRS, passando a coordenar o Projeto Rio Santa Maria, conduzido por grupo de trabalho interdisciplinar e multiinstitucional, visando modelar a cobrança pelo uso da água no âmbito da bacia hidrográfica do rio Santa Maria.

Promovendo a cooperação entre profissionais de diversos campos do conhecimento, que vão desde a Hidrologia até a Administração, o grupo de trabalho reuniu contribuições valiosas que se materializaram em modelo intitulado STÁGUA – Sistema de Tarifação da Água, cuja metodologia, espera-se, possa ser aplicável às demais bacias hidrográficas nacionais, mediante adaptações adequadas.

Assim, através de projeto piloto em região chave do Estado do Rio Grande do Sul, a PUCRS aliou-se aos diversos atores influentes no sistema para, em conjunto, desenvolver visões de longo prazo, assegurando gestão sustentável dos recursos hídricos e investindo corretamente no futuro dos ecossistemas naturais.

Evolução do Projeto Rio Santa Maria:

um processo descentralizado e participativo

Consciente da interação necessária entre cientistas e não cientistas, o grupo de trabalho associado ao Projeto Rio Santa Maria buscou interagir com os agentes governamentais (Secretaria das Obras Públicas e Saneamento; Conselho de Recursos Hídricos/RS)

⁵ HAYECK, F. The use of knowledge in society. *The American Economic Review*, v. XXXV, n. 4, September 1945. p. 519-530.

e, particularmente, com os agentes locais (representados pelos componentes do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Santa Maria), incluindo-os na complexa atividade de assumir decisões inter-relacionadas, no planejamento e alocação dos recursos disponíveis para obtenção dos resultados do projeto.

Isto porque, como destacado por Hayeck,⁵ tomou-se consciência de que o conhecimento científico não representa a soma de todo o conhecimento, devendo-se respeitar a existência de um outro corpo de conhecimentos muito importante que, mesmo não podendo ser chamado de científico (no sentido de regras definidas), é essencial à evolução de projetos amplos como este.

Trata-se, portanto, do fomento à participação daqueles detentores de conhecimento baseado em condições locais e circunstâncias especiais, indispensáveis à busca de soluções coletivas.

Assim, assumiu-se o espírito da legislação nacional de recursos hídricos, que persegue o alcance de soluções locais, respeitadas as necessidades e tradições das populações regionais.

Essa interação, sempre respeitada durante a evolução do Projeto Rio Santa Maria, pode ser visualizada na figura 3, a seguir:

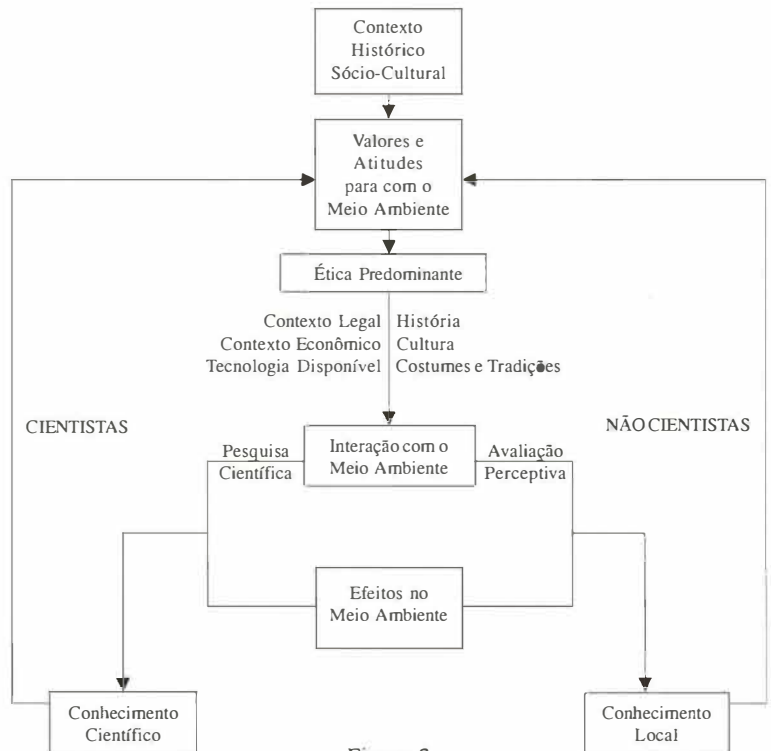


Figura 3

Modelo conceitual de interação entre cientistas e não cientistas, no ambiente da Bacia Hidrográfica do rio Santa Maria.

Fonte: adaptado de Rhoads & Herricks (1996).

Evolução do modelo “STÁgua” – metodologia e procedimentos

O Projeto Rio Santa Maria focou a tarifação, tanto pela retirada de água, como pelo despejo de efluentes, caracterizando-se como *instrumento financeiro*⁶ destinado ao suporte de investimentos necessários ao aprimoramento da infra-estrutura hídrica da bacia hidrográfica do rio Santa Maria.

De outra parte, o modelo resultante (STÁgua), na medida em que induz os usuários locais à moderação de suas utilizações do recurso água, também pode ser caracterizado como *instrumento econômico*⁷.

A característica do processo é que, sob a forma de um sistema adaptativo, ele adquire informações sobre o meio ambiente da bacia hidrográfica, identifica características específicas (representadas por variáveis controladas) e condensa essas informações em um modelo.

Então, com base no modelo, são distribuídos os custos das ações a implementar no mundo real, com cada usuário participando proporcionalmente a seus consumos e eventuais efeitos produzidos nos corpos d’água, sob a forma de quotas.

Tais quotas, ao identificarem periodicamente a participação relativa de cada usuário na absorção dos custos dos investimentos previstos nos planos de bacia, retroalimentam o modelo, criando uma saudável competição entre os usuários, que irão perseguir posicionamentos mais favoráveis. Isso porque, ao desenvolverem estratégias de consumo e esgotamento que melhor os classifiquem na distribuição dos custos, tais usuários estarão, complementarmente, colaborando para a realização dos objetivos de longo prazo do sistema, através do alcance da qualidade esperada e sustentável, dos recursos hídricos da bacia.

Para se atingir o resultado final do projeto, foi adotada a metodologia constante do diagrama a seguir:

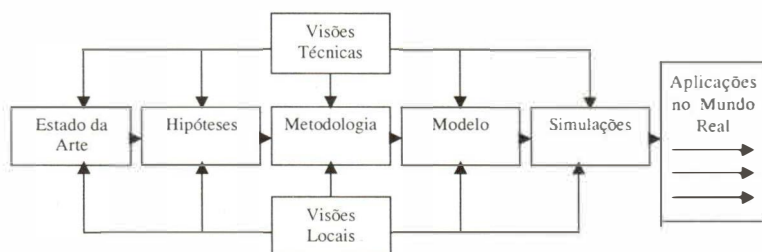


Figura 4

Projeto Rio Santa Maria – Metodologia para Evolução do Modelo.

Fonte: composição do autor, com base na metodologia adotada no projeto.

⁶ A Lei 9.433/97, em seu artigo 19, alínea III, prevê a cobrança do uso de recursos hídricos como instrumento financeiro, ao definir como um de seus objetivos “... III – obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos. ...”.

⁷ As alíneas I e II do artigo 19, da Lei 9.433/97, prevêm a cobrança do uso de recursos hídricos como instrumento econômico, ao definir entre seus objetivos “... I – reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; II – incentivar a racionalização do uso da água; ...”.

Partindo do diagrama, destacam-se as seguintes atividades:

- 1 – Exame do estado geral da arte referente à cobrança pelo uso da água, nos âmbitos internacional e nacional, avaliando-se as possibilidades concretas de aplicação de um modelo à bacia hidrográfica do rio Santa Maria, consideradas as informações disponíveis e o marco legal vigente.
- 2 – Com base na avaliação anterior, e em conjunto com os agentes públicos e locais, foram determinadas as hipóteses e consolidado o plano de trabalho.
- 3 – A partir da metodologia de trabalho, foi então desenvolvido o modelo denominado STÁgua – Sistema de Tarifação da Água, sob a forma de procedimentos de cálculos iterativos, baseados no modelo genérico MODCOTA⁸, operacionalizados na planilha eletrônica MS EXCEL®, considerando as informações disponíveis para cada usuário da água na bacia.
- 4 – Finalmente, em caráter preliminar, e considerada a disponibilidade de dados, procederam-se a inúmeras simulações do modelo, buscando sua testagem e calibragem.

⁸ O MODCOTA® é um modelo genérico desenvolvido pelo professor Sérgio Brião Jardim.

Uma analogia do processo de cobrança desenvolvido, vinculando-o aos conceitos de um condomínio residencial, parece oportuno e didático, visando a percepção simplificada do modelo.

Imagine-se um condomínio residencial formado para administrar custos com melhorias e manutenção de edificação composta por quatro unidades habitacionais (apartamentos), distribuídas em igual número de pavimentos, em prédio sem elevador. Tal descrição pode ser relacionada ao ambiente de gestão das águas, com a edificação representando a bacia hidrográfica e associando os condôminos aos usuários da água.

Imagine-se agora que, em assembléia dos condôminos (= comitê de bacia), seja decidida a instalação de elevador no prédio (= programa e intervenções dos planos de recursos hídricos).

Para distribuição dos custos com o investimento no elevador, é racional supor que os condôminos decidam por seu pagamento proporcional: (1) à área de cada apartamento (quanto maior a área, maior a participação do condômino nos custos); e (2) à posição vertical dos apartamentos na edificação (quanto mais alta a localização do apartamento na edificação, maior o uso do elevador e, portanto, maior a participação nos custos do investimento e de manutenção).

Assim como na analogia proposta, o modelo STÁgua utiliza percentuais (quotas), distribuindo os custos das intervenções na bacia entre seus usuários, sob a forma de participações proporcionais, calculadas com base nas variáveis incluídas no modelo. Essas variáveis podem estar representadas pela quantidade de consumo de água ou por qualquer outra medida que sirva como referência ao rateio dos custos dos investimentos e de manutenção do sistema, desde que mensuráveis e aceitas pelo Comitê de Bacia.

6.4. Descrição sucinta do modelo STÁgua

Como resultado do projeto, surgiu o modelo STÁgua – Sistema de Tarifação da Água, para aplicação específica à bacia hidrográfica do rio Santa Maria.⁹

⁹ O STÁgua pode ser disponibilizado em planilha MS-EXCEL®, com manual de instruções, condicionado à adequação para as peculiaridades de cada bacia hidrográfica.

O STÁgua é um instrumento de gestão destinado a modelar a cobrança pelo uso da água em bacias hidrográficas, mediante distribuição dos custos das intervenções visando racionalizar seu uso e manutenção, adotando os conceitos “usuário-pagador” e “poluidor-pagador”.

1. Propostas do modelo:

- Classificar os usuários da bacia hidrográfica.
- Estabelecer quotas de participação.
- Determinar cobrança proporcional às quotas.

2. Origens do modelo:

- “Projeto Rio Santa Maria” – Convênio entre o Estado do Rio Grande do Sul (Secretaria das Obras Públicas, Saneamento e Habitação/Fundo de Recursos Hídricos-RS) e a Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS).

3. Forma da cobrança:

- Aplicação das quotas sobre os custos das intervenções.
- Intervenções: programadas e decididas no âmbito do Comitê de Bacia.

4. Objetivo do modelo:

- Garantir o processo de indução ao uso racional da água na bacia.

5. Estrutura da cobrança:

$$t = t_G + t_R + t_D$$

Sendo:

t = contribuição financeira total

t_G = contribuição para suporte de gestão

t_R = contribuição por retirada de água

t_D = contribuição por despejo de efluentes

Onde:

$$t_G = 0,10 (t_R + t_D)$$

$$t_R = q_R [(CR)_i + (CR)_{om}]$$

$$t_D = q_D [(CD)_i + (CD)_{om}]$$

Para:

q_R = quota de participação por retirada de água

q_D = quota de participação por despejo de efluentes

- $(CR)_i$ = custo de intervenção para retirada de água
 $(CR)_{om}$ = custo de operação/manutenção de intervenções para retirada de água
 $(CD)_i$ = custo de intervenção referente a despejo de efluentes
 $(CD)_{om}$ = custo operação e manutenção para intervenção referente ao despejo de efluentes

6. Variáveis:

- Grandezas quantitativas passíveis de medição e controle.
- Utilizadas para avaliação e classificação dos usuários.
- Estabelecidas e ponderadas pelo Comitê de Gerenciamento e condicionadas às peculiaridades de cada bacia hidrográfica.

7. Ponderação das variáveis:

- Os pesos associados às variáveis podem ser fixados pelo Comitê, ou através do Método Analítico Hierárquico, mediante análise matricial das variáveis aos pares.

8. Método de classificação dos usuários:

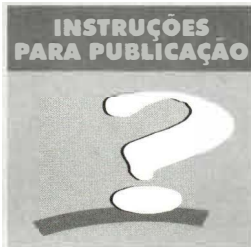
- Análise Multicritério/Programação de Compromisso.
- Os usuários são classificados pela medição de suas distâncias de uma situação ideal (quota zero), através das variáveis ponderadas.

9. Quotas de participação:

- Correspondem ao desvio de cada usuário da solução ideal.
- Os desvios são normalizados (entre zero e um).
- Quanto mais distante da solução ideal, maior a quota de participação do usuário.

Concluída a modelagem proposta, em agosto de 2000, espera-se que a experiência com o Projeto Rio Santa Maria e seu produto (STÁgua – Sistema de Tarifação da Água), possa representar contribuição útil para a evolução de aplicações práticas do instrumento *cobrança da água*, no ambiente do Sistema Nacional de Recursos Hídricos, coerente com este universo de valores que vem evoluindo generosamente, assentado nos princípios saudáveis de se alcançar uma gestão compartilhada, descentralizada e participativa.

Oscar Fernando Osorio Balarine é engenheiro civil, doutor em Engenharia de Produção, professor e pesquisador da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul e coordenador do Projeto Rio Santa Maria.



Ciência & Ambiente é uma publicação semestral editada pelo Centro de Ciências Rurais e pelo Centro de Ciências Naturais e Exatas da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Cada número da revista trata de temas específicos, previamente selecionados pelo Conselho Editorial e anunciados na edição anterior.

ESCOLHA DOS TEMAS

Os temas escolhidos devem enfatizar questões relativas à ciência, ao meio ambiente e à sociedade, considerando a totalidade das relações que se estabelecem entre eles e os princípios de um desenvolvimento econômico, social e ecológico sustentável. Incluem-se reflexões sobre o progresso científico, a relação homem-natureza, a geração de tecnologia e sua influência nas relações de poder. Podem ser abordados, ainda, assuntos referentes ao modelo de organização das instituições de ensino, pesquisa e extensão, e seus efeitos sobre a formação de recursos humanos e sobre a produção e difusão do conhecimento, entre outros.

ORIENTAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE ARTIGOS

Os artigos apresentados podem ser redigidos em português ou espanhol. Os autores devem informar sua função e instituição de procedência. O Conselho Editorial reserva-se o direito de sugerir modificações de forma, com o objetivo de adequar os artigos às dimensões da revista e ao seu projeto gráfico.

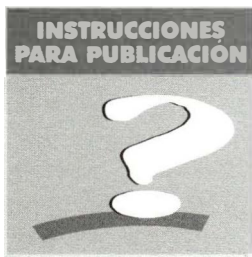
Os artigos encomendados têm prioridade na publicação.

Trabalhos enviados espontaneamente poderão ser publicados, desde que aprovados pelo Conselho Editorial.

Estes devem ser encaminhados à revista no período de 1º a 30 de abril e outubro, respectivamente. Recomendam-se aos autores textos com, no máximo, vinte laudas.

DISTRIBUIÇÃO

*A revista **Ciência & Ambiente** circula em todo o Brasil e em países da América Latina e Europa. Os interessados na sua aquisição (números individuais, assinatura) podem dirigir-se ao editor.*



Ciência & Ambiente es una publicación semestral editada por lo Centro de Ciências Rurais y por lo Centro de Ciências Naturais e Exatas de la Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Cada número de la misma trata de temas específicos, los que son previamente seleccionados por el Consejo Editorial y anunciados en la edición anterior.

SELECCIÓN DE LOS TEMAS

La revista aborda temas relativos a la ciencia, al medio ambiente y a la sociedad, considerando la totalidad de las relaciones que se establecen entre ellos y los principios de un desarrollo económico, social y ecológico sustentable.

Se incluyen reflexiones sobre la relación hombre-naturaleza, el progreso científico, la generación de tecnología y su influencia en las relaciones de poder.

Pueden ser tratados también temas referentes al modelo de organización de las instituciones de enseñanza, investigación y extensión, y sus reflejos en la formación de recursos humanos y en la producción y difusión del conocimiento, entre otros.

ORIENTACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE ARTÍCULOS

*Los artículos presentados pueden ser redactados en portugués o español. Los autores deben indicar su función y la institución a que están vinculados. El Consejo Editorial reserva para si el derecho de sugerir modificaciones de forma, con el objetivo de adecuar los artículos a las dimensiones de la revista y a su padrón editorial y gráfico. Las colaboraciones solicitadas por los editores tienen prioridad en la publicación. Los trabajos espontáneamente enviados deben ser remitidos a la revista en el período de **1° a 30 de abril y durante el mes de octubre**. Se recomienda a los autores textos de, a lo máximo, **veinte páginas**.*

DISTRIBUCIÓN

*La revista **Ciência & Ambiente** circula en todo el Brasil y en diversos países de Latino America y Europa.*

Los interesados en su adquisición (números individuales, suscripción) pueden dirigirse al editor.