

## Desafios da Gestão Integrada de Recursos Hídricos no Semi-árido

Vicente P. P. B. Vieira

Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental - Centro de Tecnologia/UFC

Recebido: 01/02 - revisão: 07/02 - aceito: 04/03

### RESUMO

*Este trabalho é uma tentativa para identificar e analisar os principais desafios da gestão integrada de recursos hídricos na região semi-árida brasileira. Algumas características locais são apresentadas: precipitação de 650 mm, coeficiente de variação do escoamento superficial de 1,4, evapotranspiração no entorno de 2000 mm, rios intermitentes, frequência de secas superior a 20%, eficiência dos reservatórios de aproximadamente 25%. Os desafios básicos são discutidos na perspectiva regional: segurança de barragens, planejamento integrado, coordenação interinstitucional, água como bem econômico, controle ambiental, capacitação institucional, outorga e domínio da água, eventos extremos, gerenciamento de risco. Algumas linhas estratégicas de ação e conclusões são finalmente postas, tais como: necessidade de implementação de um sistema regional de gestão hídrica, ampliação da infra-estrutura hidráulica, racionalização dos usos da água, capacitação de recursos humanos.*

**Palavras-chave:** gestão integrada; semi-árido.

### INTRODUÇÃO

A gestão integrada de recursos hídricos se constitui, na atualidade, em uma das prioridades fundamentais das políticas públicas, em todo o mundo, face ao incontrolado crescimento populacional, à avassaladora demanda hídrica para os mais variados fins e ao surgimento, cada vez mais intenso, de conflitos locais, nacionais e até internacionais, na disputa pelas limitadas disponibilidades hídricas.

Por outro lado, é preciso que se reconheça e se absorva, definitivamente, o fato de que a gestão da água tem caráter multidisciplinar, é extremamente complexa, com componentes físicos e comportamentais, e deve estar intrinsecamente atrelada à gestão ambiental e à promoção do desenvolvimento sustentável.

Nas regiões áridas e semi-áridas, a questão da gestão hídrica se torna mais imperativa e necessária, devido à escassez das reservas naturais de água e, sobretudo, à irregularidade, no tempo e no espaço, das precipitações e escoamentos superficiais. As instituições organizadoras da Conferência Internacional sobre Gestão de Recursos Hídricos em Regiões Áridas, a se realizar no Kuwait, em março de 2002, já advertem: *"A falta de recursos renováveis de água doce em regiões áridas e semi-áridas constitui um grande empecilho ao desenvolvimento sustentável de tais áreas. Há uma contínua luta para atender as demandas de água, para uma multiplicidade de usos. É de se esperar que nas próximas quatro ou cinco décadas, muitos países em todo o mundo venham experimentar severas restrições de oferta de água"*.

O objetivo deste trabalho é a identificação e análise dos principais desafios da gestão integrada de recursos hídricos, no Semi-Árido Brasileiro, inserido na Região Nor-

deste do país, bem como a indicação de algumas estratégias de ação para o aprimoramento dessa gestão.

### ANTECEDENTES

Podemos atribuir à criação da Diretoria de Águas do Ministério da Agricultura, em 1933, e à edição do Código de Águas, em 1934, o início do processo de gestão das águas no Brasil, de forma mais abrangente.

Outros fatos marcantes foram a criação do Departamento Nacional de Águas e Energia, em 1965, e a instituição do Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas - CEEIBH - por iniciativa do DNAEE, em 1978, objetivando o uso racional das disponibilidades hídricas das bacias hidrográficas federais.

No entanto, a gestão dos recursos hídricos, de forma integrada e sistêmica, passou a ser preocupação maior da sociedade e dos governantes, a partir da década de 80, tendo, como principais marcos, a CPI dos Recursos Hídricos, em 1982, o primeiro Seminário Internacional sobre Gestão de Água promovido pelo DNAEE, em 1983 e, finalmente, a promulgação da Constituição Federal de 1988 que atribuiu à União, no seu Art. 21, Item XIX, a incumbência de institucionalizar um Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos.

A partir de 1989, as Constituições Estaduais de todo o país, de forma direta ou indireta, dedicaram inúmeras cláusulas, seções ou capítulos inteiros, aos problemas relacionados com os recursos naturais, e em particular com os recursos hídricos, com o propósito de atingir o uso múltiplo, racional e sustentável da água, através de um balanço sem-

pre favorável de oferta e demanda, para as atuais e futuras gerações.

As leis estaduais de água estão sendo promulgadas e implementadas, a partir de 1991, iniciando-se com a lei pioneira do Estado de São Paulo (Lei 7663, de 30/12/91), seguida da lei cearense de 1992 (Lei 11996 de 24/7/92), e as demais que antecederam e se seguiram à Lei Federal das Águas nº 9433, de janeiro de 1997. Atualmente, todos os Estados do Nordeste já possuem suas respectivas leis de água.

No Semi-Árido Brasileiro, caracterizado como região periodicamente assolada pelas secas inclementes, as ações de governo se fizeram necessárias desde o início do Século XX, com a criação, em 1909, da Inspetoria de Obras contra as Secas - IOCS, depois transformada, em 1919, em Inspetoria Federal de Obras contra as Secas - IFOCS e, finalmente, em 1945, em Departamento Nacional de Obras contra as Secas - DNOCS, o qual se acha atualmente em fase de reestruturação e redefinição de objetivos.

É interessante observar que o Código de Águas de 1934 preconizava, em seu Art. 5, a promulgação de legislação especial para as “zonas periodicamente assoladas pelas secas”, onde todas as águas seriam consideradas “públicas, de uso comum”. Tal legislação, entretanto, jamais foi aprovada. A Constituição de 1988 viria resgatar, de alguma forma, essa lacuna, estabelecendo incentivos para o “aproveitamento econômico e social dos rios e das massas de água represadas ou represáveis nas regiões de baixa renda, sujeitas a secas periódicas.”

O DNOCS, no entanto, cobriu, substancialmente, esse vazio institucional, em função de suas atribuições legais, e se dedicou, essencialmente, nos seus noventa anos de existência, além de estudos científicos pioneiros dos solos e da fauna e flora regionais, à implantação de uma infra-estrutura hidráulica de açudes, poços e canais, capaz de aumentar a resistência à seca do homem do sertão, através do suprimento de água potável, dessedentação de animais, produção agrícola irrigada e criatório de peixes de água doce.

Outros organismos regionais, como a SUDENE, a CODEVASF, a CHESF, se engajaram, de forma diferenciada, no processo de desenvolvimento de recursos hídricos, o primeiro no contexto do planejamento sócio-econômico regional, e as duas companhias, no âmbito, respectivamente, dos aproveitamentos hidro-agrícola e hidro-energético do Vale do Rio São Francisco.

Na área de estudos e planejamento hídricos, merecem destaque alguns eventos recentes, ao mesmo tempo causa e consequência do crescente grau de conscientização da região e da população, no processo de construção de um sistema gerencial da água que seja realmente efetivo, tecnicamente saudável, descentralizado e participativo:

- Realização da Conferência Internacional sobre Impactos de Variações Climáticas e Desenvolvimento Sus-

tentável em Regiões Semi-Áridas - ICID, em 1992, na cidade de Fortaleza.

- Seminários de Recursos Hídricos do Nordeste/ABRH, realizados, desde 1992, a cada dois anos, em diferentes cidades nordestinas: Recife, 1992, Fortaleza, 1994, Salvador, 1996, Campina Grande, 1998, Natal, 2000.
- Projeto ÁRIDAS - Uma Estratégia de Desenvolvimento Sustentável para o Nordeste - 1992/94, com um capítulo específico sobre “A Água e o Desenvolvimento Sustentável do NE”.
- Criação do Conselho Interestadual de Recursos Hídricos e a publicação da Carta de Natal, 1994.
- Fórum dos Secretários de Recursos Hídricos do Nordeste e Minas Gerais e a publicação da Carta de João Pessoa, 1996.

## CARACTERÍSTICAS REGIONAIS

O Semi-Árido, e o Nordeste por extensão, possuem características próprias, quer sob o ponto de vista de tradição e cultura, quer sob o ponto de vista de recursos naturais, atividades econômicas e, especialmente, acentuada irregularidade climática e escassez relativa de água.

### Características hidrológicas

Em termos puramente hidrológicos, eis algumas especificidades regionais:

- Precipitação pluvial - No Nordeste, a precipitação média anual é da ordem de 950 mm, enquanto no “Polígono das Secas” (definição política do Semi-Árido) é de apenas 650 mm.
- Escoamento superficial - O deflúvio médio anual, no Nordeste, é de aproximadamente 160 bilhões m<sup>3</sup>, e no Polígono cerca de 90 bilhões m<sup>3</sup>. Enquanto o deflúvio nordestino corresponde a 4 l/s/km<sup>2</sup>, o deflúvio médio brasileiro é da ordem de 21 l/s/km<sup>2</sup> (ABRH, 1987).
- Coeficiente de escoamento - O coeficiente de escoamento superficial na região é muito baixo, variando entre 0,06 a 0,26, com média aproximada de 0,12 (Vieira, 2000).
- Evapotranspiração potencial - Bastante elevada, variando entre 1400 a 2000 mm, como valores médios nas 24 grandes bacias nordestinas (ÁRIDAS, 1994; Figura 1). Em inúmeros locais, ultrapassa 2000 mm.
- Déficit de evapotranspiração potencial - O déficit de evapotranspiração real em relação à evapotranspiração potencial (bom indicador de aridez) varia entre 50 mm (Gurupi) até valores superiores a 1000 mm em bacias como Acaraú-Coreaú, Curú, Jaguaribe, Apodi-Mossoró, Piranhas-Açú (ÁRIDAS, 1994)

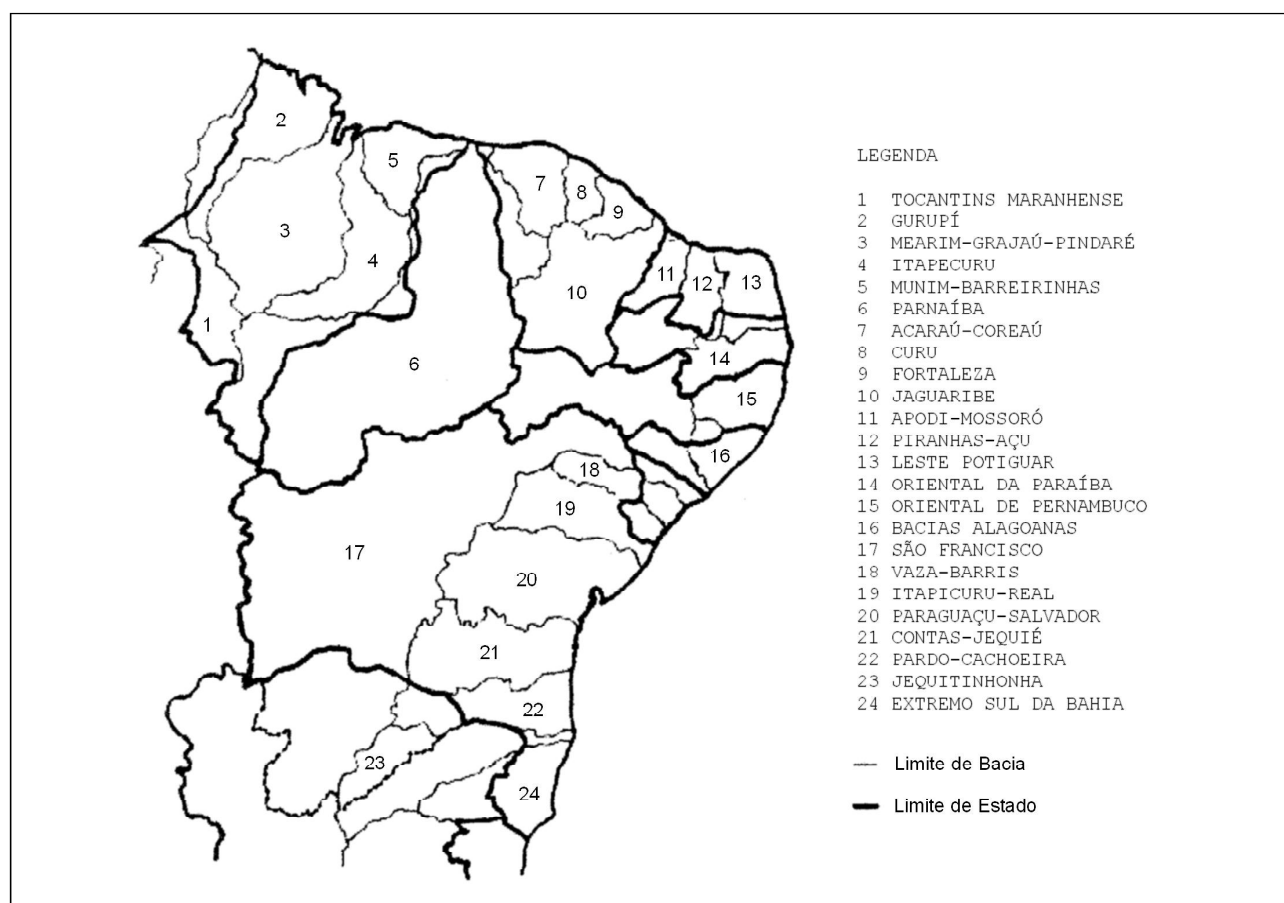


Figura 1. Bacias hidrográficas do nordeste; fonte: Projeto ÁRIDAS (1994).

- Intermitência dos rios - Todas as grandes bacias que constituem a região Nordeste têm rios intermitentes, à exceção das bacias do São Francisco e do Parnaíba (Vieira, 2000).
- Vulnerabilidade natural - A vulnerabilidade natural hídrica das bacias, pode ser definida através de dois parâmetros: pela intermitência dos rios e pela relação entre o Déficit de Evapotranspiração Potencial e a Precipitação Média, aqui chamado de Déficit de Evapotranspiração Potencial Relativo - DETPR. Quando DETPR > 1, as bacias de rios intermitentes são classificadas como fortemente vulneráveis, predispostas a situações críticas. É o caso das bacias: Acaraú-Coreaú, Curú, Jaguaribe, Apodi-Mossoró, Piranhas-Açu, Leste Potiguar, Oriental da Paraíba, Vaza-Barris e Itapicuru-Real (Vieira, 1999).
- Frequência de secas - A estatística das grandes secas ocorridas no Nordeste indicam 30% de anos secos no século XVIII, 16% de anos secos no século XIX e 23% de anos secos no século XX (SUDENE, 1981 e Vieira, 1999).
- Variabilidade de deflúvios - As vazões naturais dos rios possuem elevado coeficiente de variação, com valor médio para o Semi-Árido no entorno de 1,4 (Campos, 1997).
- Rendimento hídrico dos reservatórios - Em face do alto grau de evaporação, o rendimento dos reservatórios de acumulação é bastante baixo, com valores próximos a 25%, ou seja, o volume regularizado anual corresponde à cerca de ¼ da capacidade do reservatório, para os açudes de pequeno e médio porte. Um levantamento feito nos principais açudes do Estado do Ceará concluiu que enquanto as capacidades variavam entre 1 a 6 vezes o volume afluente anual, o rendimento hídrico variava entre 1,6% a 39,4% (SRH/CE, 1992).
- Predominância do cristalino - As áreas de formação cristalina representam cerca de 70% do Polígono das Secas, com aquíferos fissurais de potencial restrito (vazões médias no entorno de 4 m<sup>3</sup>/hora).

### Características gerenciais

Em termos de gestão hídrica propriamente dita, alguns aspectos característicos podem ser observados:

- Há na região, instalada durante praticamente 100 anos, uma vasta infra-estrutura hidráulica, composta por

grandes, médios e pequenos reservatórios, com uso predominante para abastecimento, irrigação e piscicultura. Embora ainda insuficiente para garantir a utilização integral das potencialidades hídricas regionais, já exige, em muitas bacias e sub-bacias, um sistema integrado de operação dos reservatórios, com vistas à otimização da eficiência hídrica e, em nível de planejamento, o estudo dos efeitos sinérgicos positivos e negativos.

- Semelhantemente, o número de poços, públicos e particulares, construídos, especialmente no Semi-Árido, é também imenso, resultando em dificuldades gerenciais significativas, tais como: controle e manutenção dessas obras, interferências e interações com as águas superficiais, recarga e contaminação dos aquíferos.
- O uso extensivo da água, com demanda atomizada e grande número de usuários, sem medidores individualizados, mesmo nos aglomerados urbanos, levam ao desperdício, ao uso inadequado e à ampliação dos períodos de escassez.
- O domínio das águas, ora federal, ora estadual, dependendo da bacia e da propriedade dos grandes reservatórios, causa problemas gerenciais importantes, pelas seguintes razões: a) os grandes açudes foram, em sua maioria, construídos pela União, especialmente através do DNOCS; b) sendo região de calamidade, a interferência da União se torna imprescindível; c) os Estados estão implementando os seus próprios sistemas de gestão e ampliando a infraestrutura hídrica existente.
- A interligação de bacias, inter e intraestaduais, cada vez mais necessária, por força do aumento de demanda e pela má distribuição das disponibilidades locais, passa a ser um problema significativo e complexo, no âmbito do planejamento e da gestão das águas.

## DESAFIOS BÁSICOS

Diante do exposto, e levando-se em conta o acervo de conhecimento e de obras desenvolvido na região, ao longo dos anos, podemos identificar e agrupar os problemas relacionados à gestão integrada de recursos hídricos no Semi-Árido, nos temas seguintes:

- segurança de obras hidráulicas;
- integração vertical do planejamento;
- articulação interinstitucional;
- uso da água como bem econômico;
- controle hidro-ambiental de bacias;
- capacitação institucional e tecnológica;
- participação da sociedade;
- outorga e domínio das águas;
- alerta para eventos extremos;

- gerenciamento de risco.

Analisaremos, um a um, cada um desses aspectos, na perspectiva regional, de forma a caracterizar os grandes desafios que os gestores da água deverão de enfrentar, na busca da sustentabilidade hídrica.

### Segurança das obras hidráulicas

A construção de açudes no Nordeste teve início no tempo do Império, destacando-se a pioneira barragem do Açude Cedro, em Quixadá, Ceará, construída em 1884/1906.

São dezenas de milhares as barragens de pequeno, médio e grande porte construídas em todo o Nordeste. Levantamento feito, por ocasião da elaboração do Projeto ÁRIDAS em 1992/94, publicado pelo IPEA (Vieira, 2000), da capacidade total de acumulação em reservatórios, alcançou a cifra de 85 bilhões de metros cúbicos (a área Nordeste/Sudene corresponde a 1.663.230 km<sup>2</sup>).

Se não considerarmos os reservatórios destinados à produção de energia hidroelétrica, Boa Esperança, Itaparica, Sobradinho, Xingó e Moxotó, a capacidade total cai para 30 bilhões m<sup>3</sup>. Desse total, 16,5 bilhões m<sup>3</sup> correspondem aos 295 açudes públicos construídos pelo DNOCS no Polígono das Secas e 1,4 bilhões m<sup>3</sup> aos 676 açudes construídos em regime de cooperação com particulares e prefeituras municipais.

Essa extensiva infra-estrutura hidráulica, implantada ao longo de tantos anos, com diferentes tecnologias e variadas finalidades, necessita, evidentemente, de cuidados especiais, quanto à sua segurança, tendo em vista os riscos de ordem física, estrutural e funcional, bem como os impactos negativos sociais, ambientais e econômicos que possam acarretar.

Há que se estabelecer, em bases técnicas e científicas sólidas, um sistema de monitoramento e controle dessas obras, envolvendo:

- Um cadastro técnico, sistematicamente atualizado, com as principais características de cada obra e de seu aproveitamento;
- Um serviço de manutenção preventiva, voltado para a integridade de suas estruturas e pleno funcionamento de suas instalações e equipamentos hidro-mecânicos e eletro-mecânicos;
- Uma estratégia de operação, adequada não só às épocas climáticas normais, mas também aos períodos de estiagem prolongada;
- Realização de inspeções periódicas, em conformidade com o tipo de barragem, porte da obra e grandeza dos riscos potenciais inerentes;
- Elaboração de manuais de procedimento, envolvendo a manutenção preventiva e corretiva, a operação dos

equipamentos, critérios de prioridade e sistemas de controle.

Ênfase especial precisa ser dada ao estabelecimento de um sistema de alerta às populações, em caso de rompimentos, transbordamentos e ondas de cheia ameaçadoras, em consonância com os órgãos de defesa civil, ONGs e lideranças comunitárias.

### Integração vertical do planejamento

Sendo região de secas periódicas, quase sempre em termos de calamidade pública, a interferência da União se faz sentir, por obrigação constitucional, e a atuação dos estados e municípios se torna, por sua vez, cada vez mais necessária e reclamada pela população. Assim, as questões de secas, de obras hídricas de infra-estrutura, de abastecimento humano e animal, de agricultura irrigada e de piscicultura estão necessariamente incluídas no planejamento dos três níveis de governo: federal, estadual e municipal.

**Transferência de informações** - Os planos de recursos hídricos, em particular, precisam estar plenamente integrados, não só no ponto de vista político, mas também, como condição indispensável, no ponto de vista técnico e científico. As transferências de informações, nos diversos níveis de agregação dos planos, pressupõem sistemas compatíveis, mecanismos efetivos de comunicação, e mecanismos financeiros que possibilitem a construção dessa compatibilidade e dessa comunicabilidade.

**Parâmetros universais** - Entendemos serem necessários os parâmetros ou indicadores que atendam aos requisitos de generalidade, simplicidade, aceitabilidade e durabilidade, de modo a facilitar os estudos referentes a: classificação e composição de bacias ou regiões hidrográficas, decomposição ou desagregação de bacias, caracterização de potencialidades e disponibilidades, composição de demandas, elaboração de cenários prospectivos regionais ou sub-regionais, bem como a identificação de vulnerabilidades e áreas críticas.

**Balanços hidrológicos compatíveis** - O estudo de ofertas de água, demandas potenciais e usos efetivos, bem como de transferências de vazões entre bacias ou regiões, requer compatibilidade física, metodológica e operacional, com vistas às decisões de curto, médio e longo prazos.

**Viabilização do planejamento municipal** - É tendência universal a municipalização dos serviços públicos, aí incluídos os referentes a abastecimento de água e esgotamento sanitário, à exceção, talvez, das regiões metropolitanas. Assim, há que se pensar, sistematicamente, na inserção municipal no planejamento e gestão dos recursos hídricos,

de modo a propiciar a elaboração de balanços hídricos em nível de município e ao estabelecimento de um processo de articulação intermunicipal, especialmente em períodos de estiagem prolongada.

### Articulação interinstitucional

Os Estados nordestinos, por força da persistente escassez de água, estão implementando, celeremente, os seus respectivos sistemas integrados de gestão de água, alguns com secretarias específicas de recursos hídricos, envolvendo de um lado os órgãos gestores da oferta de água e, de outro, os órgãos setoriais dos diversos usos, notadamente de abastecimento, irrigação, aquicultura e preservação ambiental.

Conseqüentemente, faz-se mister o desenvolvimento de mecanismos de articulação intersetorial, através de:

- Complementação do marco legal e institucional dos sistemas de gestão hídrica e ambiental;
- Relacionamento estreito entre os conselhos estaduais de recursos hídricos e os conselhos estaduais de meio ambiente;
- Avaliação conjunta dos impactos setoriais cruzados, especialmente entre ações de aproveitamento hídrico e atividades de preservação ambiental;
- Compatibilização e integração dos programas setoriais, de curto, médio e longo prazos, inclusive os referentes ao aumento da resistência às secas e os intrinsecamente ligados à defesa civil;
- Coordenação de ações interinstitucionais, a exemplo do DNOCS, CODEVASF e outros órgãos regionais, juntamente com os órgãos de planejamento e construção de obras hídricas estaduais;
- Ações conjuntas interestaduais, definidas e conduzidas através de Fóruns Regionais. Exemplo significativo foi o Conselho Interestadual de Recursos Hídricos, criado em 1994, composto pelas Secretarias Estaduais responsáveis pela política de recursos hídricos dos Estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, com a participação da CODEVASF, DNOCS e SUDENE, com os seguintes objetivos básicos:
  1. Estimular o planejamento conjunto dos Planos Estaduais de Recursos Hídricos, e agir como facilitador ou mediador na solução de conflitos;
  2. Implantar, em todos os Estados da Região, Sistemas Integrados de Gestão de Recursos Hídricos, e promover programas de conscientização e envolvimento dos usuários da água;
  3. Favorecer a colaboração mútua para programas de transferência de água entre bacias, posicionando-se, oportunamente, sobre a transposição do rio São Francisco;

4. Estimular o fortalecimento dos órgãos estaduais de gestão do meio ambiente, para o melhor cumprimento da função integrada de proteção da água;
5. Consolidar e intensificar relações entre os programas estaduais de recursos hídricos, organismos internacionais, órgãos governamentais e não-governamentais, e propor atuação conjunta e efetiva de todas as forças representativas da sociedade;
6. Estreitar, de forma especial, o relacionamento com a Secretaria Nacional de Recursos Hídricos.

### Uso da água como bem econômico

A grande escassez de água na região e a sua crescente utilidade fazem da água um bem essencialmente econômico. Ao mesmo tempo, o acesso à água como direito de todos dá-lhe um caráter também social, pelo menos no que se refere ao atendimento das primeiras necessidades da vida.

O reconhecimento do valor econômico da água e a sua quantificação passam a ser matéria de prioridade política, tanto mais que a caracterização do produto água, diferentemente da maioria dos bens econômicos, envolve três qualidades *sui generis*: mobilidade, mutabilidade e variabilidade. Na realidade não há apenas um produto água, mas sim diversos produtos-água, com características variadas quanto a:

- quantidade;
- qualidade;
- localização;
- altitude;
- tempo de disponibilidade;
- garantia.

O estabelecimento de um mercado de água, que possibilite a livre transação de direitos de uso, em princípio defendido como salutar, esbarra nas seguintes dificuldades:

1. caracterização completa do produto;
2. controle das transações;
3. racionamento em períodos de seca prolongada;
4. manutenção de prioridades, especialmente as sociais;
5. embasamento legal, em face do caráter público de todas as águas.

Há, entretanto, no Nordeste, dois casos interessantes, embora pontuais e incipientes, de “mercado de água”: a) no Cariri, Estado do Ceará, onde se transaciona livremente a chamada “telha d’água” e que corresponde a uma vazão aproximada de 64,8 m<sup>3</sup>/h, a partir de fontes naturais existentes; b) na região de Brumado, Estado da Bahia, processo semelhante de transação existe, desvinculando-se os direitos de uso da água e posse da terra. Esses dois casos são exceções à regra, impostos pela tradição e que, de certa for-

ma, conflitam com a própria Constituição Federal e constituições estaduais.

Quanto à estimativa do valor econômico da água, vários estudos têm sido feitos, especialmente através de curvas de demanda, no caso de abastecimento público, ou do método contingencial, para se captar, direta ou indiretamente, a disposição a pagar dos usuários (World Bank, 1996). Dois casos específicos, referentes ao Semi-Árido, são a seguir mencionados: 1) estudo feito no Estado do Ceará (SDU/CE, 1993), onde a partir de dados do Banco Mundial e IPEA (World Bank, 1990), o valor da água é estimado em US\$ 0.80/m<sup>3</sup>; 2) custo alternativo de fornecimento de água, através de carro-pipa, por ocasião de seca severa, correspondendo ao valor de US\$ 6.60/m<sup>3</sup> (Campos et al., 1997).

### Controle hidro-ambiental de bacias

Mais do que em qualquer outra região no país, a água compõe e, sobretudo, valoriza o meio-ambiente. O gerenciamento de bacias hidrográficas e todas as medidas de preservação e controle ambiental precisam estar intimamente ligados, sendo o componente hídrico o grande elo de ligação. Eis algumas questões que merecem permanente atenção, no desenvolvimento de um sistema de controle hidro-ambiental:

- preservação de lagoas, mangues e estuários;
- monitoramento dos ecossistemas;
- erosão do solo e assoreamento dos açudes;
- proteção das zonas de recarga de aquíferos;
- lazer e turismo nas bacias hidráulicas dos açudes;
- lançamento de cargas poluidoras em rios intermitentes;
- contaminação de corpos d’água por aterros sanitários;
- superexploração de água subterrânea em centros urbanos litorâneos (no Nordeste, todas as capitais, à exceção de Terezina, estão no litoral);
- contaminação dos aquíferos urbanos pelo uso indiscriminado de fossas sépticas.

### Capacitação institucional e tecnológica

O Nordeste, em geral, por força do problema das secas, criou, ao longo do tempo, uma certa tradição cultural, no uso e conservação da água. Sob o ponto de vista tecnológico, a região foi pioneira, através do DNOCS, em termos de medições pluviométricas, controle de umidade de maciços de barragens, piscicultura extensiva e intensiva e algumas técnicas de aproveitamento hidro-agrícola.

As ações dos outros organismos regionais, como a SUDENE, a CODEVASF e órgãos federais como o extinto DNOS, DNAEE, DNPM, sempre motivados pelo desequilíbrio entre o Nordeste e outras regiões do país, notadamente

em função da calamidade climática, contribuíram sobremodo para a conscientização do problema hídrico e a propensão social para absorver tecnologias voltadas para o uso racional da água.

A técnica de construção de açudes, poços, cacimbas e cacimbões disseminou-se por todo o Semi-Árido, sendo a iniciativa privada responsável por uma boa parte da infraestrutura hidráulica hoje existente na região.

Nas últimas décadas as universidades regionais vêm dedicando intensos esforços na formação de capital humano especializado em recursos hídricos, e por outro lado, os Estados vêm desenvolvendo um processo de capacitação institucional, com a instalação de secretarias próprias e sistemas integrados de gestão hídrica.

Em termos de universidades, podemos citar os cursos de pós-graduação em recursos hídricos das Universidades Federais do Ceará, Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Bahia como de referência para áreas específicas, e no que concerne a iniciativas estaduais, dois exemplos pioneiros do Estado do Ceará: a criação da Companhia de Gestão de Águas - COGERH, em 1987, e a implantação de Centros Tecnológicos - CENTECs e Centros Vocacionais Tecnológicos - CVTs no interior do Estado, voltados para formação, respectivamente, de técnicos de nível superior e básico profissional (com particular ênfase no problema da água).

Obviamente, há muito o que ser feito, no tocante à capacitação tecnológica da região, na área de recursos hídricos, para o que chamamos a atenção das seguintes necessidades:

- Consolidar e ampliar a atuação universitária, tanto nas instituições federais quanto nas estaduais, no tocante a formação de especialistas, mestres e doutores em recursos hídricos, mormente na área de gestão;
- Ampliar o leque da capacitação de recursos humanos, em recursos hídricos e áreas afins, formando verdadeiros “agentes da água”, em nível de municípios, usuários e comunidades rurais, bem como, consolidando, através da educação ambiental, formal e informal, a consciência social da importância da água e de sua utilização racional e parcimoniosa;
- Desenvolver ou adaptar tecnologias de uso da água adequadas à região e à cultura endógena, em parceria com as indústrias e com os serviços públicos.

### Participação da sociedade

O desejado e indispensável papel da sociedade na gestão dos recursos hídricos, vem sendo, pouco a pouco, estimulado pelo Governo e aceito pela população interessada. Não é de agora que os perímetros públicos de irrigação, implantados pelo DNOCS e SUDENE na região, vêm sendo objeto de persistentes programas de emancipação, quer

através das cooperativas de irrigantes que se instalaram ao longo dos anos, quer através dos mais recentes distritos de irrigação ou associações de usuários de água. É de se notar que o Nordeste, diferentemente de outras regiões, como por exemplo o Sul do Brasil, não possui tradição de nenhuma forma de associativismo nas áreas rurais. Existe sim, em decorrência das calamidades públicas frequentes, uma propensão ao paternalismo governamental e ao “coronelismo” político, que inibem esse tipo de iniciativa.

No entanto, a institucionalização de sistemas de gestão de água, tanto nacional quanto estaduais, induzidos pela Constituição Federal de 1988 e pelas Constituições Estaduais, vem provocando, na região, iniciativas e eventos promissores no tocante à participação da sociedade no gerenciamento dos recursos hídricos. Exemplos significativos são:

- A criação de Comitês de Bacias Hidrográficas, com a participação de usuários, órgãos de governo e lideranças comunitárias; no Ceará, por exemplo, quatro comitês já foram instalados, com ênfase para o Comitê do Vale do Curu, criado em 1989;
- O surgimento das audiências públicas, por ocasião do planejamento e implantação de grandes obras hidráulicas, como por exemplo o Açude Castanhão, no Ceará, para o qual, aliás, foi criado um atuante Grupo Multidisciplinar de Acompanhamento, com a participação entusiástica da população interessada;
- Outro exemplo de obra, amplamente discutida em todos os estados envolvidos, é a transposição do Rio São Francisco, ora em fase de estudo, pelo IBAMA, do processo de licença prévia ambiental;
- O programa de conscientização popular e exercício da cidadania que vem sendo desenvolvido pelo Estado do Rio Grande do Norte, no tocante ao uso racional e ao gerenciamento dos recursos hídricos;
- O estímulo e apoio que o Banco Mundial vem proporcionando, em especial nos Estados da Bahia e Ceará, aos sistemas de gerenciamento dos recursos hídricos, com ênfase no desenvolvimento institucional e na participação dos usuários, ao longo de todo o processo de planejamento, implementação e operação dos projetos.

### Outorga e domínio das águas

A Constituição Federal de 1988 estabeleceu, sem sombra de dúvidas, que todas as águas brasileiras são públicas, ao definir, entre os bens da União (Art. 20-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*”, e entre os bens dos Estados (Art. 26-I) “*as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergen-*

*tes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União”.*

Há, portanto, essa divisão entre águas federais e águas estaduais, com os seus respectivos domínios, o que vem ensejando, especialmente no Semi-Árido, uma série de controvérsias de interpretação jurídica e sobretudo de prática administrativa.

Os principais problemas surgem no contexto das seguintes situações:

- A grande maioria dos açudes públicos de grande porte, construídos até hoje no Semi-Árido, foi iniciativa da União, à conta das calamidades provocadas pelas secas freqüentes e por força de atribuição constitucional; assim, mesmo em bacias de rios estaduais, portanto, de domínio do Estado, os depósitos (reservatórios) construídos pela União são de propriedade desta.
- Os solos aluvionais, ao longo dos rios intermitentes, passam a reter maior quantidade de água, após a construção de reservatórios a montante, de modo que os poços ou cacimbas construídos nesses solos extraem, a rigor, águas de superfície provenientes dos reservatórios de regularização.
- Os programas federais de combate aos efeitos das secas, quer seja na construção de infra-estrutura hidráulica permanente, quer seja em obras emergenciais - muitas delas de oferta hídrica - apresentam, cada vez mais, problemas de compatibilização técnica, financeira, política e social com os programas específicos dos Estados, atualmente mais fortalecidos, em termos institucionais, e tecnicamente mais preparados.
- Os comitês de bacias federais e de bacias estaduais não estão ainda bem definidos e diferenciados, quanto à jurisdição, inter-relação, vinculação ou subordinação. Caso muito especial é o CEIVASF - Comitê de Estudos Integrados do Vale do Rio São Francisco, com sub-bacias em vários Estados, e com área de atuação coincidente com um órgão regional de hidroeletricidade, a CHESF - Companhia Hidroelétrica do São Francisco.
- O problema da outorga múltipla, complexa no ponto de vista jurídico-administrativo e intrigante para os usuários, é uma questão presente no Nordeste, envolvendo energia, irrigação e outros usos, acoplada que está aos indispensáveis licenciamentos ambientais e de construção de obras hidráulicas.
- A determinação das vazões outorgáveis em bacias de rios intermitentes é outro aspecto peculiar. Os reservatórios criam vazões regularizadas, com determinados níveis de garantia, porém de difícil determinação em face da variabilidade das vazões efluentes e da inexistência de longas séries históricas de medição. Essas vazões regularizadas, por exemplo a 90% de garantia, são o referencial teórico das vazões outorgáveis, embora se tenha a precaução de tomar uma porcenta-

gem delas como efetivamente outorgáveis (90 a 95% é o que se tem usado no Nordeste).

- A outorga referente ao lançamento de efluentes, ou seja o chamado direito de poluir, depende das vazões mínimas dos rios, vazões essas que são função dos reservatórios de regularização. Seria lícito ceder vazões regularizadas para diluição de cargas poluidoras?
- A fração não outorgável de rios perenizados deverá reservar uma sub-fração especial para preservação dos ecossistemas, no caso do Semi-Árido? Ou deverá ser definida apenas como uma reserva contingencial, para inclusive encobrir as incertezas naturais das estimativas?

### Alerta para eventos extremos

Eventos extremos, como cheias e sobretudo secas, são característicos do regime torrencial que predomina no Nordeste. O desenvolvimento de sistemas de alerta, em nível de bacias para o caso das cheias, e em nível de região, para o caso do Semi-Árido é uma necessidade indiscutível e que não tem merecido, nem dos governos nem das universidades, a devida atenção.

Iniciativas as há, no tocante a secas, no contexto das previsões climáticas. Mas, ainda cientificamente incipientes, dada a complexidade do problema, para surtir efeitos práticos confiáveis. A FUNCEME, associada ao INPE, vem desenvolvendo estudos sérios, no âmbito da meteorologia regional, através de modelos estatístico-probabilísticos vinculados aos fenômenos termodinâmicos que controlam a circulação atmosférica.

Entretanto, outras abordagens e outras instituições precisam ser ativadas, para que se possa captar, com o máximo de antecedência possível, todos os possíveis sinais físicos e até biológicos de que dispõe a natureza, para a ocorrência de períodos de seca, de forma a viabilizar decisões práticas de governo, e racionalizar as atividades da Defesa Civil.

Quanto a cheias, de curta duração, tanto quanto ao tempo de antecedência na previsão quanto à sua permanência, já há formas e tecnologias razoavelmente aprimoradas para propiciar a implementação de sistemas de alerta adequados à região. É preciso que os órgãos gestores e as universidades dêem a assistência técnica necessária aos Comitês e Agências de Bacias, para que os sistemas de alerta sejam instalados nas regiões sujeitas a inundações, ao longo dos vales.

### Gerenciamento de risco

O gerenciamento de risco, especialmente na área de recursos hídricos, vem se tornando, pouco a pouco, uma prática indispensável, durante todo o processo de planejamento, implantação e operação de obras hidráulicas e de sistemas hídricos.



No Semi-Árido, constantemente sob ameaça de secas e inundações, a convivência com as calamidades climáticas e com todas as incertezas que perpassam as atividades produtivas, faz da análise de risco um instrumento de gestão, tanto em nível de obras, quanto em nível de bacias ou regiões hidrográficas.

É bom esclarecer que o gerenciamento de risco envolve três grandes atividades sistemáticas:

- Identificação dos riscos, sejam eles físicos, econômicos, sociais, ambientais ou administrativos;
- Análise dos riscos, compreendendo: quantificação, avaliação qualitativa, análise comparativa e ordenamento;
- Ações gerenciais, envolvendo: medidas preventivas, medidas corretivas e medidas mitigadoras.

No caso das secas, a identificação dos riscos abrange: tipos de seca - hidrológica, agrícola, econômica - intensidade, duração.

A quantificação dos riscos diz respeito às previsões sazonais, regionalizadas, de períodos de estiagem, em termos probabilísticos.

As ações gerenciais compreendem: construção de reservatórios de acumulação; construção e aparelhamento de poços; canais de irrigação; cisternas e silos; controle de erosão; drenagem e recuperação de solos; sistemas de alerta; obras hídricas emergenciais, entre outras.

Os benefícios da instalação de um sistema de gerenciamento de riscos, em caráter permanente, poderão dar mais eficiência ao uso dos recursos hídricos, através da otimização dos processos de decisão, na convivência com as secas.

De um modo geral, os benefícios apontados por Raftery (1994), na adoção de uma prática de gerenciamento de risco, são:

- redução geral da exposição ao risco;
- providências rápidas e pré-avaliadas, na hipótese da materialização dos riscos;
- compreensão clara dos riscos associados aos projetos;
- melhor aproveitamento de experiências individuais;
- melhor documentação e transmissão de conhecimentos;
- mais confiança no trato de situações com escassez de dados.

## ESTRATÉGIAS DE AÇÃO

Tendo em vista as questões mencionadas, nesta visão panorâmica da gestão hídrica na região semi-árida, algumas estratégias de ação podem ser recomendadas:

- estruturação de um sistema regional de gestão;
- ampliação da infra-estrutura hídrica;

- racionalização de usos;
- capacitação de recursos humanos na região.

## Estruturação de um sistema regional de gestão

Foi constatado, pela Comissão de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento do Nordeste (SCT/PR, 1992), que:

- a. o problema crucial dos recursos hídricos no Nordeste, como em todo o Brasil, é o estabelecimento de um sistema eficiente e integrado de gerenciamento;
- b. o sistema de gerenciamento de recursos hídricos deve desenvolver quatro linhas de ação, complementares e interdependentes:
  - gerenciamento de bacias hidrográficas;
  - gerenciamento de secas e inundações;
  - gerenciamento hidro-ambiental;
  - gerenciamento de águas subterrâneas.

Nessa linha de pensamento, faz-se mister a estruturação de um sistema de gestão regional, onde o Semi-Árido, por força de suas especificidades naturais, seja o foco principal de visão. Esse sistema resgataria os conhecimentos e as experiências dos órgãos regionais e se revestiria de uma roupagem técnico-científica moderna, facilitando de um lado as ações da Secretaria Nacional de Recursos Hídricos e da Agência Nacional de Água, e de outro os programas dos governos estaduais no âmbito dos recursos hídricos.

É importante lembrar que a visão do Semi-Árido, na perspectiva de uma região hidrológica problema, não pode ser abandonada, nem com o desaparecimento ou transformação de organismos regionais, nem com o desejável fortalecimento dos Estados da Federação. Fato significativo e quicá preocupante é a não caracterização do Semi-Árido, na divisão das grandes bacias hidrográficas do País, estabelecida há longo tempo pelo DNAEE e adotada no Plano Nacional de Recursos Hídricos que ora se esboça no Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Amazônia Legal. Nessa divisão, o Semi-Árido está parcialmente inserido em três das oito regiões: Atlântico Sul Norte/Nordeste, Atlântico Sul/Leste e Bacia do São Francisco.

Entendemos, assim, que algumas medidas objetivas poderiam ser tomadas, na busca dessa gestão integrada:

1. Criação de uma Câmara do Semi-Árido, junto ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos, com representação dos Estados do Nordeste, dos órgãos regionais e dos Comitês de Bacias;
2. Criação de mecanismos de cooperação entre os comitês de bacias e agências de água, sejam federais ou estaduais;
3. Instalação de um sistema de monitoramento hidroclimatológico e ambiental integrado, de forma a fa-

recer o estabelecimento de sistemas de alerta especialmente voltados para as secas;

4. Incentivo a iniciativas interestaduais e interinstitucionais, no tocante à gestão compartilhada dos recursos hídricos regionais.

### Ampliação da infra-estrutura hídrica

Sendo a escassez relativa de água e sua má distribuição espacial e temporal o principal diferencial negativo da região Nordeste, com relação às demais, é natural que se pretenda implantar uma vasta infra-estrutura hidráulica para suprir essa deficiência.

Segundo os estudos do citado Projeto ÁRIDAS (Vieira, 2000), a disponibilização através de açudes e poços, em toda a região, correspondia a 47% da potencialidade (deflúvios médios de longo prazo), em 1991, com previsões de atingir 49% em 2020. Há, ainda, condições físicas e topográficas para que se possa elevar esse valor até pelo menos 60%, o que representaria um acréscimo no entorno de 20% da disponibilidade atual. Mais do que isso, embora já haja uma capacidade de armazenamento e de poços instalados razoavelmente grande, não atende em absoluto as necessidades da sociedade, mui especialmente nos períodos de seca, onde somente os grandes reservatórios resistem a dois ou três anos seguidos de estiagem.

A ampliação da oferta hídrica passa por uma série de medidas importantes, complementares entre si:

- a. construção de grandes barragens e poços profundos;
- b. pontos permanentes de água, nas propriedades rurais, para garantir o abastecimento humano e animal;
- c. recuperação de parte da infra-estrutura existente e melhoria do seu funcionamento;
- d. dessalinização de poços no cristalino;
- e. construção de barragens subterrâneas.

### Racionalização de usos

Paralelamente à ampliação da infra-estrutura hídrica, é imprescindível o desenvolvimento de programas de racionalização de uso, visando:

- a diminuição dos desperdícios, freqüentes não só na agricultura irrigada, como também nos abastecimentos públicos das cidades;
- reciclagem e reuso da água;
- operação integrada de reservatórios nas grandes bacias;
- monitoramento das disponibilidades e do uso conjunto de águas superficiais e subterrâneas;
- controle da qualidade da água e dos processos de poluição;

- controle das nascentes e das zonas de recarga de aquíferos;
- desenvolvimento de tecnologias de controle e uso mais eficientes e apropriadas à realidade da região.

### Capacitação de recursos humanos na região

Talvez a principal estratégia para o aprimoramento da gestão dos recursos hídricos do Semi-Árido seja a formação de pessoal qualificado, em todos os níveis.

Há necessidade de se consolidar e ampliar os centros universitários que formam mestres e doutores, em recursos hídricos e áreas correlatas, mormente as universidades federais. Quanto aos cursos de graduação, direta ou indiretamente envolvidos com os recursos hídricos, precisam ter disciplinas voltadas para a problemática da água, sejam eles de Engenharia, Agronomia, Geociências ou mesmo de Economia, Administração, Direito, Ciências Sociais, Educação, etc.

A formação de técnicos de nível médio e básico, bem como a preparação de lideranças e usuários para o processo de gestão das bacias, em quantidade e qualidade suficientes, é condição *sine qua non* para o bom funcionamento dos comitês e agências de bacias. Preconiza-se, inclusive, a formação, em larga escala, de “agentes de água”, com noções básicas de hidrologia, sobretudo de conservação, controle, medição, distribuição e uso da água.

A gestão integrada exigirá, também, e fortemente, a constituição de equipes multidisciplinares, onde se pratique efetivamente o conceito de interdisciplinaridade, com fundamentação epistemológica própria e metodologias de trabalho adequadas.

A capacitação institucional se viabilizará em função dos recursos humanos disponíveis e da articulação entre as áreas técnicas e científicas, entre universidades e órgãos de governo, entre instituições públicas e privadas.

Enfim, a sociedade nordestina, como um todo, terá que se qualificar, como gestora e beneficiária das disponibilidades hídricas, através de um processo de educação hídrica e ambiental e do exercício responsável da cidadania.

### CONCLUSÃO

O Nordeste do Brasil, e particularmente, o Semi-Árido, vem se preparando para enfrentar os grandes desafios da gestão integrada dos recursos hídricos. Para acelerar o processo e vencer etapas é preciso conjugar esforços, do lado dos governos federal e estaduais, e com a participação das empresas privadas e da sociedade em geral.

A sustentabilidade hídrica, através do balanço favorável da oferta e demanda de água, é condição indispensável ao processo de implementação gradual do almejado desenvolvimento sustentável.

Somente um sistema integrado de gestão dos recursos hídricos regionais, acoplado harmoniosamente ao Sistema Nacional e aos sistemas estaduais, poderá propiciar o uso racional e otimizado das disponibilidades hídricas, vencendo as vulnerabilidades naturais do Semi-Árido e favorecendo um desenvolvimento econômico estável, socialmente justo e ambientalmente saudável.

## REFERÊNCIAS

- ABRH (1987). *Modelos para gerenciamento de recursos hídricos*. Nobel/ABRH, São Paulo, Brasil.
- ÁRIDAS, PROJETO (1994). *Recursos hídricos e o desenvolvimento sustentável do semi-árido nordestino*. Relatório Consolidado, Secretaria de Planejamento da Presidência da República, Brasília, Brasil.
- CAMPOS, J. N. B. (1997). *Errors and variability of reservoir yield estimation as a function of the coefficient of variation of annual flows*. In Proceedings XXVII IAHR Congress, Theme A, San Francisco, California, U.S.A.
- CAMPOS, J. N. B.; OLIVEIRA, J. B.; VIEIRA, V. P. P. B. e CAMPOS, V. R. (1997). *Custo de fornecimento da distribuição de água através de carro Pipa: um estudo de caso*. VI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 16 a 20/nov, Vitória, Brasil.
- RAFTERY, J. (1994). *Risk analysis in project management*. E & FN Spon, London, U.K.
- SCT/PR - SECRETARIA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA/PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA (1992). *Relatório final da Comissão de Ciência e Tecnologia para o desenvolvimento do nordeste*. Brasília, Brasil.
- SDU/CE - SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO/CEARÁ (1993). *Análise econômica e social do PROURB*, Fortaleza, Brasil.
- SRH/CE - SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS/CEARÁ (1992). *Registro de açudes construídos no estado do Ceará*, Fortaleza, Brasil.
- SUDENE (1981). *As secas no nordeste*, Recife, Brasil.
- VIEIRA, V. P. P. B. (1999). *Água doce no Semi-Árido*. In: *Águas Doces no Brasil*. IEA/USP, Academia Brasileira de Ciências, São Paulo, Brasil.
- VIEIRA, V. P. P. B. COORD. (2000). *A água e o desenvolvimento sustentável no nordeste*. IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, Brasil.
- WORLD BANK (1990). *Toward equitable and sustainable rural water supplies: a contingent valuation study in Brazil*. *WB Economic Review*, vol. 4 n. 2 Washington D.C., U.S.A.
- WORLD BANK (1996). *Measuring economic benefits for water investments and policies*. *Technical Paper*, n. 338. Washington, D.C., U.S.A.

## Challenges of Water Resources Management in the Brazilian Semiarid Region

### ABSTRACT

*This paper is an attempt to identify and analyze the main challenges of the integrated water resources management in the Brazilian semi-arid region. Some local peculiarities are pointed out: precipitation 650 mm, runoff variation coefficient of 1.4, evapotranspiration almost 2000 mm, intermittent rivers, drought frequency > 20% and reservoirs efficiency about 25%. The basic challenges are discussed in a regional context: dam safety, integrated planning, institutional coordination, water as an economic good, environmental control, institutional capacity, community participation, water ownership and permits, extreme events and risk management. Strategic action lines and conclusions are finally presented, such as: need to implement a regional water management system, improvement of the hydraulic infrastructure, optimization of water uses and human capacity-building.*

*Key words: integrated water resources; semiarid region.*