



Crise hídrica: desafios e superação

José Almir Cirilo

resumo

Entre os grandes desafios estabelecidos para o futuro da humanidade, a questão da água se destaca por ser um recurso escasso, indispensável para a sobrevivência humana e manutenção dos ecossistemas, e insumo para todas as atividades produtivas. Este artigo aborda a questão em nível global, estabelecendo foco nas peculiaridades do Brasil e destacando os principais desafios a superar, como as dificuldades decorrentes para o abastecimento humano e industrial, a crescente demanda por água para produção de alimentos, a geração de energia e os possíveis impactos de mudanças climáticas sobre as fontes hídricas.

Palavras-chave: crise hídrica; disponibilidade hídrica; conflitos por água.

abstract

Among the great challenges posed for the future of humankind, the issue of water is of paramount importance, as it is a scarce resource essential for human survival, for maintaining ecosystems, and which serves as input to all production-related activities. This paper deals with the issue globally and centers its focus on Brazil's distinctive features. It highlights key challenges to overcome, such as the difficulties for human and industrial supply, the growing water demand for food production, for energy generation, and possible impacts of climate change on water resources.

Keywords: *water crisis; water availability; conflicts over water.*

A constatação de que a escassez é um limitador ao desenvolvimento sinaliza para a hipótese de que a água pode vir a ser motivo de sérios confrontos futuros em pelo menos cinco regiões do mundo. A Organização das Nações Unidas sugere que há cerca de 300 conflitos potenciais severos associados à questão hídrica, porque mais de 2 bilhões de pessoas no mundo carecem de acesso a água potável. As tensões são mais graves nos países em desenvolvimento, onde os recursos hídricos disponíveis são mais poluídos e desperdiçados. Nas disputas por água, os mais pobres serão sempre os mais vulneráveis.

A análise em escala global aponta que 261 dos grandes rios do planeta têm cursos que atravessam territórios de dois ou mais países, sem que existam acordos disciplinando o uso de suas águas. O Rio Danúbio é compartilhado como fronteira ou atravessa diversos países da Europa Central, assim como o Nilo, no nordeste da África, e o Rio Mekong, no sudeste da Ásia. Fronteiras compartilhadas por rios trazem mundo afora histórico de conflitos, tratados e acordos.

Olhando para o futuro, merecem destaque alguns dos principais desafios relacionados com os recursos hídricos, tendo em conta cenários de crescimento populacional, padrões de desenvolvimento esperados para as gerações futuras e as perspectivas potenciais de mudanças climáticas globais. Hoje em dia, felizmente, cada vez mais

cidadãos conscientes se preocupam sobre como a nossa geração está usando os recursos naturais da Terra. Tais preocupações podem ser expressas por meio de considerações como as que se seguem.

- Nos últimos 100 anos, a população mundial triplicou, e o consumo de água aumentou seis vezes. Em 2015 passamos de 7,3 bilhões de seres humanos; em 2050 seremos 9 bilhões. Em muitas regiões do mundo o consumo *per capita* de água chega até a 1.000 litros por dia. Os padrões de abundância obtidos com o desenvolvimento urbano em geral levaram a aumento do consumo de água. Pode esse padrão de consumo ser mantido no futuro?
- Em grandes áreas do planeta enfrentando escassez de água, as pessoas, principalmente mulheres e crianças, têm que andar 10 km ou mais para obter um pouco de água para beber e cozinhar. Hoje, 1 bilhão de pessoas não têm acesso a água potável. Quantas pessoas estarão em tal situação em 2050? O que é mais razoável: levar água para as populações dispersas em áreas onde há pouca ou nenhuma água, ou transferir a população para regiões onde há maior segurança hídrica?
- Se a poluição da água continuar nos padrões atuais, 3 milhões de crianças ou mais morrerão a cada ano. O investimento em tratamento de água é muito menor que o necessário para

JOSÉ ALMIR CIRILO é professor titular da Universidade Federal de Pernambuco.

proteger aqueles que padecem de doenças de veiculação hídrica. No entanto, o tratamento dos resíduos líquidos e sólidos que poluem a água e degradam o meio ambiente de maneira geral ainda não alcança a devida prioridade da maioria dos governos. Como resultado, o fornecimento de água para os centros urbanos requer retiradas de água de fontes mais distantes, aumentando os custos e gerando conflito com usuários de água nas áreas de origem.

- Se as cidades continuam a ter políticas públicas que não se integram, o que irá ocorrer como fruto do crescimento descontrolado? O crescimento desordenado das cidades aumenta a impermeabilidade do solo e reduz a recarga dos aquíferos; a drenagem se torna mais deficiente; ilhas de calor são formadas, potencializando o aumento da evapotranspiração; serviços de infraestrutura, tais como sistemas de abastecimento de água, tornam-se mais caros, inadequados e ineficientes.
- Se o território das bacias hidrográficas continua a ser degradado, as matas destruídas e as várzeas ocupadas, os rios vão buscando reconquistar suas planícies de inundação naturais, e inundações catastróficas tendem a ocorrer com mais frequência e intensidade.
- Cenários do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas sinalizam que regiões semiáridas podem se transformar em desertos. A vulnerabilidade de muitas regiões ao redor do mundo tem demonstrado há décadas que as ações humanas são responsáveis pela desertificação. Os impactos das potenciais mudanças climáticas sobre essas regiões tendem a torná-las cada vez mais inóspitas.
- Independentemente de mudanças climáticas, em algumas regiões do mundo os impactos mais alarmantes sobre os sistemas hídricos já aconteceram: incontáveis pequenos tributários foram aterrados; existem rios importantes cujas águas já não chegam ao mar. Metade dos pantanais do planeta desapareceu.
- As perdas de água ainda estão em níveis inaceitáveis na maioria dos sistemas de abastecimento de água, tanto no ambiente doméstico, como na indústria, comércio e irrigação. Como produzir mais com menos água?
- A humanidade vai precisar de muito mais energia. A questão fundamental é: como vai

ser produzida essa energia, a que custo ambiental e quais os conflitos que serão gerados com outras atividades?

Esses são parte dos grandes problemas e desafios, do presente e do futuro, associados direta ou indiretamente à questão hídrica.

DISPONIBILIDADE E ESCASSEZ DE ÁGUA

Existem dois tipos de escassez de água. A escassez econômica ocorre devido à falta de investimento e é caracterizada por pouca infraestrutura e distribuição desigual de água. A escassez física ocorre quando os recursos hídricos não conseguem atender à demanda da população. Regiões áridas são as mais associadas com a escassez física: em torno de 25% da população mundial vive em bacias hidrográficas onde há escassez física de água. Um bilhão de pessoas vivem em bacias hidrográficas onde a água é economicamente escassa.

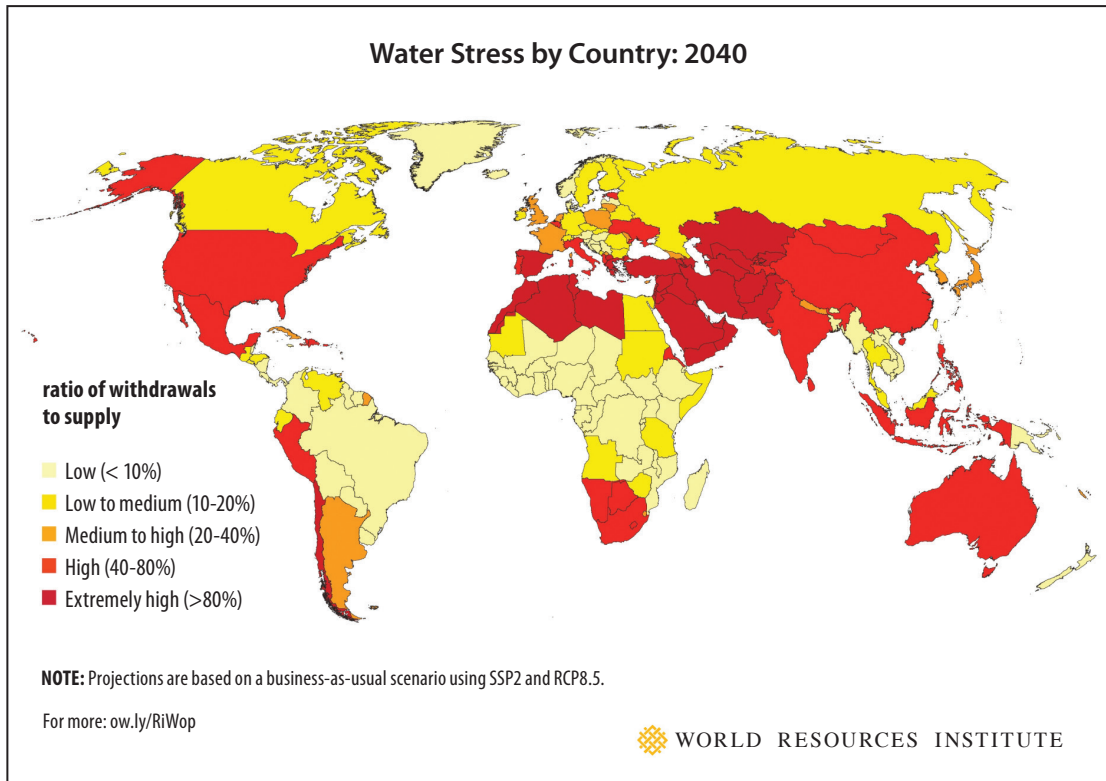
Em 2015 o World Resources Institute (WRI), analisando dados e cenários de mudanças climáticas globais, estabeleceu um *ranking* de *stress* hídrico para 167 países em 2020, 2030 e 2040. Os resultados indicam que 33 países, 14 dos quais localizados no Oriente Médio, deverão apresentar *stress* hídrico extremamente alto em 2040 (Maddocks, Young & Reig, 2015). Nove desses países estão entre os 11 com maiores riscos: Barein, Kuwait, Palestina, Catar, Emirados Árabes Unidos, Israel, Arábia Saudita, Omã e Líbano. A região, já indiscutivelmente a de menor segurança hídrica no planeta, deverá enfrentar desafios excepcionais relacionados com a água com o passar dos anos.

A Figura 1 representa o *ranking* de relação uso/disponibilidade de água previsto para 2040. Chile e Espanha estão incluídos entre os 33 países de situação mais crítica.

Quando se observa a totalidade das reservas, sem análise das diferenças regionais, o Brasil apresenta situação de disponibilidade hídrica privilegiada: detém mais da metade da água da América do Sul e 13% do total mundial, inclusive cerca de 2/3 de um manancial subterrâneo que corre por baixo dos países do Mercosul, com extensão superior à de Inglaterra, França e Espanha juntas.

FIGURA 1

Projeção de stress hídrico global



Fonte: WRI

O agravante acontece quando se quantificam os recursos hídricos nas diferentes regiões do país: o Brasil apresenta problemas relacionados à má distribuição desses recursos em escala intra e inter-regional, sendo afetado tanto pela escassez quanto pela abundância, assim como também pela degradação causada em decorrência da poluição de origem doméstica e industrial. O quadro de escassez se manifesta principalmente no Nordeste, na parte do seu território designada como semiárida.

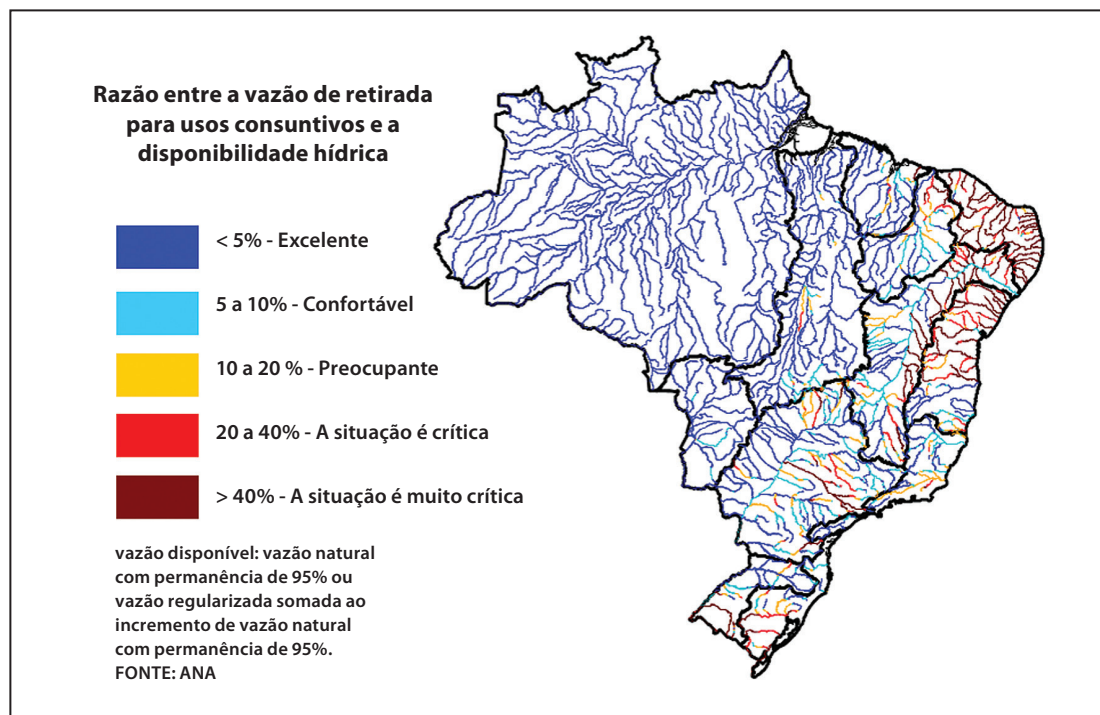
A distribuição espacial da população brasileira não se fez na proporção da disponibilidade de água doce. A região amazônica concentra 81% das reservas hídricas do país e 5% da população. Em contraposição, o território semiárido do Nordeste, mesmo abrangendo grande parte da bacia do Rio São Francisco, dispõe apenas de 4% dos recursos hídricos do país e é ocupado por 35% da população brasileira. Nas regiões hidrográficas banhadas pelo Oceano Atlântico, que concentram 45,5% da população do país, estão disponíveis apenas 2,7% dos

recursos hídricos do Brasil. Essa região apresenta normalmente maior regularidade no tempo e no volume de precipitações, presença de rede hídrica superficial perene com vazões médias significativas e conta com aquíferos que acumulam grandes estoques de água. Mesmo assim o cenário da crise hídrica se instalou em diversas partes das áreas mais habitadas do Sudeste. O principal exemplo é a cidade de São Paulo, a maior do Brasil, cujos mananciais não têm seguidamente acumulado água suficiente para atender às demandas.

A Agência Nacional de Águas (ANA, 2005) elaborou análise da vazão dos principais rios brasileiros, qualificando-os quanto à razão entre as vazões de captação e disponibilidade. O resultado, indicado na Figura 2, mostra que o estado de criticidade dos mananciais se dá na medida em que as regiões são mais povoadas, como se poderia esperar. Essa análise equivale ao aprofundamento para o Brasil daquela apresentada na Figura 1, agora se observando as diferenças regionais.

FIGURA 2

Classificação dos principais rios brasileiros quanto à relação entre as vazões captadas e disponíveis



Historicamente, os maiores déficits hídricos do Brasil são registrados no Nordeste, em sua porção semiárida, região ciclicamente submetida à ocorrência de secas.

A seca é um dos mais complexos fenômenos naturais. Um enorme desafio dos governos de regiões atingidas por esse tipo de ocorrência da natureza é mitigar seus efeitos (com ações de curto prazo) e reduzir (a longo prazo) a vulnerabilidade da sociedade para o convívio com o fenômeno, que é parte do clima, de recorrência inevitável. Assim, em virtude de os efeitos se acumularem por um considerável período de tempo, podendo perdurar por anos antes do término do evento, torna-se difícil delimitar o início, o final e o grau de severidade do fenômeno.

Outra característica que distingue as secas é a sua duração. As secas usualmente requerem um mínimo de 2 a 3 meses para se estabilizar, mas podem continuar por vários anos consecutivos. A magnitude do impacto da seca está diretamente relacionada à duração do evento. Cita-se como exemplo a seca ocorrida no Nordeste brasileiro no

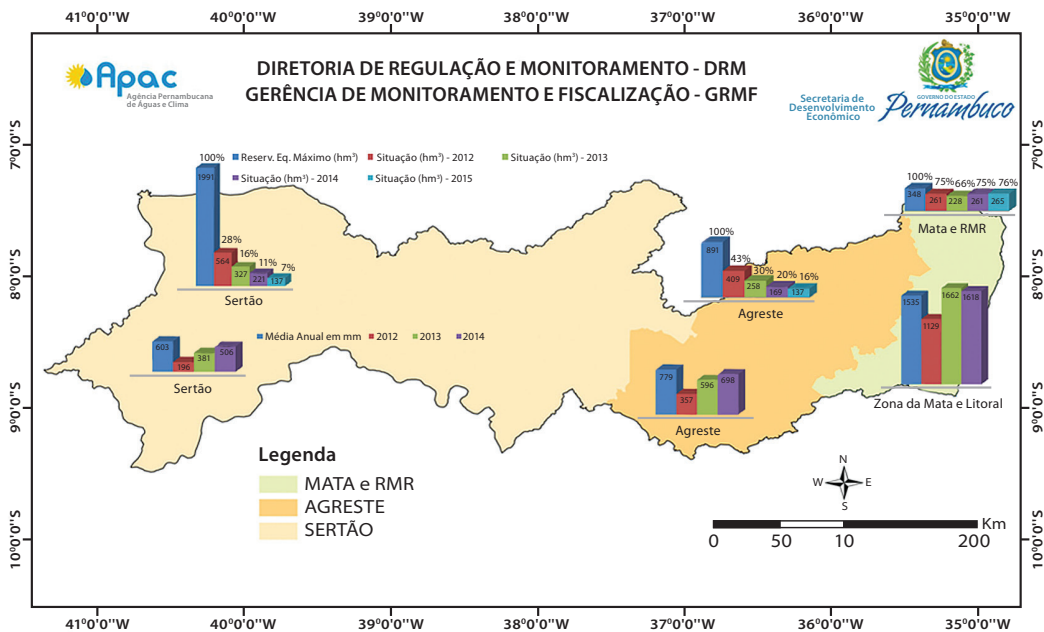
período 1979 a 1983. Nessa série de cinco anos, os dois primeiros, 1979 e 1980, foram anos secos no sentido clássico (significativa deficiência de chuvas durante os meses do período chuvoso). Em 1981, os totais de chuvas foram ligeiramente acima das médias normais esperadas, mas sua distribuição temporal resultou em seca agrícola, ou seja, as precipitações ocorreram após o período ideal para a germinação das plantas. Em 1982, as precipitações foram baixas, mas ocorreram em épocas propícias, e os resultados foram menos adversos para a agricultura. Novamente em 1993 e posteriormente em 1998-1999, novas secas assolaram a região. E em 2011 começou a presente seca, já configurada como a mais severa dos últimos 60 anos. O comportamento das precipitações apresentou em 2012 os totais acumulados mais críticos, como representado na Figura 3 para o estado de Pernambuco, de forma similar aos demais estados da região. Naquele ano o impacto sobre a produção agropecuária e a disponibilidade de água nos mananciais difusos que atendem à população rural foi desastroso. Nos anos

seguintes os totais de precipitação não ficaram tão abaixo da média, a pequena agricultura e a pecuária até apresentaram recuperação, porém a irregularidade espaçotemporal das chuvas levou de forma continuada ao colapso dos reservatórios formados por barragens em toda a região, como também ilustrado na Figura 3, quadro esse igual-

mente observado para a grande maioria dos reservatórios do semiárido nordestino. Consequência: os efeitos da seca atingem no presente, de forma devastadora, as cidades abastecidas por esses mananciais, com tendência de agravamento até 2016, devido ao fortalecimento do fenômeno El Niño, como representa a Figura 4 (NOAA, 2015).

FIGURA 3

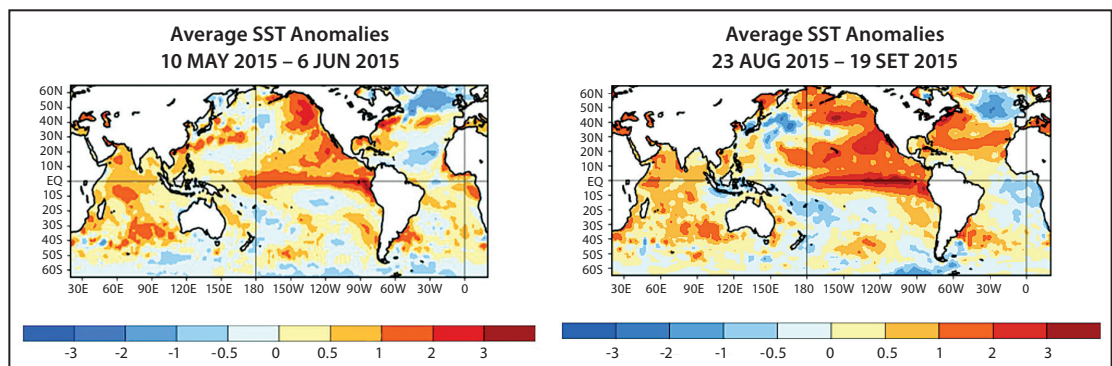
Evolução do estoque de água nos reservatórios e da precipitação em Pernambuco: 2012 a 2015



Fonte: Agência Pernambucana de Águas e Clima – Apac

FIGURA 4

Evolução do aquecimento das águas do Oceano Pacífico (fenômeno El Niño) entre maio e agosto de 2015



Fonte: NOAA

A Figura 5 representa o monitor de secas para o mês de agosto de 2015. Trata-se de sistema de monitoramento elaborado em conjunto, mensalmente, pelos órgãos gestores dos recursos hídricos da região, juntamente com a ANA. O monitor retrata o grau de severidade da seca no território nordestino, de forma distribuída. Sua elaboração decorre da compilação de diversos indicadores, entre eles dados hidrometeorológicos e informações socioeconômicas.

CONFLITOS E SOLUÇÕES RELACIONADOS COM A CRISE HÍDRICA NO BRASIL

Abastecimento de água

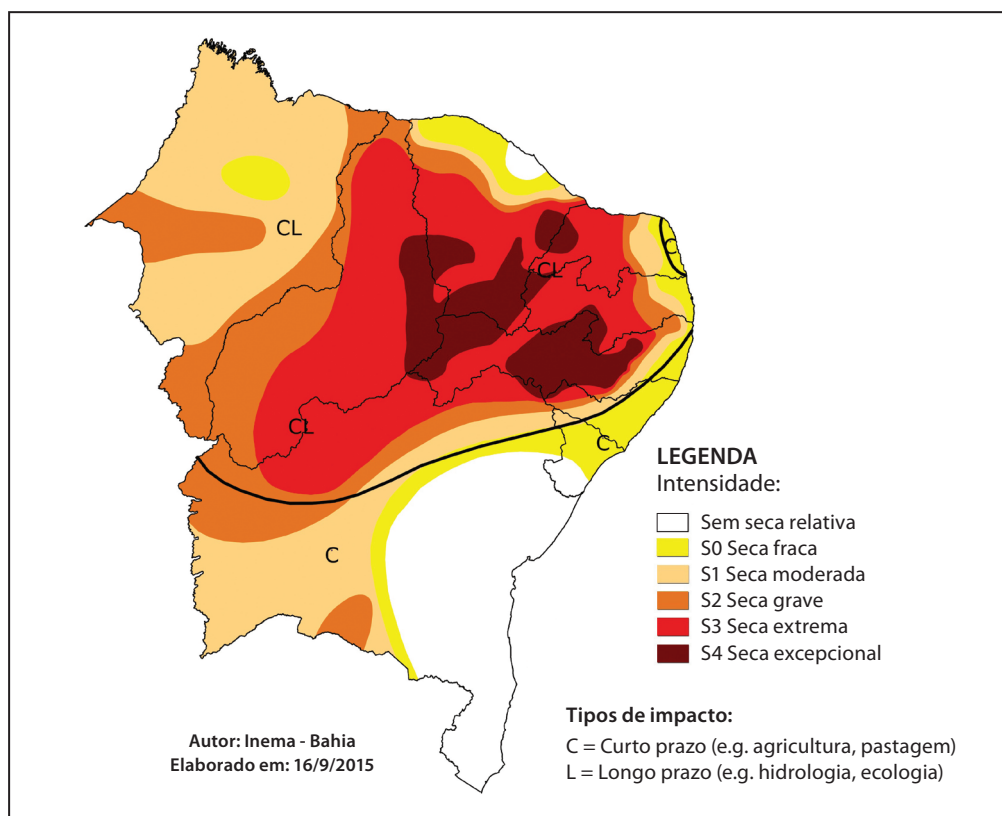
Tucci (2010) e Tundisi et al. (2014) destacam o papel da crescente urbanização no agravamento

da crise hídrica. Esse processo foi marcante no século XX. Em 1900, somente 13% da população global residia em áreas urbanas. Em 2007, a população urbana cresceu para 49,4%, ocupando somente 2,8% do território global. Em 2050, estima-se em 69,6% a população urbana mundial. Nesse contexto, a população brasileira cresceu, segundo a estimativa para 2015 do IBGE, de 90 milhões para 205 milhões desde 1970, e a população urbana passou de 55% para 84%. Obviamente, suprir de água esses quase 170 milhões de pessoas concentradas nas cidades representa o maior desafio, sem minimizar o problema da população rural, principalmente da região semiárida.

Geralmente, a principal atitude para equacionar o desabastecimento tem sido aumentar a ativação das potencialidades hídricas, construindo reservatórios formados por barragens, aumento da exploração dos aquíferos, transferência de água de bacias hidrográficas mais distantes e menos exploradas. Tais ações, geralmente necessárias,

FIGURA 5

Monitor de secas para agosto de 2015



têm seus limites, dado que o aumento da oferta de água vai se tornando cada dia mais caro e as fontes de água são muitas vezes disputadas, como no caso de transposições. Por tais motivos, outras estratégias são imprescindíveis para equacionar a relação oferta-demanda, tais como: melhoria da eficiência dos sistemas, por meio do combate aos desperdícios no transporte, na distribuição e no uso da água (ainda hoje, com toda a tecnologia existente, os índices de perda física e de faturamento em grande parte dos sistemas de abastecimento de água superam 50% e, nas residências, o processo de conscientização ainda não é suficiente para que sejam evitados os desperdícios); utilização de água bruta para usos que não requeiram água tratada: atividades como rega de jardins e mesmo descargas sanitárias podem utilizar, por exemplo, água coletada de telhados e mesmo de poços rasos; muitas cidades brasileiras se situam sobre lençol freático elevado, recarregável a cada ano, cujas águas podem ser aproveitadas para fins menos exigentes, desde que os domicílios separem seus sistemas internos de transporte e reservação de água tratada e bruta; promoção do reúso da água sempre que possível, para fins menos exigentes quanto à qualidade – embora em um ritmo ainda bastante lento, algumas companhias municipais e estaduais de saneamento começam a fornecer água de reúso para atender a uma gama relativamente significativa de usos urbanos não potáveis e industriais. Segundo Hespanhol (2010), estudos de mercado caracterizam grande potencial de atendimento do setor industrial, que pode vir a dar preferência a águas de reúso com qualidade para ser utilizada no resfriamento de máquinas, por exemplo. Além disso, atividades produtivas com grande demanda e elevado potencial de contaminação do meio ambiente, como a mineração e a indústria têxtil, forçosamente deverão avançar na reutilização dos seus próprios efluentes.

Água e saúde – tratamento de resíduos líquidos e sólidos

A escassez e a má qualidade da água afetam muito fortemente a saúde da população mundial. Confalonieri, Heller e Azevedo (2010) destacam a forma como a escassez de água no Nordeste pre-

judica a saúde e os sistemas de atenção médica. Embora as altas temperaturas e a baixa umidade tenham impactos diretos sobre a fisiologia humana, parte significativa dos problemas de saúde decorre, indiretamente, de processos socioambientais desencadeados pela seca. Os impactos maiores provêm dos problemas nutricionais, decorrentes da queda no consumo de alimentos. Essa avaliação, destacada pelos autores para a região semiárida brasileira, tem sido amenizada pelos programas sociais do governo. Basta observar a ausência de saques de alimentos ao longo do episódio de seca instalado desde 2011, ocorrências tão comuns nos eventos anteriores.

O contato com água poluída ou não tratada adequadamente, por outro lado, é responsável por quase 90% dos cerca de 4 bilhões de episódios anuais de diarreia em todo o mundo. No Brasil, os principais problemas de saúde pública associados à água são: doenças diarreicas, doenças transmitidas por vetores (como malária e dengue), esquistossomose e outras helmintoses, leptospirose e intoxicação por cianotoxinas, estas decorrentes da presença de algas tóxicas em reservatórios utilizados para abastecimento e que podem gerar sérias doenças neurológicas e surgimento de tumores.

Os investimentos em ações de saneamento básico têm crescido nas cidades brasileiras quanto à cobertura por rede coletora de esgoto. Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB 2008 (IBGE, 2011), houve aumento na proporção de domicílios com acesso à rede de esgoto, que passaram de 33,5%, em 2000, para 45,7%, em 2008. No entanto, apenas na Região Sudeste mais da metade dos domicílios (69,8%) tinham acesso à rede geral. A segunda região em cobertura do serviço foi a Centro-Oeste (33,7%), com resultado próximo ao da Região Sul (30,2%). Seguem-se as regiões Nordeste (29,1%) e Norte (3,5%). Já o relatório mais recente do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (Brasil, 2014) atesta que pouco mais de 94 milhões de brasileiros têm acesso aos serviços de coleta de esgotos. O nível efetivo de tratamento desses esgotos, contudo, se situa em patamar muito inferior ao coletado, em virtude da baixa eficiência dos sistemas de tratamento. Complementando a questão dos resíduos sólidos, principalmente aquele que é depositado nas margens ou no leito de córregos e canais na

periferia das cidades do país, a dimensão do problema cresce de forma dramática. Esse é, sem dúvida, um dos maiores agravantes da crise hídrica nos meios urbanos, dado que atinge dois aspectos: reduz a disponibilidade de água para usos múltiplos, por conta da poluição, e aumenta os riscos à saúde da população que vive nas vizinhanças desses corpos d'água.

No que se refere à população rural difusa, mais difícil de atender por redes convencionais de abastecimento de água (principalmente no semiárido, por falta de fontes hídricas seguras na maior parte do território), as chamadas tecnologias apropriadas podem trazer ganho considerável de qualidade de vida à medida que soluções como cisternas para captação de água de chuva e sistemas de dessalinização de água de poços sejam universalizadas. No caso de dessalinizadores, avaliação do autor baseada em programa implementado em Pernambuco registra custo médio de R\$ 12/m³ de água produzida, incluindo custos de operação e manutenção preventiva e corretiva dos sistemas. O custo da água entregue à população por meio de carros-pipa é da ordem de R\$ 70 em média, o que mostra a viabilidade do processo, não apenas pelo custo, como pela qualidade da água.

Produção de alimentos e irrigação

A agricultura irrigada responde pelo maior percentual de consumo de água entre todas as atividades produtivas, da ordem de 70%. A irrigação é praticada em 17% das áreas aptas à produção de alimentos no planeta, de onde saem 40% dos alimentos do mundo. De acordo com Folegatti et al. (2010), estima-se que, para garantir as demandas de alimentos, a área irrigada no planeta deve crescer entre 20% e 30% até o ano 2025. Segundo relatório da ANA (2013), a área irrigada no Brasil em 2012 era 5,8 milhões de hectares, sendo que o território nacional tem potencial da ordem de 30 milhões de hectares. Nos últimos 25 anos, a produtividade dobrou, fato devido, em parte, ao aumento da utilização da irrigação. Ainda segundo Folegatti et al. (2010), a área irrigada no Brasil é responsável por mais de 16% do volume total de produtos agrícolas e 35% do valor econômico total da produção, enquanto no mundo esses números são da ordem de 44% e 54%, respectivamente.

Segundo o relatório da ANA, considerando a relação área irrigada *versus* área total cultivada, as regiões hidrográficas Atlântico Sul e Atlântico Sudeste apresentam o mais elevado percentual de irrigação, com 19,4% e 24,02% em 2012. As regiões do São Francisco e Atlântico Nordeste Oriental também se destacam, com irrigação em 17,8% e 14% da área total cultivada em 2012.

No que se refere à bacia do São Francisco, há de se observar potenciais conflitos de uso entre a irrigação na bacia e fora dela, no futuro, quando o sistema de transposição estiver consolidado. Também na própria bacia há potencial de conflitos entre irrigação, mineração, navegação e principalmente com a geração de energia hidrelétrica.

Assim como se deve buscar ampliar as fronteiras agrícolas para atender à produção de alimentos para a população mundial em crescimento, é essencial que se promova a gestão da demanda por água no setor. Para isso surgem a cada dia os avanços tecnológicos que aprimoram os equipamentos de irrigação para poupar água. Por outro lado, é preciso desenvolver a cultura de evitar o desperdício nos alimentos produzidos: de acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2015), um terço dos alimentos produzidos no mundo é desperdiçado. Além de não saciar a fome de 870 milhões de pessoas que não têm o que comer no planeta, o desperdício anual de 1,3 bilhão de toneladas de alimentos causa sérios danos ao meio ambiente. Isso porque, na produção, os alimentos necessitam do consumo de água e do uso da terra e, entre produção e preparo, ocorre emissão superior a 3 bilhões de toneladas de gases de efeito estufa para a atmosfera, impactando diretamente o clima e gerando desperdício da ordem de 750 bilhões de dólares anuais.

Geração de energia

Segundo a Aneel, o Brasil possui 1.064 empreendimentos hidrelétricos, sendo 407 centrais de geração hidrelétrica (CGH), 452 pequenas centrais hidrelétricas (PCH) e 205 usinas hidrelétricas (UHE). A hidroeletricidade representa 70% de toda a capacidade instalada. Entre 2009 e 2012, 28 importantes aproveitamentos hidrelétricos (UHE) entraram em operação gerando um total de 4.787,21 MW, dos quais 1.463,03 MW foram

gerados em 2012, quando houve um acréscimo de 3.972 MW na capacidade total do sistema, sendo 1.843 referentes à geração hidrelétrica.

A geração de energia hidrelétrica foi o primeiro uso organizado em larga escala dos recursos hídricos no país e assim se mantém. A operação das usinas e reservatórios é regida pelo Operador Nacional do Sistema. Por ser integrado nacionalmente e dispor de tomada de decisão operacional praticamente soberana, dado que as restrições se relacionam ao controle de cheias e atendimento de vazões ecológicas, a utilização da água pelo setor elétrico se sobrepõe na prática aos demais usos. Na bacia hidrográfica do São Francisco esse predomínio vem gerando conflitos com a navegação e captações de água para irrigação e abastecimento de água.

Sobre a geração hidrelétrica, uma reflexão há de ser feita: parques eólicos e solares ganham força, dado o potencial existente no país. A geração de energia eólica está consolidada, e a solar fotovoltaica caminha para isso: iniciados em 2014 no semiárido do estado de Pernambuco, cinco

parques solares abrem caminho para a produção de energia solar no Nordeste, o que certamente é vocação natural para essa região. Abrem-se assim perspectivas de redução da dependência dos recursos hídricos para geração de energia, o que pode gerar economia de água do Rio São Francisco para outros usos.

Mudanças e variações climáticas

Por sua dimensão continental, diferenças de clima e cobertura vegetal, o Brasil frequentemente apresenta eventos extremos opostos nas suas diversas regiões. Entre 2014 e 2015 observam-se seca em São Paulo, cheias na Amazônia e a mais severa seca dos últimos 50 a 60 anos no Nordeste, estabelecida desde 2010 e com tendência a continuar em 2016. Ao mesmo tempo em que o fenômeno da seca se instalava no sertão pernambucano, a zona da mata sul e parte do agreste sofreram a pior inundação registrada em sua história, representada na Figura 6 (Dantas et al., 2014; Ribeiro et al., 2015).

FIGURA 6

Representação a partir de modelagem hidrológico-hidrodinâmica da área inundada na cidade de Palmares, Pernambuco, no evento de 2010

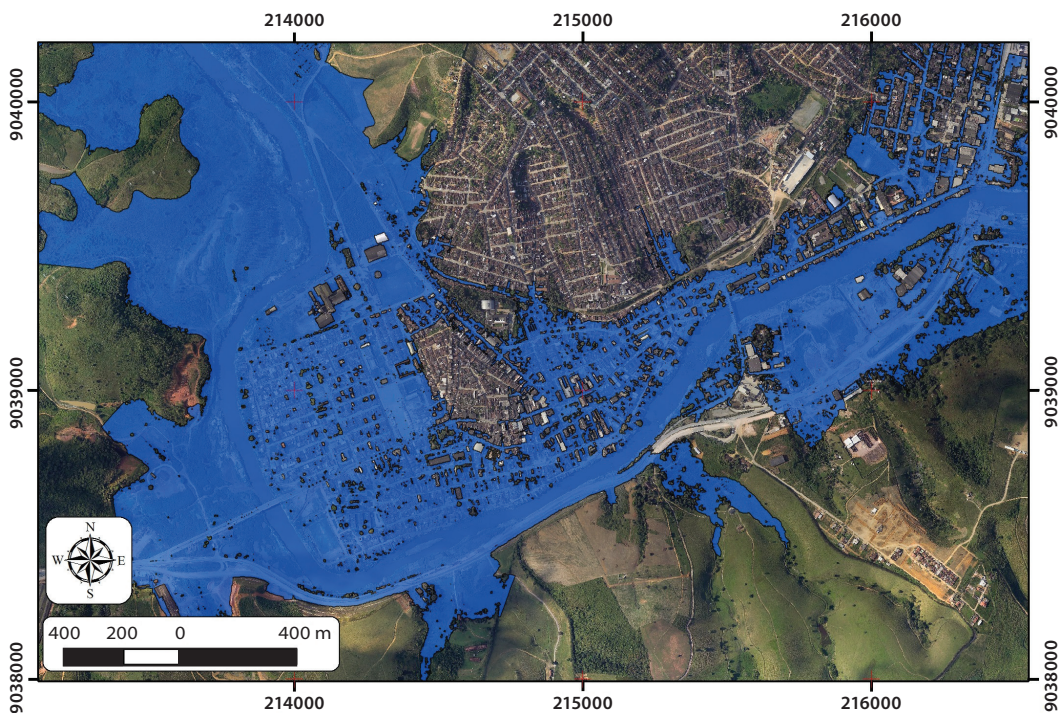


Ilustração do autor

Os eventos extremos trazem danos severos às economias atingidas. No estado de Pernambuco, nas inundações ocorridas em junho de 2010, a destruição de áreas urbanas afetou diretamente 740 mil pessoas. Considerando as atividades econômicas, mais de 5 milhões de pessoas foram atingidas por perdas e danos da ordem de R\$ 3,4 bilhões (Bird, 2012a). Em 2011, a devastação ocorrida no mês de janeiro na região serrana do estado do Rio de Janeiro afetou diretamente cerca de 300 mil pessoas, com mais de 900 óbitos. Relatório do Banco Mundial avalia em R\$ 4,8 bilhões o custo decorrente das perdas e danos provocados pelo evento (Bird, 2012b).

Para ilustrar o outro extremo, pode ser citada a ocorrência de vazões extremamente baixas no Rio São Francisco em 2014. Considerando que o mês de outubro de cada ano tende a ser o de menor vazão, são comparados na Tabela 1 dados de vazão correspondentes ao mês de outubro de cada ano desde 1929 até 2014, ano em que ocorreram as menores vazões desde que o monitoramento do rio foi iniciado. Comparando com a média de outubro dos diversos anos, os percentuais da vazão em outubro de 2014 foram de 22,7% e 15,6% apenas, respectivamente a montante de Sobradinho e Três Marias.

Por enquanto, não é possível deduzir que esses fenômenos foram gerados ou ampliados pela mudança climática, dado que é difícil poder atribuir um fenômeno específico a um processo de longo prazo como as mudanças climáticas causadas pelo

homem. Há que se observar, contudo, a repetição de eventos críticos com mais frequência, parecendo fazer parte de uma tendência observada.

Relatório recente do IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, intitulado *Mudanças Climáticas 2014: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade*, detalha os impactos das mudanças climáticas até o momento, seus riscos futuros e as oportunidades para uma ação eficaz destinada a reduzi-los. O relatório conclui que a resposta às mudanças climáticas envolve fazer escolhas sobre os riscos em um mundo em transformação e identifica as populações, indústrias e ecossistemas mais vulneráveis ao redor do mundo.

Segundo os relatórios do IPCC, o semiárido tenderá a sofrer eventos mais frequentes e severos de seca, com o número de dias sucessivos sem chuva tendendo a aumentar. Em complemento, a tendência observada nas secas mais recentes é de maior irregularidade espacial na distribuição das precipitações. As projeções futuras dos modelos de clima também sugerem aumento de chuva para a Região Sul do Brasil e da bacia do Prata e para o oeste da Amazônia até o final do século XXI. Os efeitos do agravamento desses eventos poderão ser mitigados por medidas de adaptação estruturais e não estruturais, como construção de reservatórios para conter enchentes ou para acumular água, conforme o caso; integração de bacias hidrográficas; receptação das águas de chuva nos lotes, para reduzir o impacto sobre os sistemas de drenagem

TABELA 1

Vazões nos meses de outubro a montante dos locais onde foram construídos os reservatórios de Três Marias e Sobradinho

	Vazão a montante de Sobradinho	Vazão a montante de Três Marias
Média dos meses de outubro (1929-2014) em m ³ /s	1.199	275
2011	1.168	270
2012	941	162
2013	843	178
2014	272	41,9

Dados: Chesf. Avaliação do autor

das cidades; revitalização do território das bacias hidrográficas para reduzir erosões e melhor equilibrar o ciclo hidrológico; pagamento por serviços ambientais, visando recuperar e conservar nascentes e margens de rios; gerenciamento da demanda por água para reduzir o consumo *per capita* nas habitações, bem como diminuir o consumo nas atividades agrícolas, comerciais e industriais; reúso das águas servidas; sistemas de suporte à decisão e de alerta para melhor proteger os cidadãos por ocasião dos eventos extremos.

CONCLUSÃO

O uso irracional dos recursos naturais em grande parte do planeta põe em risco o bem essencial à vida humana que é a água. Independentemente de mudanças climáticas globais, muitas regiões do mundo efetivamente vivem hoje em regime de crise hídrica, que tende a se agravar com o crescimento populacional e das atividades produtivas.

Os relatórios do IPCC para a América do Sul indicam que mudanças climáticas mais intensas para o final do século XXI, em relação ao clima atual, vão acontecer na região tropical, em particular na Amazônia e Nordeste. Essas duas regiões, portanto, são as mais vulneráveis do Brasil às mudanças de clima.

O agravamento da falta de água nas regiões mais habitadas é uma questão crucial para a

superação dos obstáculos ao desenvolvimento. É fato que os governos do mundo vêm atuando com o objetivo de implantar infraestruturas capazes de disponibilizar água suficiente para garantir o abastecimento humano e animal e viabilizar a irrigação. Todavia, esse esforço ainda é, de forma global, insuficiente para resolver os problemas decorrentes da escassez de água, o que faz com que as regiões continuem vulneráveis à ocorrência de secas, especialmente quando se trata do uso difuso da água no meio rural. De qualquer modo, a ampliação e o fortalecimento da infraestrutura hídrica, com adequada gestão, constituem-se requisitos essenciais para a solução do problema.

Ressalte-se o papel que os governos devem exercer não apenas na execução de obras, mas também na gestão dos recursos hídricos e na adequada operação da infraestrutura hídrica, com a determinação de garantir o uso social da água e tornar a economia apta a produzir em melhores condições de sustentabilidade, sem deixar de lado os aspectos ambientais. Se a Amazônia, por exemplo, é um dos biomas mais importantes para o equilíbrio do planeta, as intervenções na região devem ser planejadas com a visão integrada em todos os aspectos da sua biodiversidade. Se muitos erros foram cometidos no passado, nos dias atuais melhora progressivamente o grau de conscientização dos cidadãos como vigilantes do legado que será deixado para as futuras gerações.

BIBLIOGRAFIA

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. “Disponibilidade e Demandas de Recursos Hídricos no Brasil”, in *Cadernos de Recursos Hídricos*. Brasília, DF, 2005.

_____. *Conjuntura dos Recursos Hídricos do Brasil*. 2013. Brasília, 2013. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite_relatorioConjuntura/projeto/index.html. Consultado em: 30/9/15.

BANCO MUNDIAL. *Avaliação de Perdas e Danos – Inundações Bruscas em Pernambuco – Junho de 2010*. Relatório elaborado pelo Banco Mundial com o apoio do Governo do Estado de Pernambuco, 2012a.

_____. *Avaliação de Perdas e Danos – Inundações e Deslizamentos na Região Serrana do Rio de Janeiro – Janeiro de 2011*. Relatório elaborado pelo Banco Mundial com o apoio do Governo do Estado do Rio de Janeiro, 2012b.

- BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2013*. Brasília, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA/MCidades, 2014.
- CONFALONIERI, U.; HELLER, L.; AZEVEDO, S. “Água e Saúde: Aspectos Globais e Nacionais”, in C. E. M. Bicudo; J. G. Tundisi; M. C. B. Scheuenstuhl (orgs.). *Águas do Brasil: Análises Estratégicas*. São Paulo, Academia Brasileira de Ciências e Instituto de Botânica, 2010, pp. 25-38.
- DANTAS, C. E. O.; CIRILO, J. A.; RIBEIRO NETO, A.; SILVA, E. R. “Caracterização da Formação de Cheias na Bacia do Rio Una em Pernambuco – Análise Estatística Regional”, in *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 19, 2014, pp. 239-48.
- FAO – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. Disponível em: <http://www.fao.org/news/story/es/item/196368/icode/>. Consultado em: 28/9/2015.
- FOLEGATTI, M. V.; ROMÁN, R. M. S.; COELHO, R. D.; FRIZZONE, J. A. “Gestão dos Recursos Hídricos e Agricultura Irrigada no Brasil”, in C. E. M. Bicudo; J. G. Tundisi; M. C. B. Scheuenstuhl (orgs.). *Águas do Brasil: Análises Estratégicas*. São Paulo, Academia Brasileira de Ciências e Instituto de Botânica, 2010, pp. 15-24.
- HESPANHOL, I. “Conservação e Reúso como Instrumentos de Gestão para Atenuar os Custos de Cobrança pelo Uso da Água no Setor Industrial”, in C. E. M. Bicudo; J. G. Tundisi; M. C. B. Scheuenstuhl (orgs.). *Águas do Brasil: Análises Estratégicas*. São Paulo, Academia Brasileira de Ciências e Instituto de Botânica, 2010, pp. 57-78.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Atlas de Saneamento 2011*. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/atlas_saneamento/default_zip.shtm. Consultado em: 28/9/15.
- MADDOCKS, A.; YOUNG, R. S.; REIG, P. “Ranking the World’s Most Water-Stressed Countries in 2040”. World Resources Institute, August 26, 2015. Disponível em: <http://www.wri.org/blog/2015/08/ranking-world%E2%80%99s-most-water-stressed-countries-2040>. Consultado em: 26/9/15.
- NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration. “National Weather Service, National Centers for Environmental Prediction”, in *Climate Diagnostics Bulletin* – August 2015.
- RIBEIRO NETO, A.; CIRILO, J. A.; DANTAS, C. E. O.; SILVA, E. R. “Caracterização da Formação de Cheias na Bacia do Rio Una em Pernambuco: Simulação Hidrológica-Hidrodinâmica”, in *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 20, 2015, pp. 394-403.
- TUCCI, C. E. M. “Urbanização e Recursos Hídricos”, in C. E. M. Bicudo; J. G. Tundisi; M. C. B. Scheuenstuhl (orgs.). *Águas do Brasil: Análises Estratégicas*. São Paulo, Academia Brasileira de Ciências e Instituto de Botânica, 2010, pp. 113-32.
- TUNDISI, J. G. et al. “Urban Waters in Brazil”, in *Urban Water Challenges in the Americas. Ianas: The Inter-American Network of Academies of Sciences*, 1th., v. 1, Mexico City, 2015, pp. 84-111.