

estudos **AVANÇADOS**

Coleção

DOCUMENTOS

SÉRIE
CIÊNCIAS AMBIENTAIS - 20

MUDANÇAS GLOBAIS E DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL: DESAFIOS PARA A CIÊNCIA.

1- INTRODUÇÃO

No curso da sua história, o HOMEM foi o único ser vivo capaz de criar o seu próprio mundo, diferente daquele que encontrou quando surgiu na face da Terra. Na sua luta para transcender a natureza, o ser humano grupou-se em família, tribo, aldeia e cidade. Esses grupamentos humanos, alguns se transformaram em civilizações, culturas ou nações poderosas. Outros estagnaram, deixaram-se dominar ou desapareceram. Estes processos estiveram, com frequência, estreitamente relacionados com a degradação do contexto ambiental em geral e dos recursos hídricos em particular, devido aos diversos graus de interações entre a água-ambiente e as atividades humanas.

A escassez de água e/ou a degradação de sua qualidade são uma questão social, na medida em que o comportamento humano é que provoca o esgotamento dos mananciais ou a sua deterioração pelo uso inadequado do recurso disponível. É, também, de origem social a atitude técnico-científica diante da questão, na qual pode prevalecer ótica enviesada de unilaterização física ou política-econômica, coincidindo sempre com a banalização do problema.

O Relatório sobre Desenvolvimento (Nações Unidas, 1993), diagnostica o mundo atual como doente, e propõe nada menos do que uma revolução do pensamento. Numa palavra, o mega-desafio é a construção de uma civilização nova, centrada no HOMEM e na sua DIGNIDADE. Para tanto, desenvolvimento e investimentos deverão ter como prioridade as necessidades das pessoas em vez das metas dos Governos e/ou dos mercados.

Este novo enfoque é a base do desenvolvimento auto-sustentado, no qual o gerenciamento de recursos hídricos torna-se, fundamentalmente, gerenciamento ambiental, tendo-se por meta o equilíbrio do tripé ecológico: mais água, mais solo e mais biodiversidade. Porém, esta abordagem pode tornar-se luta perdida dos técnicos que percebem, por vezes com competência, as restrições físicas-ambientais e as chances de as contornar razoavelmente, mas que não sabem como colocar a questão político-social. Não se trata, de novo e sempre, de unilaterizar uma ou outra dimensão. Talvez podessemos dizer que nenhum lado ainda é bem tratado entre nós.

2-QUADRO ATUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

As pesquisas cosmológicas indicam que a água ocorre na forma de vapor ou gelo em todos os corpos já conhecidos do Universo. Porém, a Terra é o único planeta onde a água ocorre na forma líquida em tão grande abundância, desde cerca de 3,8 bilhões de anos. O processo de transformação da luz solar que atinge a Terra, em energia química, ou fotossíntese, é a base de quase toda a vida, cujas formas mais primitivas apareceram há cerca de 3,5 bilhões de anos. Neste processo, a água, na sua forma líquida, desempenha um papel fundamental, propiciando a assimilação dos elementos nutritivos, orgânicos e minerais, que alimentam os organismos vivos, e eliminando os seus resíduos. A água funciona, na realidade, como elemento fundamental de ligação entre o sistema abiótico e biótico e dos elementos bióticos entre si. As características físico-químicas apresentadas pela água são o reflexo dos tipos e graus de interações que ocorrem com os diversos componentes do meio por onde circula.

Os cerca de 1,4 bilhões de km³ de água do Globo estão localizados em diferentes reservatórios, conforme ilustra a figura 1. Este volume tem permanecido, praticamente, constante ao longo dos últimos milhões de anos, pelo menos, graças a ação do CICLO HIDROLÓGICO. Evapotranspiração, condensação do vapor de água e alguns outros processos ocorrem sob a ação da energia solar. Precipitação, escoamento pelos rios, infiltração no solo/subsolo e fluxos subterrâneos acontecem sob a ação da gravidade. Esta gigantesca usina de vapor movimenta cerca de 577 mil km³ de água por ano, equivalente a uma lâmina média de água que cai sobre a Terra de 1130mm, na forma de chuva, neblina, neve, gelo, etc.

Uma das características das águas meteóricas é sua grande variabilidade de ocorrência, tanto no espaço como no tempo. A maior abundância relativa de chuvas no meio intertropical e, conseqüentemente, de maior umidade dos solos, maior biomassa e maior descarga total dos rios, decorrem da estreita ligação que existe entre a quantidade de energia solar recebida pela Terra e o ciclo da água. Como resultado, os maiores potenciais hídricos (precipitação menos evaporação) ocorrem na faixa equatorial (10º lat. N e 10º lat. S) e nas latitudes de 35º e 36º norte e sul, onde há grandes movimentos de massas de ar com altos teores de umidade, engendrando tempestades. Os menores potenciais estão localizados nas zonas subtropicais (15º a 30º N e S) e nos polos, onde o ar, além de estável tem baixos teores de umidade.

Os rios, lagos e águas subterrâneas situadas a profundidades de até 1000 m, constituem os mananciais mais tradicionalmente utilizados pelo homem como fontes de água potável. Contudo, os rios constituem meios restritos de transporte das águas, onde transitam a velocidades de quilômetros por dia. Daí a necessidade de construção de obras

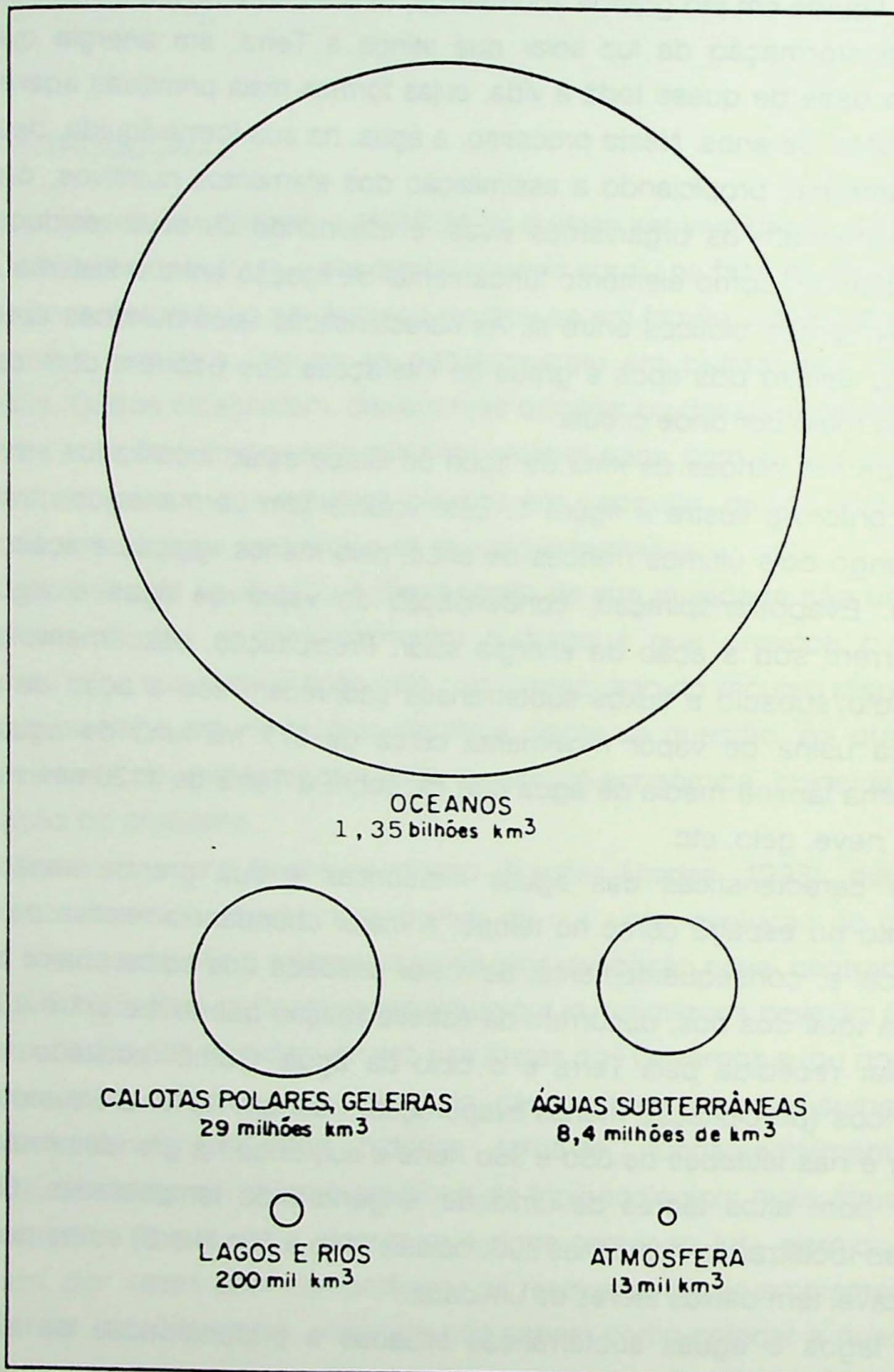


Fig. 1 - Distribuição das Águas do Globo

de barramento e/ou regularização dos seus fluxos, para melhor atendimento das demandas impostas pelas atividades humanas. Os aquíferos subterrâneos, por outro lado, constituem meios extensivos de estocagem, onde os fluxos tem velocidades de centímetros por dia. Como resultado, as águas subterrâneas representam elemento natural de regularização da umidade dos solos (base de suporte da biomassa vegetal) e das descargas dos rios durante os períodos de estiagem. Em consequência, a bacia hidrográfica deverá ser tratada como um organismo vivo que depende da água como elemento fundamental de suporte e desenvolvimento, e não como um simples receptáculo da água precipitada da atmosfera, na visão da engenharia hidráulica tradicional. Neste caso, a bacia hidrográfica tem sido encarada como um simples gerador de deflúvios, os quais tem sido gerenciados sob a ótica predominantemente econômica da análise de custo-benefício, em prejuízo, muitas vezes, dos aspectos sociais.

Em termos práticos, tal como o abastecimento de água potável de uma cidade, um complicador advem da grande variabilidade de ocorrência das precipitações atmosféricas, tanto no espaço como no tempo, fonte fundamental de reabastecimento dos mananciais utilizados (rios, lagos e águas subterrâneas). Em consequência, torna-se necessário operar uma densa rede de postos de medida de chuvas ou de descarga de rios, durante períodos de tempo relativamente longos, para se caracterizar um valor médio consistente. O valor médio correspondente a um período de medidas da ordem de 30 anos é, em geral, referido como "valor normal".

Outro complicador advem do fato de os maiores recursos de águas nem sempre ocorrerem onde se fazem mais necessários, tal como bem ilustra o caso brasileiro mostrado pela Figura 2. Efetivamente, a localização dos maiores contingentes populacionais não coincide com os maiores potenciais dos nossos rios.

As descargas totais médias de longo período dos rios, constituem uma boa base de avaliação do potencial hídrico que pode ser utilizado nas bacias hidrográficas ou países, em termos de limite superior. Na prática, por razões de ordem técnica ou econômica, somente cerca de 70% deste potencial torna-se, em geral disponível.

Conforme os dados da Tabela I, a Ásia possui os maiores potenciais hídricos do Globo. Porém, em termos de descargas totais dos rios por unidade de área, a região mais rica é o continente sulamericano, o qual dispõe duas vezes mais água do que todos os outros continentes juntos. Neste quadro, o Brasil é ainda mais favorecido, na medida em que o potencial hídrico dos seus rios corresponde a 53% do total referente à América do Sul e a 12% do total mundial.

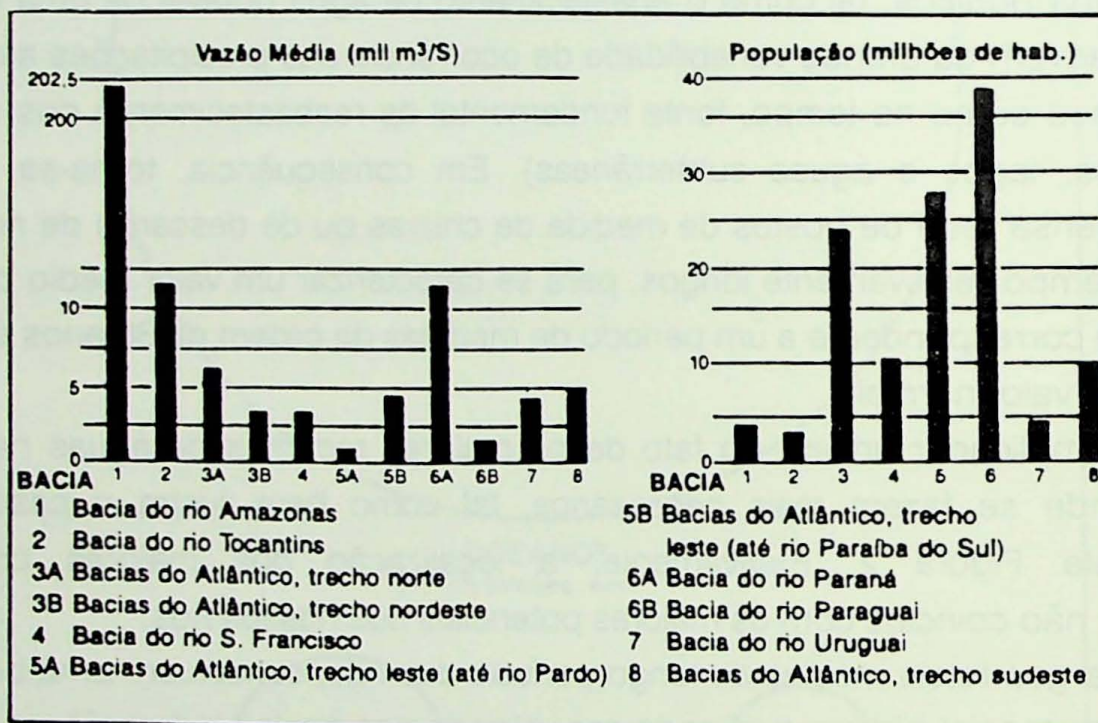


Fig. 2. Potenciais de águas de superfície por bacia hidrográfica x populações (DNAEE 1984)

Tabela I- Descargas médias dos rios e demandas consumptivas, km³/ano
(adap. WRI, 1990)

Elementos	Grandes Regiões do Globo							Totais Globo
	Europa	Ásia	África	A. N.	A. S.	Aust.	URSS	
Vazão rios	2321	10485	3808	6495	10377	2011	4350	40673
Contr.subt.	845	2879	1464	2222	3736	483	1020	12689

Projeção das demandas ano 2000

Dem. total	404	2160	289	946	293	35	533	4660
Uso consunt.	158	1433	201	434	165	22	286	2699
Esgotos	246	727	88	512	128	12	247	1960

% Demandas/

Vazão rios	17	21	7	14	3	2	12	11
------------	----	----	---	----	---	---	----	----

As condições de atendimento das demandas consumptivas totais dos países da Comunidade Econômica Européia (C.E.E.) foram avaliadas, em termos quantitativos, em relação as descargas totais médias de longo período dos rios (Falkenmark e Lindh, 1976). As condições encontradas foram classificadas com base em coeficientes percentuais da relação acima referida, conforme mostra a Tabela II

Tabela II- Condições de abastecimento na C.E.E.

Coef.% Dem./Desc. rios	Condições de abastecimento
Menor de 5%	muito favorável em toda a área
Entre 5 e 10%	favorável com setores críticos
Entre 10 e 20%	há gerenciamento e investimentos importantes em vários setores
Maior de 20%	a água já é fator limitante do desenvolvimento sócio-econômico

Com base nestes critérios, cerca de 30% dos países da Comunidade Económica Europeia já se apresentam em condições críticas de abastecimento das suas demandas consumptivas de águas. Ademais, os problemas de deterioração da qualidade são, sem dúvida, muito mais preocupantes, haja vista a proclamação da CARTA DA ÁGUA pelo Conselho da Europa, em 1968. Os seus princípios básicos podem ser assim resumidos: (i) Os recursos hídricos não são inesgotáveis, sendo necessário preservá-los, controlá-los e, se possível, aumentá-los. (ii) A água é um patrimônio comum, cujo valor deve ser reconhecido por todos. (iii) Cada um tem o dever de economizar água e de utilizá-la com cuidado. (iv) Deteriorar a qualidade da água é prejudicar a vida do homem e dos outros seres vivos que dela dependem.

Tendo-se por base os coeficientes que refletem a experiência europeia, verifica-se que, em termos quantitativos pelo menos, não há risco iminente de colapso de abastecimento em escala mundial. Contudo, a Ásia já apresenta as condições mais críticas, enquanto a Austrália e América do Sul encontram-se nas condições mais favoráveis.

Uma análise de 145 países filiados as Nações Unidas já mostra um quadro relativamente complexo. Com efeito, na maioria (57%) os coeficientes ainda são inferiores a 5%, ou seja, apresentam condições, em geral, muito favoráveis de atendimento das suas demandas de água potável. Outra parcela (15%) já apresenta coeficientes situados entre 10 e 20%, exigindo, portanto, gerenciamento e investimentos importantes. Em 21% dos países os coeficientes já são superiores a 20%, significando que a escassez de recursos hídricos poderá ser fator limitante ao desenvolvimento sócio-económico. Desta última parcela, alguns países já apresentam coeficientes entre 50 e 374%, tais como: Líbia (374%), Yemen (147%), Israel (110%), Arábia Saudita (106%). Nestes países há uso intensivo das águas subterrâneas, reuso de esgotos e/ou dissalinização de águas subterrâneas salobres ou marinhas.

Uma análise do Brasil a nível dos Estados revela um quadro relativamente ainda favorável, pois 70% apresentam coeficientes inferiores a 5%. Noutra parcela, os coeficientes ficam entre 5 e 10%. Em apenas 3% os valores se aproximam dos 20%. Mesmo no Nordeste, há condições relativamente favoráveis, com 55% dos Estados tendo coeficientes entre 5 e 10%. Entretanto, estas avaliações tem significado muito limitado, na medida em que a deterioração da qualidade das águas em particular, e o desmatamento e a erosão dos solos degradam o meio ambiente em geral. Estes processos vem atingindo níveis inimagináveis no Brasil, engendrando escassez relativa, sob o impacto de fatores climáticos, tal como ocorre no Nordeste e, sobretudo, de degradação ambiental e da qualidade das águas, característica dos setores, relativamente, mais desenvolvidos, em particular, nos seus contextos metropolitanos.

3-OS GRANDES DESAFIOS DO SÉCULO XXI

O termo "desenvolvimento sócio-econômico" significa o avanço geral de uma sociedade no sentido de uma melhor qualidade de vida. Enquanto a parte "econômico" do termo significa os bens e serviços que proporcionam o bem-estar material, o "sócio" compreende todos os aspectos sócio-culturais-ambientais determinantes de uma boa qualidade de vida.

Nesta empreitada, o principal desafio será assegurar água, em quantidade e qualidade adequada, para atender as necessidades do consumo, lazer, produção industrial, produção agrícola, conservação e/ou regeneração ambiental para uma população que cresce de forma assustadora, conforme ilustra a Tabela III.

Tabela III- Evolução da população do mundo (UN, 1988)

População	Período de tempo	Ano referência
Primeiro bilhão	2 milhões de anos	1830
Segundo bilhão	100 anos	1930
Terceiro bilhão	30 anos	1960
Quarto bilhão	15 anos	1975
Quinto bilhão	11 anos	1986
Sexto bilhão	9 anos	1995

Em muitas regiões do mundo, os esforços para se atender as necessidades de água potável visam quatro metas principais:

a)- Construção de novas represas nos rios;

b)- aumentar a utilização das águas subterrâneas, as quais, embora com volumes 40 vezes superiores às descargas dos rios e estarem, relativamente, melhor protegidas e com custos de captação bem mais baixos, ainda são muito pouco utilizadas;

c)-dissalinização de águas subterrâneas salobres e/ou águas marinhas, cujas tecnologias por osmose reversa, eletro-osmose e evaporação solar, já alcançam níveis francamente competitivos em muitas regiões;

d)- reaproveitamento de águas usadas (esgotos domésticos e efluentes industriais) para consumo e, sobretudo, para uso industrial e agrícola.

A deterioração da qualidade das águas superficiais e até subterrâneas, constitui o maior e mais grave desafio já enfrentado pelos países ricos e pobres (GEMS/WATER, 1988). A situação atual já se apresenta crítica em 2/3 dos países desenvolvidos, sendo engendrada pelo lançamento de efluentes e/ou disposição de resíduos industriais perigosos no solo e/ou nos corpos de águas superficiais. Outra fonte importante de degradação das águas é representada pelo uso intensivo de insumos químicos na agricultura, tais como agrotóxicos e fertilizantes.

Estes problemas são os mais preocupantes, mesmo nos países com excepcionais recursos humanos, financeiros e tecnológicos e com grandes potenciais de recursos hídricos, como é o caso da Alemanha, Austria, Canadá, Estados Unidos e Suécia, dentre outros.

Em relação ao Brasil, vale destacar que, pelo índice de qualidade da água (IQA) da National Sanitation Foundation/CETESB (DAEE, 1989) o qual é baseado em nove parâmetros físico-químicos, a extensão dos trechos de rios paulistas com águas impróprias para tratamento convencional, evoluiu de 799 para 1148 km no período de 1985-87. Neste caso, a degradação vem sendo provocada pelo lançamento nos rios de 90% dos volumes de esgotos domésticos não tratados.

A continuarem as tendências de crescimento demográfico, no ano 2000 cerca de 80% da população brasileira, totalizando 120 milhões de habitantes, viverão em cidades. Contudo, o atendimento do serviço de coleta de lixo urbano não atinge 50% da população urbana brasileira, e, apenas 3% do lixo coletado tem disposição final adequada, dos quais 63% são lançados nos cursos d'água e 34% são depositados a céu aberto.

Portanto, os esforços de construção de novas represas nos rios para abastecimento da população urbana, deverão se defrontar com dificuldades ambientais e/ou custos crescentes de tratamento das águas disponíveis. Neste particular, deve-se considerar que, cada milhão de habitantes gera uma demanda de 4 a 5 m³/s, o que implica na necessidade de se reservar uma bacia hidrográfica com extensão entre 600 e 1200 km², onde o uso e ocupação do solo deverão ser altamente restritivos.

O aumento da utilização das águas subterrâneas vai exigir uma profunda mudança dos critérios de seleção de alternativas, os quais tem prestigiado as captações dos rios, necessariamente atreladas a fantásticas usinas químicas de tratamento, por serem mais fotogênicas e/ou de maior efeito político-clientelista, independentemente de serem mais caras do que a obtenção de volume equivalente de água subterrânea naturalmente de boa qualidade para consumo. Ademais, para se garantir as condições de uso e proteção da qualidade das águas subterrâneas, faz-se mister a implementação de legislação e normas técnicas disponíveis que regulam a autorização e concessão das captações. O quadro é

sobretudo preocupante nos países em desenvolvimento, em geral, menos preparados para inovar.

As alternativas de dessalinização, enfrentam problemas de impactos ambientais decorrentes do descarte das salmouras concentradas nos corpos de águas interiores, além de inviabilização econômica para abastecimento de populações de baixo poder aquisitivo.

Da mesma forma, o reaproveitamento de águas usadas (esgotos domésticos e/ou industriais) para consumo humano, vem exigindo a operação de verdadeiras usinas químicas de tratamento, pessoal altamente qualificado e investimentos muito importantes. Ademais, a água assim industrializada já não apresentando as características do recurso natural, passa a enfrentar restrições dos consumidores.

O uso de esgotos domésticos na agricultura vem se defrontando com efeitos altamente gravosos em termos de poluição ambiental difusa, devido à presença de metais pesados e micro poluentes orgânicos sintéticos persistentes no solo, na vegetação ou poluindo as águas subterrâneas.

Portanto, mister se faz evoluir da visão tradicional do gerenciamento de bacias hidrográficas como meros receptáculos de águas de chuvas e passar a abordar a bacia como um organismo vivo, formado pelo tripé ecológico: água, solo e biomassa. Nestes termos, as ações prioritárias do gerenciamento não serão atender primeiro os interesses de usuários privilegiados, mas realizar controle da erosão, conservar, regenerar ou preservar a biomassa vegetal e animal, preservar os ninchos ecológicos. Os objetivos principais serão: mais solo, mais água, mais biodiversidade animal e vegetal e melhor qualidade de vida para a maioria dos habitantes da bacia em questão.

Reconsiderar o modelo de desenvolvimento econômico de regiões áridas e semi-áridas, tradicionalmente embasado na produção de safras agrícolas para exportação, uma vez que, pratica-se, na realidade, a exportação de água de regiões onde os recursos já são naturalmente escassos para abastecimento das populações e manutenção da qualidade de vida. Esta revisão já começa a ser exigida pela comunidade, na Califórnia (USA), Israel e Espanha, dentre outros.

A razão básica que faz desses problemas um grande desafio no limiar do século XXI, sobretudo, para os países pobres, é o vulto dos investimentos requeridos, a formação de pessoal altamente especializado e as decisões políticas que deverão ser tomadas. Ademais, a formulação dos objetivos e metas deverá extravasar dos setores encarregados do aproveitamento da água, envolvendo a coletividade e os organismos responsáveis pela política e pelo planejamento do desenvolvimento nacional, regional ou local.

CONCLUSÕES

Mister se faz avançar na parte do domínio científico e técnico da questão, mas nunca será menos importante compor condições políticas de enfrentamento preventivo, nas quais o mais importante será a motivação da coletividade para assumir seu próprio destino, no contexto da cidadania organizada.

Neste quadro, secas, enchentes, crescimento urbano, industrial e agrícola, precisam de um planejamento integrado, preventivo e responsivo, em face dos impactos reais e potenciais sobre as águas, o meio ambiente e as condições de vida no Planeta, em cada país ou região.

Indubitavelmente, trata-se de uma grande revolução, pois de outra forma, será a perpetuação de uma ordem que faz com que, para exemplificar, o Brasil se encontre em 11o lugar mundial como produtor de riqueza e no 70o como classificado pelo índice de qualidade de vida da maioria absoluta do seu povo, apesar dos seus excepcionais potenciais de água doce.

REFERÊNCIAS

DAEE- Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo, 1989, Plano Estadual de Recursos Hídricos, 135p.

Falkenmark, M. and Lindh, G., 1976, Water for a starving world. Boulder, Colorado, USA, Westview Press.

GEMS/ WATER, 1988, Global Environmental Monitoring System, Assessment of Freshwater Quality, UN Env. Prog, p 33.

UN-United Nations Population Division, 1988, World population prospects.

WRI- World Resource Institute, 1990, World resources 1990-91, Chap. 10, p 161-178, Oxford University Press.

Aldo da Cunha Rebouças, Professor Titular do Instituto de Geociências da USP, Presidente da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas - ABAS - (1985-86, 93-94), Presidente de la Asociación Latinoamericana de Hidrología Subterránea para el Desarrollo - ALHSUD - (1991-94)