

EFEITOS DO AQUECIMENTO GLOBAL NAS DISPONIBILIDADES DE ÁGUA DOCE

Carlos Mello Garcias¹ Arnaldo Carlos Muller²

1 Carlos Mello GARCÍAS: Engenheiro Civil-UFPR 1975; Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento- UFRS 1987 Doutor em Engenharia Civil – Planejamento e Engenharia Urbana – USP 1992; Professor do Curso de graduação em Engenharia Ambiental e do Programa de Pós-graduação – Mestrado e Doutorado em Gestão Urbana; Pontifícia Universidade Católica do Paraná - PUCPR; - Brasil carlos.garcias@pucpr.br.

2 Arnaldo Carlos MULLER: Engenheiro Florestal-UFPR, 1971; Especialista em Manejo Florestal, 1972; Mestre em Manejo de Áreas Silvestres – UFPR, 1976; Doutor em Políticas Ambientais no MERCOSUL, UFPR, 2006; Superintendente de Meio Ambiente da ITAIPU Binacional, 1975 a 1991; Professor do Curso de Engenharia Ambiental PUCPR – Brasil arnaldo.muller@pucpr.br

Endereço para correspondência:

Pontifícia Universidade Católica do Paraná – Curso de Engenharia Ambiental
Rua Imaculada Conceição 1155 – Prado Velho – 80215 901
Curitiba – Paraná – Brasil.

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar as conseqüências para o abastecimento de água da humanidade, considerando as expectativas geradas pelas discussões e avaliações dos efeitos danosos ao meio ambiente, em especial a disponibilidade de água potável, devido ao aquecimento global.

PALAVRAS CHAVE: Aquecimento global; água doce; abastecimento de água.

EFFECTS OF THE GLOBAL HEATING IN THE READINESS OF FRESH WATER

ABSTRACT

This work was carried out to evaluate the consequences for the water supply of humanity, considering the expectations generated by the discussions and assessments of the harmful effects to the environment, particularly the availability of drinking water due to global warming.

KEYWORDS: Global warming; fresh water; supply of water

1 . INTRODUÇÃO

Todos os efeitos do aquecimento global – que levam às mudanças climáticas - afetam as águas doces planetárias.

Isso torna essencial que se desenvolvam pesquisas para melhor se conhecer a amplitude dessas influências; que as causas e efeitos desse tema sejam conhecidos em todos os segmentos da população humana; que sejam adequadamente aplicados os cuidados para prevenir o agravamento do quadro

perverso ao conforto e à própria perenidade da vida no Planeta, profundamente dependente da água, nosso líquido mais precioso.

O clima já estaria descontrolado? Até onde as taxas atribuídas ao aquecimento global estariam provocando furacões, maremotos, estiagens, enchentes, elevação dos níveis oceânicos, e até onde estes fenômenos adversos atingiriam o bem estar, a felicidade e a esperança das pessoas? O que se poderia fazer para conter esta onda de eventos ambientais que começam a serem notados? Se ainda há quem questione as origens desses fenômenos, há que se reconhecer que estes vêm sendo constatados com maior frequência.

O tema do aquecimento global é relativamente recente. A formalização das inquietações mundiais se consolidou na Conferência das Nações Unidas realizadas no Rio de Janeiro, em 1992, quando se criou a Convenção Mundial sobre o Clima. Numa das mais importantes reuniões desta Convenção, realizada no Japão, se instituiu o Protocolo de Quioto, estabelecendo diretrizes para a formalização de Mecanismos de Desenvolvimento Limpo, conhecidos pela sigla MDL. Compõem estes mecanismos todas as propostas que reduzem os volumes dos gases que provocam o efeito estufa planetário.

Ultimamente se nota que há um crescente bombardeio de informações alarmistas, que geram preocupações e instabilidade sociais. Há incertezas e muitos estão desorientados acerca do futuro. Sabemos que os processos de produção estão gerando volumes imensos de gases, invisíveis e visíveis, cuja presença atmosférica – recordando as leis elementares da física – geram efeitos ambientais relevantes, começando com a região onde são gerados.

Desafio similar se desenha agora, decorrente da constatação do processo de aquecimento global. O alarme é necessário para que as forças intelectuais e as fontes de recursos sejam acionadas, e sem delongar-se, para que os efeitos não se tornem crônicos e irreversíveis. Os desafios atuais distinguem-se dos provocados por aquela teoria porque são partícipes dessa crise inúmeras fontes difusas de gases, originadas justamente na expansão demográfica mundial.

Assim ao se perguntar sobre o que fazer para as soluções deste problema, constata-se que estas são plurais: são responsabilidade de todos. A solução global depende da soma das ações individuais, a nível pessoal e institucional. A maioria dessas ações incidirá, justamente, sobre a hidrosfera, e nessa, no universo das águas doces planetárias.

Este estudo destacará algumas questões incidentes sobre as águas doces e procederá à análise dos seus usos diante da expectativa do aquecimento global, cuja percepção, espera-se, demande providências de extenso alcance e imenso comprometimento social.

2. O PLANETA ÁGUA

A complexa integração do Planeta às suas águas deve ser esmiuçada em alguns aspectos das mudanças climáticas prenunciadas. A Atmosfera constitui-se de uma mistura de muitos gases, onde a energia solar incide gerando correntes circulatórias. Essas correntes são, também, afetadas pelo movimento de rotação da Terra. Se esta não existisse, o ar quente das regiões tropicais se elevaria em movimentos convectivos e regressariam à superfície nas regiões polares. Porém os movimentos rotatórios, aliados à presença irregular de continentes na grande superfície dos oceanos, tornam muito complexa a distribuição dos sistemas climáticos, porque as massas de ar passam a girar acompanhando a rotação do

planeta. Nessa movimentação surgem eventos térmicos, associados aos físicos da crosta terrestre, que se manifestam na forma de vórtices, chamados pelos especialistas de depressões e anticiclones. Onde os vórtices se intensificam surgem tempestades tropicais, com riscos destas, se tornarem tornados, furacões e outros turbilhões devastadores.

As diferentes regiões climáticas continentais são caracterizadas por temperaturas e pluviosidades próprias. Nisso muitos fatores influenciam: a quantidade de energia solar incidente depende da latitude do ponto, definindo sua temperatura média; correntes marítimas possuem gradientes térmicos que aquecem e resfriam as massas de ar, com maior ou menor velocidade à proporção de sua saturação com a umidade atmosférica, aliás, provocada pelo mesmo processo térmico-circulatório. Esses fatores, energia solar incidente, e correntes marítimas aplicadas aos continentes, determinam as configurações das temperaturas e precipitações continentais, mesmo em áreas distantes dos oceanos e nos planaltos.

Os oceanos reservam 96,5% de todo volume hídrico planetário, o que equivale dizer 1,338 bilhão de quilômetros cúbicos de águas salgadas. As comunidades oceânicas, tão ricas e variadas quanto as terrestres, dependem dos produtores primários, representados principalmente pelas microalgas planctônicas. Na fotossíntese estas utilizam a energia solar para metabolizar os sais biogênicos e produzir a maior parte do suprimento de Oxigênio da Terra.

Os reservatórios de águas doces naturais, chamados de compartimentos dulcícolas, calculados em 35.361 km³, são 99 % inacessíveis ao consumo ou usos em processos do interesse humano direto: encontram-se em glaciares, na atmosfera e em aquíferos profundos. As águas doces encontradas em rios, lagos e pantanais, mais propriamente disponíveis, representam apenas 0,0002 % das águas do planeta, e 0,006 % do volume de águas doces. É muito pouca água para que seja descuidada e perdida pela poluição.

É importante notar que as águas dos rios e lagos apresentam uma distribuição planetária irregular. O Quadro 01 mostra o volume total das vazões dos rios continentais nos diversos continentes, e sua taxa demográfica proporcional:

QUADRO 01: Vazão dos rios continentais e taxas demográficas percentuais

Continente	Soma da vazão dos rios	Percentagem da população global
América do Sul	10.380 Km ³	6%
Ásia	9.865 Km ³	58%
América do Norte	5.960 Km ³	8%
Rússia	4.350 Km ³	6%
África	4.225 Km ³	11%
Europa	2.129 Km ³	10%
Oceania	1.965 Km ³	1%
total	38.874 Km ³	100%

Fonte: Adaptado de Tundisi, 2003, *apud* L'Vovich, 1979

No continente mais irrigado, a América do Sul, estão três dos maiores rios do planeta, o Amazonas, o Paraná (ou Rio da Prata), ambos brasileiros, e o Orinoco, na Venezuela. Ainda que suas vazões anuais sejam, respectivamente a 1^a, a 9^a e a 3^a entre todos os rios da Terra, suas bacias hidrográficas correspondem, pela ordem, às 1^a, 5^a e 18^a em superfície. O rio Amazonas, só, detém 14,16 % de toda a água

doce do Planeta. Pouco mais de 2% das águas doces da América do Sul são utilizadas em sistemas de interesse humano.

3. SISTEMAS DE INTERESSE HUMANO

Ao longo da história humana o uso das águas tem atendido a inúmeras finalidades. Muitas vezes estas finalidades são demandadas simultaneamente e em outras, sucessivamente. Não são incomuns situações de demandas conflituosas, seja por regimes consuntivos ou conseqüentes de sua inutilização pela contaminação. Quando ocorrem usos conflitivos, há que se definir as prioridades ou preeminências de usos.

À diversidade de aplicações dos recursos hídricos se chama “usos múltiplos das águas”, cada qual com requisitos próprios de qualidade das águas. Alguns são extremamente exigentes, caso do uso potável, e outros suportam águas abaixo de padrões admissíveis, como a navegação. Mas todos têm em comum somente poderem ser exercidos se houver disponibilidade do líquido precioso, ora ameaçadas pelo aquecimento global.

As demandas e diversidade de usos múltiplos das águas no Brasil dependem tanto do grau de concentração demográfica, como do nível de desenvolvimento econômico regional, que determinam a intensidade das atividades nas bacias hidrográficas. São usos múltiplos tradicionais das águas: abastecimento público; irrigação agrícola; aqüicultura, piscicultura e pesca; dessedentação de animais domésticos (pecuária); abastecimento rural; turismo e recreação; navegação de médio e grande calado; geração de energia elétrica; e usos industriais, com múltiplas aplicações.

Não obstante, examinando com mais detalhes as diversas necessidades nacionais no uso dos recursos hídricos, observa-se que estas variam de uma região para outra, em vista de peculiaridades ambientais e culturais. Um estudo feito pela CTHidro em 2002 destacou, por região brasileira, os principais problemas e desafios para a gestão dos recursos hídricos brasileiros. Uma adaptação daquele estudo feita por Tundisi (2003), apresentada no Quadro 02, evidenciou tanto a diversidade dos usos múltiplos mais comuns das águas, como os principais desafios que a gestão dos recursos hídricos – e a escassez destes – representam para a população e governo.

Note-se, no Quadro citado, que a gestão das águas não é somente questão de usos inadequados das águas ou conspurcação deste precioso recurso natural, mas inclui a manutenção da biodiversidade na bacia hidrográfica, o controle da pesca e incentivos à atividades de desenvolvimento da biodiversidade, o controle de queimadas e desmatamentos, bem como de atividades minerárias, cuidados com enfermidades de veiculação hídrica, introdução de espécies exóticas nocivas à preservação dos ecossistemas, estímulos ao reuso das águas, controle de desperdícios e várias outras atividades que, ao final, garantem águas de qualidade e em quantidades sustentáveis.

4. MANANCIAIS DE ÁGUAS DOCES

Dentre os usos primordiais, preponderantes sobre quaisquer outros usos dos recursos hídricos, destaca-se o destinado ao abastecimento humano. Para esta demanda, dentre os sistemas naturais de suprimento, afiguram-se com destaque as

fontes e mananciais. Estas são mantidas por complexos sistemas de percolação das porções pluviais nas camadas do solo, seu armazenamento e fluxo freático e, finalmente, surgência em alguns locais à superfície. São locais que precisam ser especialmente protegidos porque garantem águas com qualidade às necessidades humanas e de todos os seres vivos.

Insensíveis por ignorância ou displicência, a humanidade não admite causar danos relevantes aos corpos hídricos, uma questão ambiental graves das cidades. Nossos rios urbanos estão mortos, transformados em verdadeiras cloacas urbanas, condutores não somente de esgotos, mas tidos como veículo de transporte e destinação de resíduos sólidos. Que desvio de cultura nefasta inspirou nossa gente a esse tipo de comportamento? Quando esse proceder deveria ter sido corrigido?

Se ao planejar uma cidade não se planejou atitudes relacionadas aos rios urbanos, se constata hoje que tudo aconteceu na pior forma “natural”, a que considera normal fazer dos cursos d’água dos meios urbanos o principal escoadouro de efluentes e resíduos. Essa atitude conduz a uma situação de contra-senso, a de ter-se que admitir a escassez de água em regiões sem déficits hídricos naturais.

O adequado seria prever, ao se identificar os mananciais abastecedores potenciais, que as cidades considerem e estabeleçam diretrizes especiais, apoiadas em forte aparato educativo e legislativo, para proteção e uso das fontes naturais e suas áreas de recarga, notadamente das que tenham as melhores águas, e que situadas privilegiadamente em seu espaço territorial.

A concentração do homem em setores ambientalmente sensíveis, associados ao aumento da densidade populacional, gera a insustentabilidade urbana, começando com o meio no qual populações carentes habitam.

Mas não somente os pobres são culpados: desequilíbrio devido ao excesso do consumo dos recursos naturais produz efeitos catastróficos, como erosão e transporte de sedimentos, carência de água potável, enchentes, enfermidades, perdas econômicas, insalubridade ambiental, incêndios, poluição e contaminação das águas do solo e do ar, deslizamentos, epidemias, maremotos, furacões, é a natureza cobrando caro seu mau uso. Ainda, metade da população mundial sofre com serviços de água inferior aos observados na Roma antiga. Em Novembro de 2000 as Nações Unidas reportou que mais de um bilhão de pessoas não tem acesso à água potável para beber e 2,5 bilhões de pessoas não têm acesso a serviços sanitários adequados. Verificou-se que doenças relativas à água matam entre 10.000 a 20.000 crianças todos os dias, o que se estima corresponder a 60% da mortalidade infantil.

QUADRO 02: Problemas e desafios da gestão de recursos hídricos brasileiros

Região	Usos	Características e impactos	Desafios e problemas
<ul style="list-style-type: none"> • Região Norte 	<ul style="list-style-type: none"> • Navegação • Pesca • Abastecimento público • Energia 	<ul style="list-style-type: none"> • Abundância de água per capita • Desmatamento • Queimadas • Mineração 	<ul style="list-style-type: none"> • Conservação e sustentabilidade dos recursos hídricos • Saneamento básico • Manutenção da biodiversidade • Controle da pesca
<ul style="list-style-type: none"> • Região Nordeste 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesca • Navegação • Abastecimento público • Energia • Irrigação 	<ul style="list-style-type: none"> • Escassez de água no semi-árido • Salinização • Doenças de veiculação hídrica 	<ul style="list-style-type: none"> • Sustentabilidade do semi-árido • Saneamento básico • Disponibilização de água na região urbana e rural

			<ul style="list-style-type: none"> • Incrementar a pesca e aqüicultura nos grandes reservatórios
<ul style="list-style-type: none"> • Região Centro-Oeste 	<ul style="list-style-type: none"> • Pesca • Navegação • Abastecimento • Turismo • Recreação 	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas alagadas frágeis e de alta biodiversidade • Introdução de espécies exóticas • Pesca excessiva • Desmatamento • Hidrovia 	<ul style="list-style-type: none"> • Conservação • Manutenção da sustentabilidade • Manutenção da biodiversidade • Proteção de ecossistemas representativos • Controle da pesca
<ul style="list-style-type: none"> • Região Sudeste 	<ul style="list-style-type: none"> • Abastecimento público • Hidroeletricidade • Turismo e recreação • Pesca e aquicultura • Navegação • Uso industrial • Pesca 	<ul style="list-style-type: none"> • Escassez relativa (alta concentração de população) • Intensa urbanização • Grande número de espécies exóticas introduzidas • Eutrofização e toxicidade • Aquíferos contaminados • Uso excessivo dos aquíferos 	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperação de rios, lagos e represas; • Proteção dos mananciais e da biodiversidade • Redução dos custos de tratamento; • Solução da eutrofização e toxicidade • Estimulo ao reuso • Controle do turismo em grandes represas • Recuperação e proteção de aquíferos
<ul style="list-style-type: none"> • Região Sul 	<ul style="list-style-type: none"> • Abastecimento público • Irrigação • Hidroeletricidade • Navegação • Pesca • Uso industrial • Turismo e recreação 	<ul style="list-style-type: none"> • Abundância de água com tendência à escassez relativa por concentração de população • Intensa urbanização • Contaminação e poluição por atividades agrícolas • Aumento da toxicidade e eutrofização • Contaminação dos aquíferos 	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperação de rios, lagoas e represas • Redução dos custos de tratamento • Tratamento da eutrofização e toxicidade • Proteção de mananciais • Proteção da biodiversidade em alagados • Recuperação dos aquíferos
<ul style="list-style-type: none"> • Todas as regiões 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso municipal 	<ul style="list-style-type: none"> • Esgotos não tratados • Degradação dos mananciais • Contaminação dos aquíferos • Disposição de resíduos sólidos nas bacias hidrográficas 	<ul style="list-style-type: none"> • Proteção dos mananciais • Diminuição do desperdício • Proteção e conservação das bacias hidrográficas • Tratamento de esgotos • Treinamento de gerentes • Disposição adequada de resíduos sólidos urbanos

FONTE: Tundisi, 2003, adaptado de Shiklomanov, 1998

Especificamente nos ambientes urbanos, observa-se que as cidades são uma criação do homem, que cada vez mais se aperfeiçoa para promover a qualidade de vida, segurança e oportunidades de negócio com facilidades para o homem. O desafio, porém, é construir os ambientes que satisfaçam suas necessidades, e que ao mesmo tempo minimizem os impactos ambientais e garantam às gerações futuras novas opções de vida.

Há uma luta constante que procura conter o avanço das cidades sobre os mananciais. Esta situação se agrava nos grandes centros urbanos onde as periferias das cidades, desenvolvidas e desprovidas de infra-estrutura poluem e contaminam as bacias hidrográficas de importantes reservatórios abastecedores, obrigando a busca por águas potáveis em regiões cada vez mais distantes.

Hoje, a qualidade das águas fornecidas pelos sistemas de abastecimento urbano estão desacreditadas, levando a comunidade a beber água engarrafada. Assim, parece que a história se repete, mas com retrocesso: evoluímos da lata d'água na cabeça, passando aos sistemas de abastecimento, com águas de qualidade garantida, que alimentam edificações com uma simples ligação a esta rede pressurizada, ao incrível sistema freqüente nos primórdios da civilização, cada vez mais comum, de distribuição de garrafas de água que parecem induzir a comunidade de que esta é a melhor água para sua saúde.

Hoje, muitas cidades passam por situações de calamidade pública devido à falta de água potável. Ao Brasil, país de aparente abundância de aquíferos potáveis, faltou o cuidado e precaução através da educação-conscientização de boas práticas, as quais poderiam ser copiadas dos países Europeus que já estavam praticando economia dos recursos hídricos. Nas décadas de 70 e 80 iniciou-se uma discussão que resultou em ações: A questão das perdas e desperdícios de água nos sistemas de abastecimento de água. Historicamente se constatou situações aonde a perda no sistema, desde a captação até a ligação predial, ultrapassa montantes superiores aos 50%. A média nacional, de acordo com o Ministério das Cidades foi, em 2004, da ordem dos 45% da água potável do país. Mesmo na capital ecológica, Curitiba, este número não foi diferente: a perda medida alcançou a 44,9% (SILVEIRA, 2008).

Ou seja, das águas captadas e tratadas só chegam ao consumidor a metade de seu volume. Por outro lado, com aquele fato se constatou outro absurdo associado: o desperdício das águas tratadas. É ainda comum não haver nenhum controle dos usuários sobre os aparelhos e os equipamentos que usavam ou consumiam grande quantidade de águas, sem necessidade.

Nestas duas questões estavam presentes as preocupações econômicas, muito mais que as ambientais ou de saúde pública. Os resultados práticos foram o aprimoramento de sistemas de controle das perdas nos sistemas, baseados no desenvolvimento tecnológico e treinamento dos operadores dos sistemas bem como aprimoramento dos projetos.

O consumo individual de água aumenta na mesma proporção em que cresce a população de uma região, e vice-versa: ao mesmo tempo que aumenta a densidade ocupacional, cresce também o consumo individual. Dados da SANEPAR, divulgados na mídia, dão conta que nos bairros onde os imóveis são mais valorizados o consumo per capita é sensivelmente aumentado. Garcias (2010) em uma entrevista a um jornal de Curitiba

5. O AQUECIMENTO GLOBAL E A DISPONIBILIDADE DE ÁGUA DOCE

A Terra já foi poeticamente chamada de *planeta água*. Esta denominação talvez fosse mesmo a mais apropriada, afinal a maior parte da superfície da Terra é

ocupada pelos oceanos. Ainda em se tratando dos seres vivos que a habitam, seus organismos são formados por elevadas porções de água. Na verdade, a água é a matéria prima da vida. A vida na Terra só é viável, na forma que a conhecemos, pela disponibilidade da água.

Estas águas estão em contínuo movimento, no que se reconhece como o dinamismo hidrológico, movido por influências, essencialmente, climáticas determinadas por dois fatores preponderantes: a radiação solar e a temperatura do ar. Sendo recurso essencial à vida continental, a água doce é um fator limitante (lei do mínimo) para a manutenção das comunidades bióticas terrestres.

Das águas doces, mais de 99 % estão inacessíveis ao consumo ou processos do interesse humano direto (BROWN, 2010). As águas dos rios e lagos, estas sim acessíveis, têm uma distribuição territorial, em termos planetários, extremamente irregular, como já se comentou, ilustrado no Quadro 01. Aquele Quadro demonstrou que há continentes bem servidos de águas enquanto outros padecem pela escassez crônica.

Retomando ao que antes se comentou acerca da influência da variação de gradientes térmicos pelo aquecimento solar, essa situação de distribuição das águas doces entre os vários continentes vislumbra-se que será dramaticamente alterada. Como ênfase a esta expectativa há que se lembrar uma previsão dos cientistas, que previram a transformação da Amazônia em um território com feições do semi-árido.

No meio natural dois fatores influenciam diretamente na temperatura das águas superficiais (as de rios e lagos): a radiação solar e a temperatura do ar. Certamente fatores de origem antrópica também exercem influência direta, como os usos industriais, os de termelétricas e a operação de usinas atômicas, que empregam as águas do meio natural nos processos de refrigeração dos equipamentos e sistemas.

Há, ainda, que se citar, referindo-se às influências antrópicas na intensificação da absorção da temperatura irradiada pelo sol, da importância das alterações introduzidas, intencional ou não intencionalmente, na qualidade das águas naturais. Exemplos desta situação são as partículas de despejos industriais e de origem da erosão de solos agrícolas, que tornam as águas turvas e mais facilmente aquecíveis – notadamente pela incidência da radiação térmica (infravermelha) típica de eventos de efeito-estufa - do que se aqueles corpos d'água se mantivessem translúcidos. O risco do efeito aquecimento global elevando a temperatura da água, levará à aceleração de reações químicas e bioquímicas de extensas coleções de águas, notadamente as doces, porque, sendo em menor volume, são mais suscetíveis ao aquecimento do que as oceânicas, que apresentam maior estabilidade térmica derivada de sua grande massa.

O aumento da temperatura diminui a densidade e a viscosidade das águas, aumenta a tensão de vapor saturante na superfície (que resulta em evaporação) e diminui a solubilidade dos gases: águas aquecidas possuem menos oxigênio dissolvido que as águas frias.

Ainda, a elevação da temperatura favorece a vida bacteriana, propiciando a biodegradação da matéria orgânica no processo da autodepuração, o que depende da existência de oxigênio abundante. Nos casos em que a própria temperatura da água vier a reduzir essa disponibilidade, ocorrerão estágios de eutrofização e anaerobiose, que são situações nocivas à vida aquática.

Mas nem tudo é negativo: a temperatura aumenta a velocidade da sedimentação das partículas em suspensão, o que é importante nas estações de tratamento. Também o efeito catalítico das enzimas empregadas no tratamento de

águas residuárias varia em função da temperatura, apresentando sua expressão máxima entre 33 e 35 °C (FLORENCIO et al, 2007). Porém esse ambiente aquecido tende a possuir baixa quantidade de oxigênio dissolvido. Como todas as variações bioquímicas consomem oxigênio, o aumento das reações produz os citados efeitos anaeróbicos, com a formação de gases e ambientes sulfurosos, metano e cadeias parcialmente oxidáveis. Estes efeitos, além de serem deletérios no meio, geram odores e sabores nas águas.

A elevação da temperatura das águas decorrentes do aquecimento global exercerá maior influência nas atividades biológicas e no crescimento, favorecendo esses processos. Contudo, as elevações anormais ou excessivas da temperatura d'água, pelo que já se percebeu, são nocivas aos peixes mais exigentes de oxigênio dissolvido, e favorecem a seletividade da biodiversidade aquática, que podem levar até mesmo à mortalidade certas espécies – em geral as mais nobres em termos de qualidade gastronômica - em detrimento de outras, caracterizadas pela tolerância a ambientes de menor qualidade, que as tornam, também de menor qualidade aos olhos do mercado. Um exemplo próprio dessa situação seria uma comparação entre as trutas, exigentes de alto teor de oxigênio dissolvido, com as carpas, bastante tolerantes à variação térmica e da qualidade das águas.

Essa condição poderá ocorrer mediante o desencadeamento de enfermidades oportunistas, notadamente as de origem micótica, favorecidas pelo aumento da temperatura das águas, atacando de forma muito intensa a biota aquática. Isso ocorre porque os microorganismos decompõem a matéria orgânica mais rapidamente a 30° do que a 21°C (FLORENCIO et al, 2007). Considera-se que a taxa da maioria dos processos que afetam a qualidade da água dobram a cada variação de 10°C na temperatura. Observou-se que mesmo nos trópicos, onde a temperatura é relativamente constante, pequenas diferenças nas temperaturas das estações influenciam no crescimento dos peixes.

Mas não é somente a presença ou ausência do Oxigênio dissolvido que gera efeitos sobre a vida aquática e à qualidade das águas, mas também reações químicas decorrentes da elevação da temperatura, liberando compostos, em outras condições antes inertes, geram ambientes tóxicos para a vida aquática nas temperaturas mais elevadas.

Outro fator de grande importância à qualidade das águas – e à sua recuperação natural – é a influência que a temperatura tem sobre uma das características físicas da água: sua densidade. Isso se constata já na sua diferenciação dos demais compostos químicos, porque ela é menos densa no estado sólido do que no seu estado líquido normal. Como resultado disso, o gelo flutua enquanto a água de temperaturas acima da do congelamento, afunda. É fato conhecido por todos que a água é mais densa a 4°C, e é menos densa nas temperaturas inferiores e superiores a esse grau.

Outro aspecto interessante sobre a densidade das águas – e seus processos de formação de camadas ou blocos - é a salinidade, sempre associada à temperatura (formando setores hídricos delimitados por hidroclínogramas). Nas regiões mais afetadas pelo derretimento das águas árticas a salinidade dos oceanos será certamente afetada, gerando, entre outras situações, a alteração da acidez das águas. Cientistas têm observado que o aumento da acidez dos oceanos, provocará maior dificuldade de sobrevivência para algumas espécies, como os corais (AVILA & PALACIOS, 2009), mas não somente estes: sempre que um fator nocivo afete as populações das algas marinhas, a redução destas afetará a disponibilidade de

oxigênio atmosférico, já que estas são as principais produtoras deste elemento essencial à vida planetária.

Neste panorama poderia ser dispensável lembrar os estudos da Organização Meteorológica Mundial – OMM, que revelou que os eventos climáticos extremos, tais como furacões, tempestades, inundações e secas, já provocam 75% das catástrofes, que se traduzem em perdas de milhares de vidas e ingentes danos econômicos aos países. O programa da Campanha Mundial de Redução de Desastres da ONU visou a mudar a percepção e atitudes face aos desastres hidrometeorológicos. Ali se cita que a falta de água já atingia, em 2003, a cerca de 2 bilhões de pessoas no mundo e, se não fossem adotadas medidas para atender às necessidades de consumo, até 2030 cerca de 4 bilhões de pessoas não terão água suficiente nem para as suas necessidades básicas (RADIO ONU, 2010).

Certamente agravando essa constatação, relatos de novos estudos mostram, que o aquecimento global já está afetando os padrões de chuva no mundo, trazendo mais precipitação para o norte da Europa, para o Canadá e para o norte da Rússia e menos para regiões da África ao sul do Saara, da Índia e do Sudeste Asiático. Em artigo publicado na revista Nature da segunda quinzena de julho de 2007, comenta-se que as mudanças "já podem ter afetado de forma significativa os ecossistemas, a agricultura e a vida humana em regiões que são sensíveis a mudanças na precipitação, como o Sahel (na fronteira sul do Saara)" (NEWS IN SCIENCE, 2007).

Admite-se que o aquecimento global deve interferir com os padrões de chuva e neve, porque as temperaturas do ar e do mar, bem como a pressão atmosférica no nível do mar - forças que estão por trás dos padrões de precipitação - já estão mudando (CLIQUE SAUDE, 2007). Notícias recentes informam que as águas das geleiras asiáticas, indispensáveis à vida de grandes economias daquele continente, já estão deixando de suprir as águas doces com a regularidade histórica, gerando expectativas de catástrofes sociais inimagináveis, pelo seu alcance, duração e intensidade. Bem a propósito dessas constatações, a alteração climática das geleiras asiáticas, notadamente da cordilheira comandada pelo Everest, vem provocando enchentes nos períodos de precipitações – que antes se transformavam em reservas de água congelada – e estiagens, dado que as águas precipitadas não mais se acumulam, escoando pelos vales em direção ao oceano.

Nesta variação hidrológica se constata a desestruturação dos solos drenados e processos erosivos significantes, assoreando cursos de água e aumentando a turbidez das águas – provocando assim efeitos ambientais conseqüentes que reduzem a qualidade daquelas águas. Este fenômeno certamente não ocorre somente nas regiões das geleiras, mas já começa a ser perceptível em todos os continentes, agravando situações da disponibilidade aos usos humanos.

A já anunciada crise das águas, pela sua escassez extrema, agravada pelos costumes desperdiçadores e, pior, pelos maus usos que resultam na conspurcação das parcas águas, de rios das regiões cada vez mais conurbadas de todos os continentes, ensejará crises mundiais de fome e saúde. Este fato necessita ser urgentemente percebido, para que venha a motivar ações efetivas de resolução e mitigação. Não há mais como se tolerar a continuidade e agravamento das situações atuais, que inexoravelmente nos levarão ao terrível cenário que já se vislumbra.

Note-se que a perda da qualidade das águas superficiais de regiões de recarga dos aquíferos é questão sumamente preocupante, já que estas, ao penetrarem nos aquíferos, se tornam irremediavelmente inadequadas para as necessidades para as quais venham a serem captadas. Nessas situações nossa geração comete um crime às gerações futuras, ao impingir-lhe situações de

inviabilização do uso do mais precioso recurso essencial à vida e à economia. Este fato se torna muito grave notadamente em crises de abastecimento d'água motivadas pela escassez de precipitações, cuja alteração climática também pode ser atribuída à presente geração.

Urge, então, que se tomem providências, em todas as escalas, intensidades e formas possíveis, para conter o processo que se vislumbra crescente, bem como para preparar nossa sociedade, desde seus segmentos mais incultos, para um longo período de ajustes às situações que vem sendo dramaticamente desenhadas. É certamente oportuno, ao se encerrar este capítulo, lembrar o oportuno alerta do atual secretário-geral da ONU, Ban Ki-moon, aos países-membros, para que se previnam contra conflitos que possam surgir devido à escassez de recursos naturais, uma das conseqüências esperadas das mudanças climáticas globais. Em sua declaração, afirmou que "as coisas são mais fáceis quando todos podem compartilhar a abundância, mesmo que em níveis diferentes. Quando os recursos escasseiam, nossos frágeis ecossistemas são submetidos a pressões, o que pode levar a um colapso dos códigos de conduta estabelecidos e, inclusive, a indesejáveis conflitos armados", lembrando que ao longo da história, países e povos travaram guerras pelos recursos naturais: gado, fontes de água, terras férteis, rotas comerciais, reservas pesqueiras, açúcar, petróleo, ouro e matérias-primas. As lutas modernas são – e serão – pelas águas. (MULLER, 2006).

6. PEQUENAS SOLUÇÕES / GRANDES CONTRIBUIÇÕES

Com certeza as soluções mais eficazes são as que agem antes do fato consumado, as preventivas. Porém, para os casos onde as situações já estejam ocorrendo são necessárias mediadas corretivas. O ideal é que ao se aplicar as medidas corretivas, sejam implantadas também medidas preventivas. A esta associação e implantação de providências corretivas e preventivas se denomina medidas de controle. A importância desta constatação deve ser vista observando o que ocorreria caso não fosse implantada a medida de controle: Como poderia garantir que causas dos fatos seriam modificadas para situações desejáveis? Fazendo apenas correções talvez não cessassem os fatos indesejáveis.

“Ao considerar um problema tão vasto como o aquecimento global, é fácil se sentir massacrado e impotente, sem acreditar que os esforços individuais possam realmente ter um impacto. Mas precisamos resistir a essa reação, pois esta crise só vai ter fim se nós, como indivíduos, assumirmos a responsabilidade por esse problema.” (GORE 2006).

Estas afirmativas nos trazem a pergunta: o que eu posso fazer? A resposta esta na participação efetiva de cada um, promovendo a divulgação destas premissas e tomando atitudes que possam contribuir para a melhoria desta situação. Mudando atitudes e costumes, não desperdiçando água e demais recursos naturais.

A seguir são apresentadas algumas práticas que podem contribuir para iniciarmos um movimento de uso racional e ambiental desejado para este recurso escasso e fundamental para a vida no planeta terra. São iniciativas e práticas que já ocorrem em nosso meio e que, guardadas as devidas proporções, demonstram ser boas alternativas para algumas das questões aqui abordadas.

- **Águas desmineralizadas:**

Algumas regiões são extremamente carentes de fontes naturais de água doce. Em muitas a única fonte de água disponível são águas salobras, salinas ou salgadas. Estas águas são prejudiciais à saúde do homem e dos animais. Os limites máximos admissíveis pela Organização Mundial de Saúde - OMS, de sais admissíveis para as águas de beber estão em torno de 200 mg de sais por litro de água. Por outro lado há também restrições no uso das águas com baixa concentração de sais, menos de 100 mg de sais por litro de água. Assim, as águas dessalinizadas também são de uso restrito e dependem de reequilíbrio de sais para tornarem-se recomendáveis para o consumo humano. Águas dessalinizadas são de uso restrito, devido além da questão da carência de sais, também por custos de instalação e operação dos sistemas dessalinizadores. As carências de sais são perfeitamente corrigidas por mistura proporcional de águas salgadas ou inserção de sais aos níveis desejáveis. Porém os custos e consumo de energia são de difíceis soluções. Um sistema destilador bastante simples, porém com baixa produção, é aquele que utiliza a energia solar diretamente, denominados de destiladores solares. O destilador implantado na Ilha de Tibicanga Município de Guaraqueçaba, mostrado na Figura 01, permite uma produção em torno de 5 litros/m²/dia. A água obtida por este processo é praticamente isenta de sais, podendo variar de 10 a 40 mg de sais por litro de água desmineralizada (GARCIAS 1985). Como o ideal é que as águas de beber tenham pelo menos 100 mg de sais por litro de água, é recomendável que sejam inseridos sais até se obter um limite desejado de salinidade.

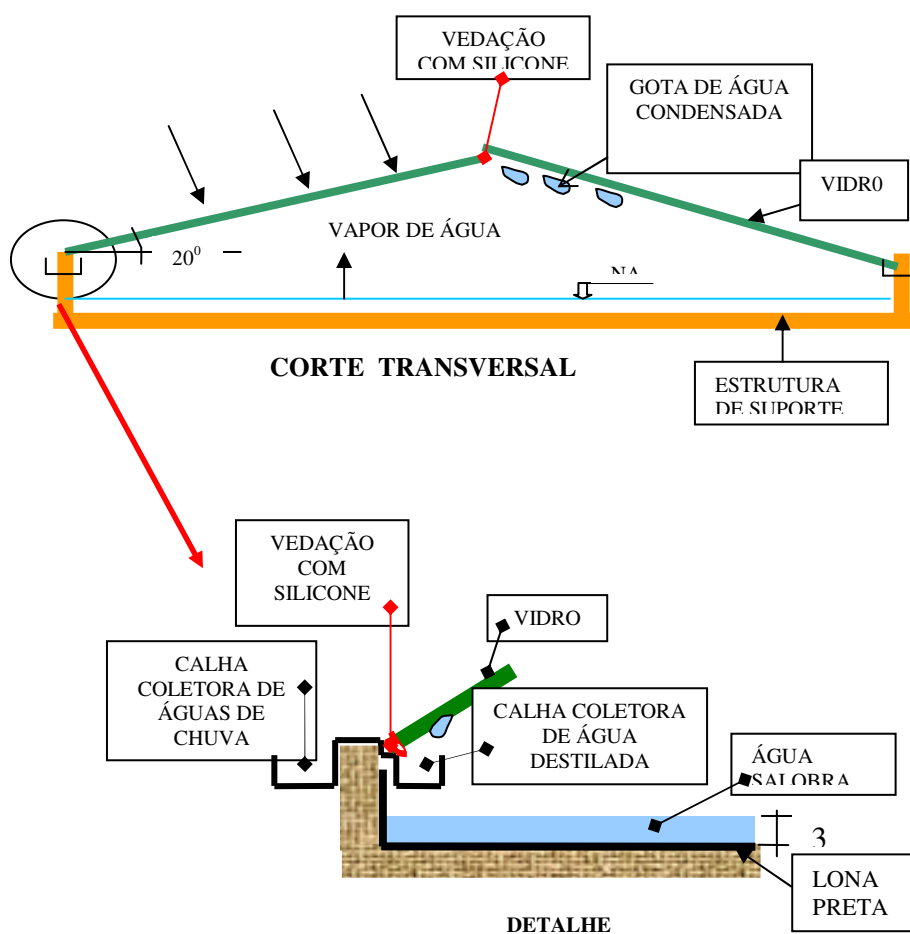


FIGURA 01 Destilador Solar – Ilha de Tibicanga Município de Guaraqueçaba – Pr (GARCIAS, 1985)

- **Águas de chuva**

São águas de excelente qualidade, porém muitos cuidados devem ser tomados nas instalações que se utilizam destas águas. As instalações devem contar com equipamentos que desviem as águas das primeiras chuvas, pois estas estarão muito contaminadas e devem ser desviadas para os esgotos. Mesmo as águas mais limpas requerem cuidados especiais antes de serem bebidas. Se possível um tratamento com simples filtração e desinfecção seria o recomendado.

- **Uso Racional – PURA BRASIL**

O despertar para as questões ambientais deveu-se principalmente pela alta concentração da população em ambientes urbanos, que não foram devidamente estruturados para receberem esta demanda de recursos naturais. Agrava-se ainda o problema pelo próprio crescimento das cidades, as quais destroem seus mananciais abastecedores pelo lançamento inadequado dos esgotos sanitários sem nenhum tratamento. E ainda, devido o avanço da mancha urbana, ocupando novas bacias hidrográficas, inclusive aquelas dos mananciais abastecedores, gerando a necessidade das cidades irem buscar água cada vez mais distante, tendo como conseqüência altos custos de geração e manutenção.

Este ciclo de perdas e desperdícios gerou ações pró-ativas que tem demonstrado bons resultados. Observa-se que a população lentamente está tomando consciência destas iniciativas e passa a cobrar mais ações. O que se espera é que esta reação seja mais eficaz e que a população também demonstre interesse em participar mais ativamente nestas decisões, entendendo que o problema só será devidamente resolvido quando houver a efetiva participação da comunidade. Uma grande dificuldade, no entanto, está na prevalência de paradigmas baseados nos conhecimentos e problemas antigos, sendo necessárias mudanças de fundamentos do conhecimento mudanças de fundamentos do conhecimento para a formação de novos paradigmas e novas ações.

A globalização dos problemas ambientais gerou por conseqüência a globalização das soluções e das preocupações. Países que sofrem com a diminuição ou escassez deste recurso usam de maneira indireta o recurso ainda disponível no Brasil importando alimentos ou exportando seus cidadãos.

A geração de esgotos é diretamente proporcional ao consumo de água. Ou seja, para cada litro de água consumido é gerado um litro de esgoto. O consumo ambiental deste litro de esgoto é 10 vezes maior do que o consumo ambiental para que a natureza forneça o mesmo litro de água. Assim, o uso racional da água, gera a produção racional de esgotos.

- **Equipamentos Redutores de Consumo de Água**

Especificamente nas questões dos desperdícios, iniciou-se na década de 80 o desenvolvimento de estudos e pesquisas, tendo forte participação dos fabricantes de equipamentos hidro-sanitários. Na época, o vilão da história, o vaso sanitário, que pode ser responsável por quase metade do consumo de água nas edificações domiciliares, foi o pivô do desenvolvimento de novas tecnologias voltadas para a economia de água nas instalações prediais. Cada descarga nos vasos sanitários consumia mais de 20 litros de água. Foram modificados os aparelhos de descarga e vasos sanitários, que desenvolvidos em conjunto passaram a funcionar com

aprimoramento da performance hidráulica, consumindo apenas 6 litros por descarga. Foram ainda aprimorados os demais equipamentos e aparelhos sanitários, resultando em uma nova geração de equipamentos, agora sim, desenvolvidos com a preocupação ambiental e sanitária, buscando a minimização do consumo. Estes novos equipamentos, as novas preocupações, incluindo as questões ambientais, exigiram a implantação de massiva geração e aplicação de cursos de treinamento e de educação ambiental.

REFERÊNCIAS

ANDREOLI, C.V.; DALARMI, O.; LARA, A. I.; ANDREOLI, F. de N. Limites do desenvolvimento da Região Metropolitana de Curitiba, impostos pela escassez de água. In **SANARE: Revista Técnica da SANEPAR**, 1999v.12,nº12 julho a dez. Curitiba, Paraná.

AVILA, Fabiano & PALÁCIOS, Marcos P. **ONU detalha os Principais Problemas dos Oceanos**. Disponível em <http://www.rumosustentavel.com.br/onu-detalha-os-principais-problemas-dos-oceanos/>, acessado em 10.06.2009.

BROWN, Lester R. **Plano B 4.0. Mobilização Para Salvar a Civilização**. São Paulo: Idéia Sustentável / New Content / Bradesco, 2010

CARRERA, Fernandes José. **Economia dos recursos hídricos**. Salvador. Edufba, 2002. 458 p

CLIQUE SAUDE. **Aquecimento já altera chuvas no Mundo**. Ed. 24/07/2007. Disponível em <http://cliquesaude.com.br/aquecimento-ja-altera-chuvas-no-mundo-529.html>, acessado em 04.2010.

CURITIBA, PR. **Leis e Decretos**. Lei nº 12.080 de 19 de dezembro de 2006, sobre Reserva Particular do Patrimônio Natural Municipal – RPPNM.

FLORENCIO, Lourdinha; KOPSCHITZ, Rafael; AISSE, Miguel Mansur. **Tratamento e utilização de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: ABES, 2006. Disponível em: (<http://www.finep.gov.br/prosab/index.html>) Acesso em 11 de junho de 2007.

GARCIAS, C.M. 1985. **Potabilidade da água obtida por destilação solar da água do mar**. Porto Alegre. 1985. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto de Pesquisas Hidráulica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GORE, Albert. **Uma Verdade Inconveniente: O que devemos saber (e fazer) sobre o aquecimento global** / Al Gore: Trad. Isa Mara Lando. Barueri, SP : Manole, 2006.

MACÊDO, Jorge Antonio de Barros. **Águas & Águas**. Juiz de Fora MG, Ortofarma, 2000. 505p.

MULLER, Arnaldo Carlos. **Políticas sobre Florestas Protetoras no MERCOSUL**. Curitiba : UFPR. 170p. Tese (doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná. 2006.

NEWS in Science. **Climate change already affecting rainfall.** Ed. 24.07.2007. Disponível em <http://www.abc.net.au/science/news/stories/2007/1986545.htm>, acessado em 01.2010.

RADIO ONU. **Escassez de água é tema da edição 2010 do "Live Earth".** Edição de 16.04.2010. Disponível em <http://www.unmultimedia.org/radio/portuguese/detail/178928.html>, acessado em abril de 2010

REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil : Capital Ecológico, Uso e Conservação.** São Paulo: Escrituras, 1999. 717p.

SILVEIRA, A. **Curitiba Pode Enfrentar Escassez de Água em Sete Anos.** Curitiba: Jornal Gazeta do Povo, edição de 03.01.2008.

TUNDISI, José Galizia. **Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez.** São Carlos: RiMa, IIE, 2003.

VILLIERS, Marq de. **Água.** Trad. José Kocerginski. Rio de Janeiro: Ediouro. 2002, 457p.