

LIVRO BRANCO DA ÁGUA

**A crise hídrica na Região  
Metropolitana de São Paulo  
em 2013-2015:  
Origens, impactos e soluções**

Organização: Marcos Buckeridge e Wagner Costa Ribeiro

# LIVRO BRANCO DA ÁGUA

A CRISE HÍDRICA NA REGIÃO METROPOLITANA  
DE SÃO PAULO EM 2013-2015:  
Origens, impactos e soluções

Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo  
Academia de Ciências do Estado de São Paulo





UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

*Reitor*  
*Vice-reitor*

Vahan Agopyan  
Antonio Carlos Hernandes



INSTITUTO DE ESTUDOS AVANÇADOS

*Diretor*  
*Vice-diretor*

Paulo Saldiva  
Guilherme Ary Plonski



ACADEMIA DE CIÊNCIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

Presidente  
Vice-Presidente  
Diretor Executivo

Marcos Silveira Buckeridge  
Vanderlan da Silva Bolzani  
Hamilton Brandao Varela de Albuquerque

Livro branco da água. A crise hídrica na Região Metropolitana de São Paulo em 2013-2015: Origens, impactos e soluções / Coordenadores Marcos Buckeridge e Wagner Costa Ribeiro São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 2018. 175 p.

ISBN: 978-85-63007-09-4

1. Recursos hídricos – 2013-2015 - São Paulo (SP) 2. Recursos hídricos (Aspectos socioeconômicos) I. Buckeridge, Marcos II. Ribeiro, Wagner Costa. III. Título.

CDD-333.91

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Dina Elisabete Uliana – CRB-8/3760

Instituto de Estudos Avançados  
Universidade de São Paulo

Ano: 2018

Prefixo Editorial: 63007  
Número ISBN: 978-85-63007-09-4

Título: Livro branco da água. A crise hídrica na Região Metropolitana de São Paulo em 2013 -2015: Origens, impactos e soluções

Tipo de Suporte: E-book  
Formato: Ebook

## Prefácio

É uma grande satisfação saudar a publicação da presente obra, pelo esforço acadêmico que mobiliza, jogando luz e deixando registrado na história aquele que pode ser considerado um dos mais eloquentes sinais da crise do saneamento básico no Brasil. A academia fornece um exemplo do papel que dela se espera, ao avaliar uma situação socialmente relevante e ao vislumbrá-la sob uma perspectiva rigorosa, buscando, por meio do olhar acadêmico, denunciá-la e apontar caminhos para que jamais se repita. Ao trazer elementos para a discussão das origens e impactos e recomendar encaminhamentos para a crise que abateu a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) em 2014 e 2015, o livro confirma que a crise teve pouco de “hídrica” e muito de “humana”, pois “estiagem” – um conceito hidrológico e pouco evitável com ações locais – não deveria se converter em “escassez no acesso” – um conceito com fortes implicações sociais. Entre a estiagem e a escassez operam homens e mulheres, que têm a capacidade de moldar o aparato técnico para abastecimento de água de forma a cumprir com sua função social em qualquer circunstância hidrológica, mesmo naquelas que crescentemente se agudizam sob o efeito das mudanças climáticas.

Identifico na obra elementos que dialogam com a ideia de empregar o marco analítico dos direitos humanos à água e ao esgotamento sanitário como lente privilegiada para amplificar diferentes faces da crise a partir da noção de direitos, desde sua origem à prevenção de sua recorrência, bem como da forma como foi gerenciada.<sup>1</sup>

Em primeiro lugar, esse marco apontaria para obrigação do Estado em realizar progressivamente esses direitos, usando o máximo de seus recursos disponíveis, mesmo quando o serviço é delegado a terceiros. Traduzindo para a realidade daquele período, seria obrigação do Estado brasileiro, por meio do governo federal e dos governos estadual e municipal, assegurar que a prestadora de serviços planejasse adequadamente o abastecimento de água na RMSP, antecipando eventos hidrológicos extremos, como o ocorrido, priorizando o uso da água para consumo humano e evitando que a estiagem se convertesse em escassez. Planejamento esse que garantisse sistemas mais inteligentes, com maior flexibilidade, capacidade de aprendizagem com as situações encontradas e de adaptação, sintonizando esses sistemas com os conceitos mais modernos de gerenciamento dos recursos hídricos. Tal planejamento requereria capacidade de visão estratégica e de investimentos em diferentes medidas, não apenas estruturais, conforme sugerido *a posteriori* em diversas partes do livro. Uma importante

---

1. Ver exercício dessa aplicação em L. Heller, The crisis in water supply: how different it can look through the lens of the human right to water? *Cadernos de Saúde Pública*, v.31, p.447-9, 2015.

reflexão aqui é o porquê da ausência desses investimentos e a relação dessa omissão com o modelo de gestão adotado pela Sabesp no início deste século, de corte nitidamente empresarial, mediante a venda de ações no mercado e a conseqüente relação com os acionistas. A relação entre a pressão por distribuição de dividendos, a postergação de investimentos e a incapacidade da empresa de evitar ou de bem gerenciar a crise são temas que merecerão maior aprofundamento, dada sua relevância para a avaliação dos modelos de gestão em saneamento no Brasil e em outras partes do mundo.

Outro olhar a partir dos direitos humanos é como a crise foi gerenciada e quais foram os grupos populacionais mais impactados pela crise, pois, em geral, situações de restrição de consumo impõem seu maior ônus justamente às populações em situação de maior vulnerabilidade. Esses grupos são aqueles que têm menos recursos para enfrentar a escassez, pela sua menor capacidade econômica e pelo seu menor capital político. Estamos falando não apenas dos moradores pobres, mas também dos idosos, das crianças, das pessoas em situação de rua, das pessoas com necessidades especiais, dos que vivem em prisões, em asilos e em hospitais, entre outros. Embora pouco documentado em pesquisas mais sistemáticas, as próprias reportagens da época deixaram claro que a restrição ao consumo afetou muito mais significativamente essas populações que aquelas com capacidade financeira para recorrer a outras fontes de abastecimento, como fornecedores de água por caminhões ou envasada, ou mesmo com a perfuração de poços para suplementar o abastecimento. Situações como essa requerem uma rigorosa gestão para proteção aos mais vulnerabilizados, pois, como é fartamente discutido, consumo de água em menor quantidade e com qualidade duvidosa adiciona-se a deprivações já presentes em outras dimensões da vida e resulta em impactos muito mais negativos em seu bem-estar, em sua saúde e em sua dignidade.

A crise destaca ainda outras dimensões dos direitos humanos, como os princípios da transparência e da participação livre, ativa e significativa. Situações críticas como a estudada exigem das autoridades públicas que sejam as mais transparentes e responsáveis (*accountable*) possível, mantendo as populações informadas da situação e de seu desenvolvimento. Ressalta-se que o déficit democrático no momento de gestão da crise foi devidamente destacado por Sinisgalli et al. e por Jacobi et al. nos respectivos capítulos. Restrições ao consumo de água não deveriam ser abordadas como meras decisões técnicas, mas como um processo político de tomada de decisão, entre um elenco de alternativas disponíveis, cada qual com diferentes conseqüências sociais. Portanto, um processo longe de ser neutro. Tal tomada de decisão por meio de processos participativos, baseados em informações claras e de fácil assimilação pelos afetados, seria a maneira mais adequada para minimizar os impactos sociais da crise do abastecimento de água.

Desejo que o livro seduza muitos leitores para sua leitura e que dele se extraiam lições sobre o que ocorreu em São Paulo, para que o país passe crescentemente a construir uma política e uma gestão em saneamento básico e em recursos hídricos que coloquem claramente como inaceitáveis crises no

abastecimento de água com essa proporção. Crises são “coisas dos homens (e de mulheres)” e não da natureza. Se são humanos os que a provocam, são humanos os que sofrem suas consequências. E portanto, é o marco dos direitos humanos o antídoto para evitar as injustiças sociais que potencialmente carregam.

*Léo Heller*

Relator Especial da Organização das Nações Unidas  
para o Direito Humano à Água e ao Esgotamento Sanitário

# Sumário

Introdução .....	10
Apresentação .....	11

## Parte I - Origens das crises hídricas em São Paulo

1. Uma visão sistêmica das origens, consequências e perspectivas das crises hídricas na Região Metropolitana de São Paulo .....	14
---	----

*Marcos Buckeridge*  
*Wagner Costa Ribeiro*

2. A crise hídrica e a seca de 2014 e 2015 em São Paulo: Contribuições do clima e das atividades humanas .....	22
--	----

*Tercio Ambrizzi*  
*Caio A. S. Coelho*

## Parte II - Impactos das crises hídricas em São Paulo

Introdução.....	37
-----------------	----

*Jean Paul Metzger*

3. A crise hídrica e a qualidade da água na Região Metropolitana de São Paulo.....	39
--	----

*José Galizia Tundisi*

4. A crise hídrica no município de São Paulo e as consequências para a biodiversidade .....	46
---	----

*Pedro F. Develley*

5. A escassez hídrica e seus reflexos sobre os serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da cidade de São Paulo .....	54
---	----

*Rodrigo Antonio Braga Moraes Victor*  
*Elaine Aparecia Rodrigues*  
*Bely Clemente Camacho Pires*  
*Edgar Fernando de Luca*  
*Nathalie Gravel*  
*Yara Maria Chagas de Carvalho*

6. Consequências socioeconômicas da crise da água em São Paulo .....	74
--	----

*Paulo A. de A. Sinisgalli*  
*Ana Paula Fracalanza*  
*Leandro Luiz Giatti*  
*Natalia Dias Tadeu*

7. Impactos da crise hídrica em São Paulo na saúde .....	89
--	----

*Laís Fajersztajn*  
*Paulo Saldiva*

### **Parte III - Soluções para o futuro da água**

8. Alternativas para o futuro da água em São Paulo .....	101
--	-----

*Pedro Roberto Jacobi*  
*Vanessa Empinotti*  
*Edson Grandisoli*

9. Nascentes de inovação .....	122
--------------------------------	-----

*Guilherme Ary Plonski*

10. As águas subterrâneas na Macrometrópole de São Paulo e o enfrentamento da crise hídrica ...	148
---	-----

*Ricardo Hirata*

11. Água, saúde e desenvolvimento sustentável .....	155
---	-----

*José R. Carvalheiro*

12. A visão econômica da crise hídrica 2014/2015 .....	167
--	-----

*Marcio Miguel Automare*

## Introdução

Este livro é o resultado da busca por análises das causas, consequências e de proposições de ações para o futuro do abastecimento da água na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). O foco principal é aumentar a resiliência da sociedade que vive na RMSP às crises hídricas que possam existir no futuro. Para isto, um grupo de pesquisadores ligados ao Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (IEA-USP) se debruçou sobre o problema, tomando como exemplo a situação enfrentada em 2013/2015. A ideia nasceu na gestão do professor Martin Grossmann e continuou sendo incentivada na gestão do professor Paulo Saldiva. Desde o início, o projeto contou com o apoio da Academia de Ciências do Estado de São Paulo (ACIESP).

O coletivo de professores definiu a coordenação, realizou uma série de reuniões, muitas das quais com presença virtual de alguns colegas que estavam no exterior, e definiu os temas a serem abordados. Em seguida, os textos produzidos foram analisados por coordenadores temáticos, os professores Jean Paul Walter Metzger, Pedro Roberto Jacobi e Guilherme Ary Plonski. Por fim, o texto final foi editado pelos coordenadores e revisado pelos autores.

O documento apresenta uma visão organizada para discutir origens, problemas e possíveis soluções para crises de abastecimento de água na RMSP. Pode-se também fazer uma leitura transversal por meio de uma visão sistêmica, que permite visualizar os pontos fracos do sistema hídrico da RMSP e apreciá-los de forma a produzir soluções cientificamente informadas. Esta forma de ver, se levada a sério pelo poder público, tem o potencial de evitar situações como a que se apresentou em 2013/2015, quando governantes, empresas e sociedade tiveram que agir de forma apressada para evitar efeitos desastrosos.

O documento ora apresentado não é exaustivo. Isto porque há uma miríade de “mecanismos” que contribuem com diferentes graus de importância para que a água da chuva vá parar nos mananciais, depois seja tratada e em seguida utilizada pela população e pelo setor produtivo. Numa visão sistêmica, a importância de diferentes subsistemas pode variar dependendo das condições em que o sistema opera. Porém, todos os subsistemas, maiores ou menores, são importantes e devem ser considerados numa grande equação que tem a função de manter o fornecimento constante, evitando custos desnecessários e diminuição do bem-estar da população.

Acreditamos que este é o melhor modo de operar de uma comunidade científica reflexiva e crítica. Diálogo, respeito e reunião de esforços para buscar entender problemas complexos, cada vez mais presentes no século XXI.

*Marcos Buckeridge e Wagner Costa Ribeiro*  
Coordenadores

A Região da Macrometrópole de São Paulo (RMMSP) enfrentou no período de 2013 a 2015 uma severa crise no abastecimento de água, resultante, de forma direta, de variações nos padrões históricos dos índices pluviométricos.

Esse evento climático atípico, no entanto, foi agravado pela grande vulnerabilidade do sistema de governança hídrica da região, que opera em seu limite diante do crescimento populacional, da má gestão do sistema de distribuição, da falta de saneamento e consequente contaminação dos cursos hídricos e da degradação dos mananciais.

A situação de escassez gerou grandes impactos sociais e econômicos. Além da falta de água para atividades domésticas, agrícolas e industriais de rotina, a seca se desdobrou em outros inúmeros problemas, tais como a redução na oferta de alimentos e de energia hidroelétrica, danos à saúde da população e impactos sobre a biodiversidade dos já comprometidos reservatórios e cursos d'água da região.

O primeiro “Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (RAN1/PBMC)”, lançado no início de 2015, evidenciou os cenários futuros de mudanças no padrão climático no país. Mesmo que não seja possível demonstrar a vinculação entre a crise dos anos 2013 e 2015 e o fenômeno das mudanças climáticas, os dados produzidos pelo estudo indicam que, caso nada seja feito, as alterações no ciclo hidrológico tendem a causar impactos negativos cada vez mais graves na qualidade de vida da população brasileira, seja pela escassez, seja pelo excesso concentrado de chuvas.

Os espaços institucionais de gestão de recursos hídricos atualmente existentes, no entanto, se mostraram incapazes de problematizar essa questão e de incluir a participação da academia e da sociedade em geral na construção de soluções de longo prazo. O estudo “Água na Mídia”, realizado pelo Instituto Democracia e Sustentabilidade (IDS) em parceria com o Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE-USP), evidenciou que, no início da crise paulista, havia um predomínio da interlocução dos profissionais da imprensa com gestores públicos. Ao longo do tempo, mais vozes passaram a ser ouvidas, incluindo cientistas, mas esse fato não mudou a preponderância de uma visão simplista transmitida à sociedade, sobre as causas e soluções para o problema. Sem contrapontos, as decisões do governo estadual ante a situação mostraram-se fortemente pautadas por uma gestão centralizada e tecnocrata, que priorizou investimentos em obras para captação e transporte de água.

Quando o volume de chuvas permitiu a recuperação parcial dos níveis dos reservatórios, os órgãos oficiais rapidamente consideraram a crise superada, desarticularam os processos de participação social em curso e interromperam o sistema de bônus por economia e multas por

aumento de uso da água, que permitira uma grande redução do consumo e colocara os cidadãos paulistanos no centro da discussão para a busca de soluções para esse grande desafio. Houve, portanto, uma desconstrução do problema da escassez hídrica, como se ele estivesse definitivamente superado, com a consequente desmobilização da sociedade.

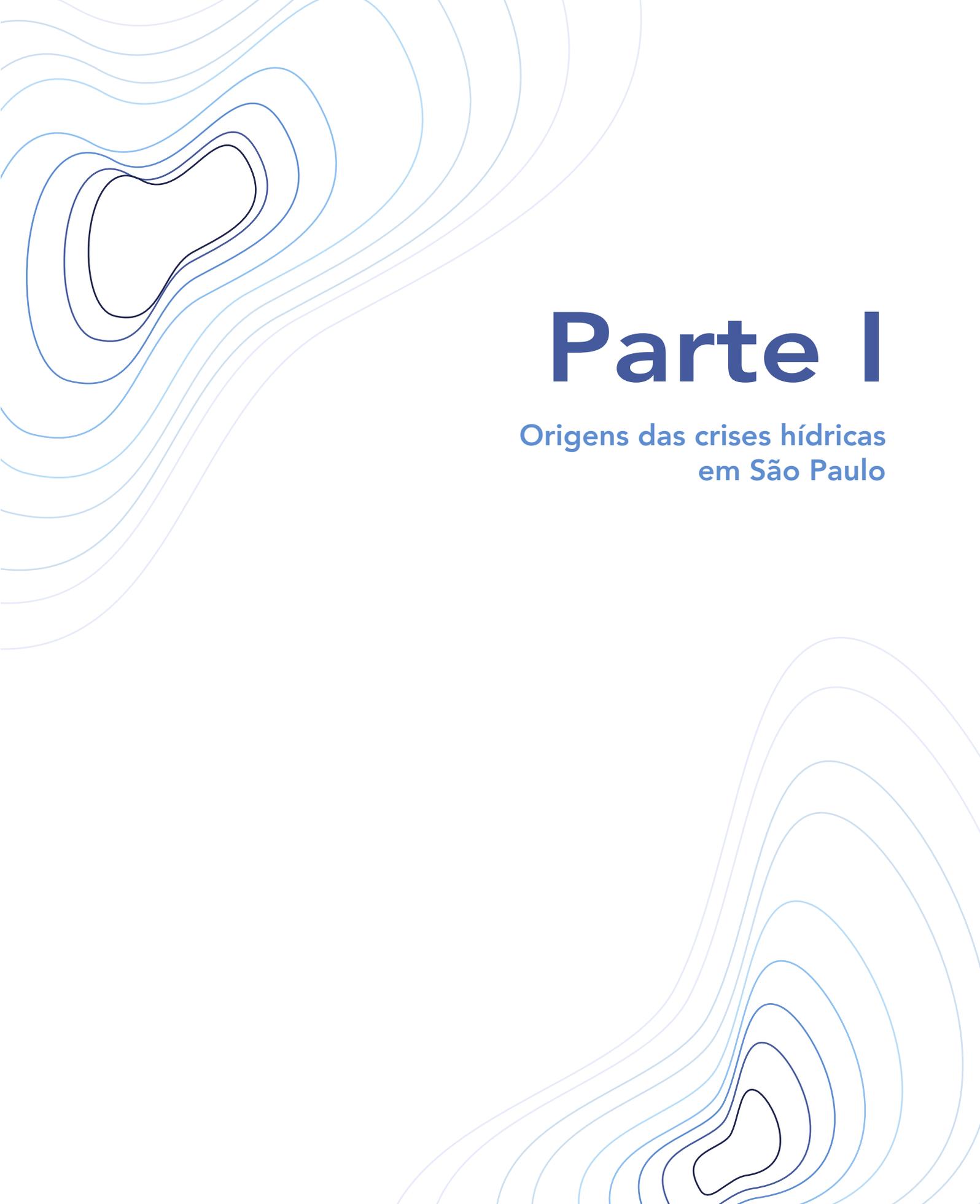
Os fatos ocorridos em São Paulo e em várias outras regiões do país demonstram a importância de gestores públicos, academia e sociedade discutirem de forma aprofundada os potenciais impactos das alterações dos índices pluviométricos no meio ambiente e na vida das pessoas para, a partir disso, estabelecer uma governança que aumente a resiliência diante de tais perturbações.

Nesse contexto, em que é necessário reabrir o debate sobre o grave problema enfrentado nos anos 2013 e 2015 e aprofundar as análises integradas de suas causas e consequências, bem como das possíveis soluções para nos anteciparmos a repetição de situações de escassez extrema que provavelmente virão, o *Livro Branco da Água* é uma contribuição inestimável.

A obra oferece, de forma inédita, um substancial conjunto de textos científicos sobre os impactos causados pela crise hídrica na qualidade da água, biodiversidade e saúde, suas consequências socioeconômicas e seus reflexos sobre a provisão de alimentos e atividades econômicas como lazer e turismo aquático. São 12 capítulos repletos de informações aprofundadas sobre vários aspectos relevantes da dramática situação enfrentada, que se constituem em subsídios fundamentais para o aprimoramento da gestão hídrica no país.

*João Paulo Ribeiro Capobianco*

Vice-presidente do Instituto Democracia e Sustentabilidade



# Parte I

Origens das crises hídricas  
em São Paulo

# 1

## Uma visão sistêmica das origens, consequências e perspectivas das crises hídricas na Região Metropolitana de São Paulo

Situações extremas geram comoção e mobilizam a opinião pública, como ocorreu na crise de gestão da água na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), que teve seu ápice no verão de 2014. Não foram poucas as manchetes de jornais e de mídias eletrônicas com análises, expectativas frustradas e explicações divergentes sobre o quadro que afetou mais de 20 milhões de habitantes entre 2013 e 2015.

Qual o papel da Comunidade Científica nesse contexto? Por meio da contribuição de diversos especialistas, o *Livro Branco da Água: a crise hídrica na Região Metropolitana de São Paulo em 2013-2015* busca responder alguns dos principais aspectos dessa pergunta. Dividido em três partes, o livro examina as origens e consequências da crise hídrica, bem como aponta cenários para o futuro.

Passada a crise hídrica, que teve seu ápice em 2014 e 2015, as análises dos autores dos capítulos na Parte I mostram alguns pontos cruciais. Um deles é que parece não haver uma relação direta do evento com as Mudanças Climáticas Globais, mas sim com alterações locais como o desmatamento e o

---

Marcos Buckeridge\*

Wagner Costa Ribeiro\*\*

\* Instituto de Estudos Avançados (IEA-USP); e Instituto de Biociências (IB-USP)

\*\* Instituto de Estudos Avançados (IEA-USP); e Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas (FFLCH-USP)

uso intensivo da água. Autores deixam claras as inter-relações entre os eventos que ocorrem ao redor da RMSP sobre ela própria. Isso porque a estabilidade dos mananciais de água que são usados pela RMSP é função de elementos cruciais, como as florestas existentes no entorno. Fica claro a partir dos capítulos da Parte I que, ao tratar de uma crise hídrica, é essencial que a complexidade do sistema seja considerada. Quer dizer que não há como resolver crises hídricas por meio de ações que considerem fatores isolados. É preciso conhecer mais sobre o funcionamento do sistema para poder compreender como vários fatores interagem levando a um resultado que é caracterizado como crise hídrica. Disso pode-se concluir, por um lado, que não há uma saída mágica que possamos usar para abordar o problema. Ele tem que ser abordado obrigatoriamente por meio do desenvolvimento de políticas públicas embasadas em informações científicas. E essas têm que ser necessariamente consideradas em conjunto.

Por outro lado, a partir da análise do documento como um todo, verifica-se que a ausência de chuvas não pode ser considerada a causa primeira desse evento dramático para parte expressiva da população. Afinal, não foi a primeira vez que isso ocorreu a despeito de, no passado, ter havido conhecimento científico para embasar a tomada de decisões. No entanto, esse não tem sido o estilo dos governos estaduais e municipais. As causas das crises hídricas têm claramente um caráter sistêmico. Ou seja, não se pode interpretar a ocorrência de tal fenômeno com base em causas únicas, mas em múltiplos fatores que interagem e levam à falta de água para a população. Uma das principais causas é o aumento do consumo observado na Região correspondente à Grande São Paulo durante o século XX. As causas são múltiplas: aumento populacional, uso industrial e agrícola, desperdício de água em seus diversos usos, falta de saneamento básico e perdas de água no sistema por falta de manutenção. Esse conjunto de fenômenos, essencialmente relacionado às atividades humanas, levou a população de São Paulo a uma situação crítica em termos de abastecimento de água. Isso porque, ao fazer que a demanda hídrica atingisse a capacidade máxima do sistema de oferta de água, a vulnerabilidade do sistema como um todo passou a ser claramente percebida. Com isso, outros fatores, antes não tão evidentes, também são observados: por exemplo, a eficiência no tratamento e na distribuição e também o modelo de gestão da água adotado, que é baseado em uma concessão para uma empresa privada, cujo acionista principal é o governo do Estado de São Paulo.

Com presença em bolsas de valores internacionais, a empresa concessionária vê-se obrigada a remunerar seus acionistas sazonalmente, o que resulta em escolhas de investimentos nem sempre voltadas ao interesse público. Os contratos de demanda firme, que consiste em oferecer água a preço mais baixo a grandes usuários,<sup>1</sup> podem ser citados como uma decisão alinhada a tal objetivo.

---

1. Para detalhes sobre contratos de demanda firme o leitor pode consultar os seguintes sites: <<https://apublica.org/2015/05/finalmente-os-contratos-de-demanda-firme/>>; <<https://www.cartacapital.com.br/sociedade/agua-destinada-a-empresas-pela-sabesp-aumenta-92-vezes-em-10-anos-2330.html/veja-como-e-um-contrato-de-demanda-firme>>; <<http://dincao.com.br/noticias/?p=3282>>.

Cabe também às Universidades e Institutos de Pesquisa formularem e tentarem responder questões cruciais relacionadas às crises hídricas. Por exemplo, qual teoria econômica fundamenta a oferta de um produto escasso, a preço mais baixo que o pago pela população em geral, a empresas que têm uma elevada necessidade do recurso hídrico? A falta de resposta a essa pergunta decorre da gestão privada da água na RMSP, na qual decisões políticas acabaram privilegiando a remuneração de acionistas em vez de aumentar o fluxo de investimentos para obras de infraestrutura, fundamentais para permitir a integração de reservatórios. Esta última seria uma estratégia básica a ser adotada quando há uma crise de abastecimento que ameaça a população.

Ausência de transparência sobre a situação dos reservatórios também foi constatada por autores dessa obra. Muitas vezes, informações básicas, como o volume armazenado de água em cada reservatório do sistema, foram obtidas por meio da consulta a relatórios enviados a acionistas. Em alguns casos, pesquisadores tiveram que desenvolver, em plena crise hídrica, um sistema de monitoramento de mananciais e divulgar à população. Assim, pergunta-se: como exercer a cidadania sem informação? Como planejar ações de curto, médio e longo prazos sem dados fundamentais? Como envolver a população em ações necessárias para a redução do consumo em uma situação crítica de abastecimento sem informá-la corretamente?

Outras causas podem ser citadas para a crise de gestão da água, como o leitor encontrará em capítulos da Parte I. Entre elas está o desmatamento, que afeta os serviços ecossistêmicos e aumenta a dificuldade de reter a água das chuvas, resultado da derrubada de árvores, muitas vezes para a expansão imobiliária especulativa. O controle desse problema é difícil e envolve diferentes níveis de governo. Aqui podemos salientar uma típica interação sistêmica. O desmatamento é resultado direto do aumento populacional e da especulação imobiliária, e as questões relacionadas às florestas do entorno da cidade têm em si altíssima complexidade. Essas envolvem aspectos como a educação e a consciência da população sobre a importância do anel de florestas periurbanas que envolve a região metropolitana. A manutenção da biodiversidade em diferentes tipos de ecossistemas não está relacionada somente à preservação desses sistemas florestais em si. É preciso compreender que o funcionamento dessas florestas resulta em elementos que fornecem serviços do ecossistema que são cruciais para o habitante da RMSP. A população tem que ser conscientizada que a inexistência desses serviços leva a vulnerabilidades extremas. Uma delas é a redução ainda maior da capacidade dos reservatórios, o que levaria a uma sensibilidade ainda maior a qualquer diminuição de chuvas. As florestas periurbanas formam verdadeiros rios aéreos sobre a RMSP. Tais rios aéreos espalham seus efeitos por todo o sistema urbano, afetando desde a saúde das pessoas até possíveis interações com o clima da cidade. Em outras palavras, ajudando a equilibrar as variações de temperatura na zona urbana.

Entre as consequências, também analisadas na Parte II, o leitor encontrará impactos na saúde humana, mas, também, nas demais formas de vida. A água disponível ao consumo em situações como a vivenciada nos períodos de crise hídrica exige um tratamento mais complexo, e por isso mais caro, pois o rebaixamento das reservas faz que as bombas retirem águas que estavam estabilizadas no fundo do reservatório. Ao movimentá-las, elementos químicos que estavam assentados no fundo são deslocados em movimento ascendente e acabam sendo sugados pelas bombas. Para retirá-los da água, são usados tratamentos sofisticados que encarecem o custo dessa água. Em muitos casos, no entanto, não dispomos de tratamento que elimine toxinas. É provável que em muitos desses casos sequer saibamos quais toxinas estão presentes, salientando a urgência na necessidade de fomentar pesquisa científica nessa área.

Entre as opções de combate à crise de 2013-2015, adotou-se a diminuição da pressão da água nos dutos. Um dos problemas dessa ação, usada sob o argumento de que diminuiria a perda por vazamento do sistema de distribuição, é que impurezas podem adentrar os dutos, contaminando a água após seu tratamento e disponibilidade para o consumo. Isso pode causar doenças de veiculação hídrica, como diarreias, ou mesmo de contaminações com compostos químicos naturais ou não, que tenham grande efeito sobre a saúde. A diminuição na pressão gera outro problema. Em razão do relevo da RMSP, que por sua variação de altitude faz que alguns bairros não recebam água, partes substanciais da população ficam sem fornecimento de água, gerando desigualdade nos direitos dos habitantes da RMSP, que pagam pelo serviço.

Para lidar com esse problema, durante a crise hídrica de 2013-2015, parte da população buscou opções não relacionadas ao poder público. Em muitas residências foi observada a acumulação de água, algumas vezes sem condições adequadas, o que acabou gerando um grande número de recipientes com água apropriados para o desenvolvimento de larvas de insetos que são vetores de doenças infecciosas importantes, como dengue, zika vírus, chikongunia e febre amarela. Outra opção foi a compra de água engarrafada, muitas vezes de procedência duvidosa, além do uso de caminhões pipa, que vendiam água sem análise de qualidade ou denominação de origem conhecida.

Como bem ilustram vários trabalhos, a crise entre 2013 e 2015 já estava prevista. Diversos textos, incluindo o Plano de Bacia do Comitê do Alto Tietê, apontaram para um quadro complexo de oferta de água e eventual colapso do sistema. Afinal, trata-se de uma área de 8.051 km<sup>2</sup>, o que é cerca de 0,1% do território brasileiro,<sup>2</sup> mas com elevada densidade demográfica, além de inúmeras indústrias e grandes empreendimentos de serviços que também consomem muita água.

---

2. Dados disponíveis em: <[http://www.emplasa.sp.gov.br/portalemplasa/infometropolitana/rmsp/rmsp\\_dados.asp](http://www.emplasa.sp.gov.br/portalemplasa/infometropolitana/rmsp/rmsp_dados.asp)>, Acesso em: jan. 2017.

Diante disso, o que fazer para evitar que a situação crítica não se repita? Na Parte II o leitor encontrará uma série de opções. Porém, é importante alertar mais uma vez que elas não podem ser utilizadas isoladamente. É preciso que avancemos para compreender melhor o complexo sistema hídrico da RMSP com a maioria de suas características. Mais do que isso, ao conhecê-las, o mais importante será compreendermos o funcionamento do sistema como um todo. Só assim poderemos compreender quais impactos terão políticas públicas isoladas ou conjuntas sobre o sistema.

Para atingir um nível de conhecimento do sistema hídrico da RMSP, é condição fundamental mobilizar os esforços de Universidades, Institutos de Pesquisa, Parques Tecnológicos, Escolas Técnicas do Estado e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) para permitir maior desenvolvimento de alternativas inovadoras.

Alguns elementos do sistema podem ser apontados: a) conservação da água e seus mananciais; b) desenvolvimento de atividades produtivas menos intensivas no uso da água; c) tecnologias para reúso da água em sistemas produtivos industriais e agrícolas; d) maior participação da população no enfrentamento do problema por meio de maior envolvimento na gestão da água, com transparência na veiculação de informações (Empinoti; Jacobi; Fracalanza, 2016).

Podem-se citar outras opções, como a necessária revisão do modelo de gestão privada da água, que mesmo em uma situação de crise manteve o abastecimento de grandes usuários por razões contratuais em detrimento da oferta de água para consumo humano e animal, como preconiza a Lei n.9433, de janeiro de 1997, não obedecendo ao Direito Humano à Água, tema também presente no livro. Registre-se que em regiões metropolitanas como Paris e Buenos Aires abandonou-se a gestão privada da água. Mesmo em Barcelona, cujo abastecimento privado da água começou no século XIX, está em discussão a volta para a gestão pública desse serviço dado seu caráter estratégico e associado à qualidade de vida e à saúde preventiva.

Recuperar os mananciais é outra tarefa urgente. Nova York aplicou essa opção com sucesso, ao comprar áreas para reflorestar ou dando incentivos financeiros a quem tem terra e a use para reflorestamento. É preciso recuperar os serviços ecossistêmicos na RMSP e seu entorno antes que seja tarde. Experiências bem-sucedidas no Brasil, como o caso de Extrema, em Minas Gerais, onde foi aplicado um modelo de pagamento por serviços ambientais que envolveu três níveis de governo e moradores (Jardim; Bursztyn, 2015), podem ser encontradas e poderiam ser adaptadas ao caso em questão.

O uso de água subterrânea, apesar das dificuldades inerentes a esse recurso, já que ela deve ser trazida à superfície, o que demanda muita energia, pode ser elencado como outra possibilidade para momentos de crise aguda. Essa água, porém, deve ser usada com cuidado, posto que a recarga dos reservatórios é muito mais lenta que a capacidade de retirar água (Bertolo et al., 2015).

Diminuir as perdas do sistema é fundamental. Para tanto, ações básicas como mapear os dutos e monitorar sua conservação são um primeiro passo. Associado a isso, deve-se combater a retirada ilegal da água.

Tratar esgoto é outra opção muito importante, além de oferecer um enorme ganho à saúde pública (Silva; Heller, 2016). Em vários países utiliza-se água advinda do esgoto para abastecimento humano. Após a coleta, o material é separado e tratado ao ponto de devolver potabilidade à água.

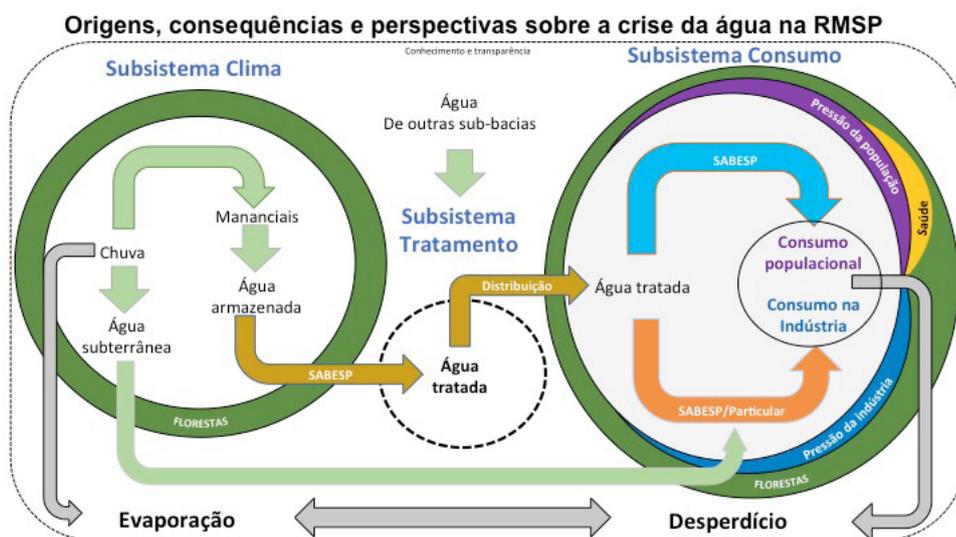
Incentivar o reúso da água também é uma medida muito importante, em especial nas indústrias. Talvez chegue o momento de discutir a conveniência de ter na RMSP atividades intensivas no uso da água. É preciso aprofundar os estudos para avaliar até que ponto a arrecadação de impostos e a quantidade de postos de trabalho de uma unidade industrial justificam manter sua operação, já que algumas poucas indústrias consomem em um mês mais água que a usada por muitos municípios da RMSP para abastecimento público (Ribeiro, 2011). Ou seja, pode-se garantir água para uso humano se for diminuído o uso pelas indústrias, os grandes usuários desse recurso natural. Mas também é preciso manter os empregos industriais, produtos e retorno econômico, o que mostra que é mais um dos subsistemas do sistema hídrico da RMSP que precisam ser redimensionados e aprimorados. A articulação dos reservatórios por meio de sua integração física é outra medida acertada, mas que deveria ser realizada com planejamento, sem o atropelo e o custo mais elevado das obras emergenciais, que acabaram contratadas na crise.

Outro aspecto abordado se relaciona à necessidade de informar a população para que saiba da onde provém a água que consome; quanto custa disponibilizá-la em condições de consumo e quais cuidados devem ser tomados para que ela não se torne um vetor de doenças em vez de fonte de energia. Cabe ao usuário conhecer suas fontes hídricas e o custo operacional para ter água em sua residência, escola ou local de trabalho. E envolver ainda mais a população na gestão dos recursos hídricos.

A Figura 1 apresenta uma visão do Sistema Hídrico da Região Metropolitana de São Paulo. Apesar de os capítulos deste livro terem sido agregados de forma a mostrar origens, problemas e soluções relacionados às crises hídricas no sistema, esse pode ser visto de outra forma, por meio de uma visão sistêmica em que se percebem os fluxos e se podem detectar características que permitem inferir possíveis pontos de maior sensibilidade do sistema como um todo, e com isso desenhar opções para evitar – ou amenizar – os impactos mais evidentes das crises hídricas. É possível que, se tivéssemos atuado de forma sistêmica no passado, já tivéssemos percebido algumas das características de fluxo e evitado os problemas que tivemos entre 2013 e 2015. Além disso, se considerarmos que o Subsistema de Consumo (Figura 1) age como um determinante fundamental do sistema como um todo – em outras palavras, aumentou a um nível tal que não mais permite que possamos tolerar variações na entrada de água no sistema via clima (chuvas) –, podemos concluir que daqui em diante as nossas únicas chances de evitarmos as chamadas “crises hídricas” – definidas aqui como um distúrbio (falta ou distribuição desigual) de água no sistema – seria aumentarmos a eficiência do sistema. Ainda não temos tecnologias capazes de controlar o clima ou evitar a

evaporação, mas podemos, sim, melhorar muito o processo interno de tratamento e distribuição da água, evitando consequências indesejáveis como as que tivemos na crise de 2013-2015.

Planos do poder público que sejam coordenados sistemicamente provavelmente terão as melhores chances de mitigar problemas futuros. É necessário expandir estudos sistêmicos que permitam compreender e modelar o sistema hídrico da RMSP. Modelagens numéricas bem embasadas podem nortear ações no futuro e maximizar o bem-estar da população, evitando a falta de água, melhorando a saúde e também melhorando a estabilidade econômica da população. Mas também é preciso ser mais transparente na oferta de informação a pesquisadores e à sociedade que vive na RMSP.



**Figura 1** – Visão sistêmica do fluxo da água, seu tratamento e serviços ambientais na Rede Metropolitana de São Paulo (RMSP). O sistema de fornecimento de água à população é visto como composto por três subsistemas. À esquerda, o Subsistema Clima consiste na entrada de água no sistema por meio de chuvas. Nesse caso, a entrada de água a partir de fenômenos atmosféricos não é controlável tecnologicamente, mas depende inteiramente de determinantes climáticas (cap.2). Sua manutenção depende do estado de preservação das florestas, que interferem nos mananciais (cap.3 a 6 e cap.10). A água fica armazenada em mananciais e, mediante de diferentes reservatórios, é tratada (Subsistema Tratamento) entrando em seguida no Subsistema Consumo, que é aquele em que a água será utilizada para as atividades da população e da indústria. O tratamento e a distribuição da água dependem de tecnologias e de fatores econômicos (cap.9 e 12). Uma vez no Subsistema de Consumo, o uso da água está sujeito a pressões e sinergismos de diversos tipos. Na indústria, o consumo está relacionado com a estabilidade econômica da própria região, pois mantém empregos e traz retorno econômico mediante do pagamento de impostos, que no fim serão utilizados para o próprio sistema de tratamento e distribuição (cap. 12). No caso da população, a pressão é muito grande em razão do potencial de aumento da desigualdade (cap.8) e dos impactos na saúde (cap.7 e 12). Quando a distribuição da água não é equitativa, pressões surgem na sociedade, gerando tensões que poderiam ser evitadas se houvesse equilíbrio no sistema como um todo. As principais perdas do sistema se relacionam mais fortemente com os Subsistemas Clima e Consumo, sendo a evaporação e o desperdício, respectivamente, as principais forças de perda. A evaporação não pode ser controlada, mas o desperdício sim. Numa visão sistêmica, pode-se compreender que o Subsistema Consumo é a principal força de dreno de água e que há vários pontos que podem ser limitantes. Como esse subsistema está trabalhando em capacidade máxima em relação à entrada de água através do Subsistema Clima, o primeiro é um forte determinante das crises hídricas nesse momento. Porém, conforme eficiência dos dois outros subsistemas, bem como de outros subsistemas que não estão contemplados nesta Figura, menor será o efeito sobre a população e sobre a indústria, mantendo estável o bem-estar e eliminando desigualdades entre diferentes camadas da população. Todo o sistema ainda carece de conhecimento científico mais profundo e de transparência à população para que essa participe mais ativamente no aumento de eficiência do sistema como um todo.

## Referências

BERTOLO, R.; HIRATA, R.; CONICELLI, B.; SIMONATO, M; PINHATTI, A.; FERNANDES, A. Água subterrânea para abastecimento público na Região Metropolitana de São Paulo: é possível utilizá-la em larga escala? *Revista DAE*, v.63, p.6-17, 2015.

EMPINOTTI, V. L.; JACOBI, P. R.; FRACALANZA, A. P. Transparência e a governança das águas. *Estudos Avançados (Online)*, v.30, n.88, p.63-75, 2016.

JARDIM, M. H.; BURSZTYN, M. A. Pagamento por serviços ambientais na gestão de recursos hídricos: o caso de Extrema (MG). *Engenharia Sanitária Ambiental*, v.20, n.3, p.353-360, jul./set. 2015.

RIBEIRO, W. C. Oferta e estresse hídrico na região Metropolitana de São Paulo. *Estudos Avançados (Impresso)*, v.25, n.71, p.119-33, 2011.

SILVA, P. N.; HELLER, L. O direito humano à água e ao esgotamento sanitário como instrumento para promoção da saúde de populações vulneráveis. *Ciência & Saúde Coletiva (Online)*, v.21, p.1861-70, 2016.

# 2

## A crise hídrica e a seca de 2014 e 2015 em São Paulo: Contribuições do clima e das atividades humanas

### Introdução

Mais de 50% da precipitação total anual na América do Sul ocorrem durante o verão (dezembro-janeiro-fevereiro – DJF), particularmente no sudeste do Brasil (Souza; Ambrizzi, 2002). As chuvas nessa região são geradas pela passagem de frentes frias, formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e grande variabilidade de nuvens convectivas locais que se formam em razão da presença de altas temperaturas e umidade do ar.<sup>1</sup> Sendo assim, os grandes reservatórios de água do Sudeste são abastecidos pelas chuvas recebidas durante a estação chuvosa, no verão, o que contribui para manter seu fornecimento para os vários setores da sociedade (consumo urbano e industrial, agricultura, geração de energia, entre outros usos) ao longo do período de estiagem, que geralmente se inicia em abril e termina por volta de outubro de cada ano.

A variabilidade natural do clima pode fazer que o regime de chuvas seja mais intenso em alguns anos, e menos intenso em outros. Desvios exageradamente elevados em relação ao padrão tipicamente

---

Tercio Ambrizzi\*

Caio A. S. Coelho\*\*

\* Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG-USP)

\*\* Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC-INPE)

1. Ver Reboita et al. (2010) para uma revisão completa dos regimes de precipitação na América do Sul.

esperado, e expressos pela média de dados históricos -- definida como média climatológica --, são chamados de eventos extremos. Eventos extremos podem ser de excesso ou déficit de chuva ou de calor (excessivamente altas ou baixas temperaturas) registradas em uma determinada região. Eventos climáticos extremos e hidrometeorológicos podem causar grandes impactos em áreas urbanas, particularmente aquelas com grande densidade populacional, como é o caso de várias cidades dos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Desde 1999/2000, o volume de chuvas de verão na região Sudeste do Brasil tem sido predominantemente deficitário (Coelho; Cardoso; Firpo, 2015; Coelho et al., 2015), atingindo os níveis mais baixos dos últimos 65 anos nos verões de 2013/2014 e 2014/2015 (Seth; Fernandes; Camargo et al., 2015). No entanto, deve ser destacado que a distribuição regional de precipitação nesses dois períodos mostrou diferentes padrões. A seca de 2013/2014 foi mais severa, sendo classificada como excepcional (Coelho; Cardoso; Firpo, 2015a) e concentrada nos estados de São Paulo e Minas Gerais, e, no ano seguinte, foi mais abrangente, atingindo toda a região Sudeste. Grandes concentrações urbanas como São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, que juntas possuem mais de 40 milhões de habitantes, foram impactadas pela falta de água em razão dos baixos níveis dos reservatórios e de perdas econômicas em diversos setores agrícolas e industriais.

O objetivo do presente capítulo é discutir o contexto histórico da “crise hídrica” que afetou o sudeste do Brasil e, particularmente, o estado de São Paulo. Esse foi um evento raro e o mais severo já registrado? Está relacionado ao aumento da temperatura média global em razão do crescimento da concentração dos gases de efeito estufa? Esses eventos extremos poderão ocorrer com mais frequência no futuro? Quais as incertezas com relação a essa possibilidade? O governo estava preparado para um evento extremo dessa proporção? Claras respostas a essas questões poderão auxiliar vários setores socioeconômicos, possibilitando um melhor preparo a riscos semelhantes no futuro

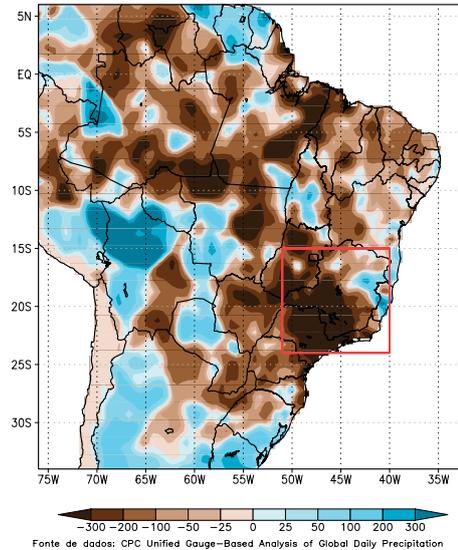
## **A severidade das secas de 2013/2014 e 2014/2015**

### **Sudeste do Brasil**

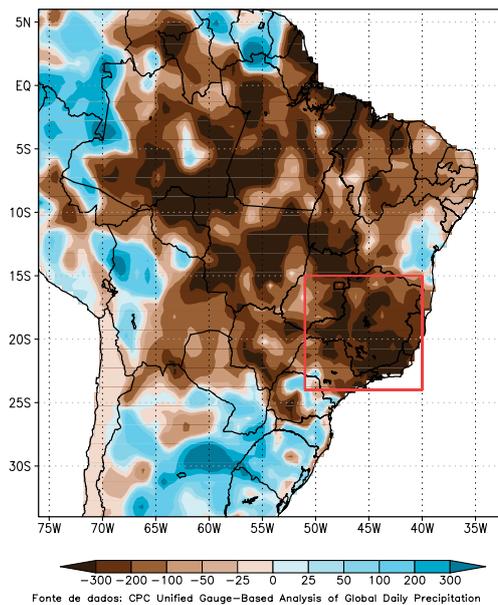
As Figuras 1a e 1b mostram as anomalias de precipitação para todo o Brasil nos verões de 2013/2014 e 2014/2015, respectivamente. No quadro que destaca a região Sudeste, podemos notar claramente que em DFJ de 2013/2014 o estado de São Paulo apresenta os maiores déficits de precipitação, sendo que para toda a região a anomalia registrada foi de um déficit de 222 mm (Figura 1c). No verão seguinte (Figura 1b), a distribuição deficitária de chuva foi mais homogênea sobre a região Sudeste, atingindo uma anomalia de -258 mm (Figura 1c), sendo superior ao déficit

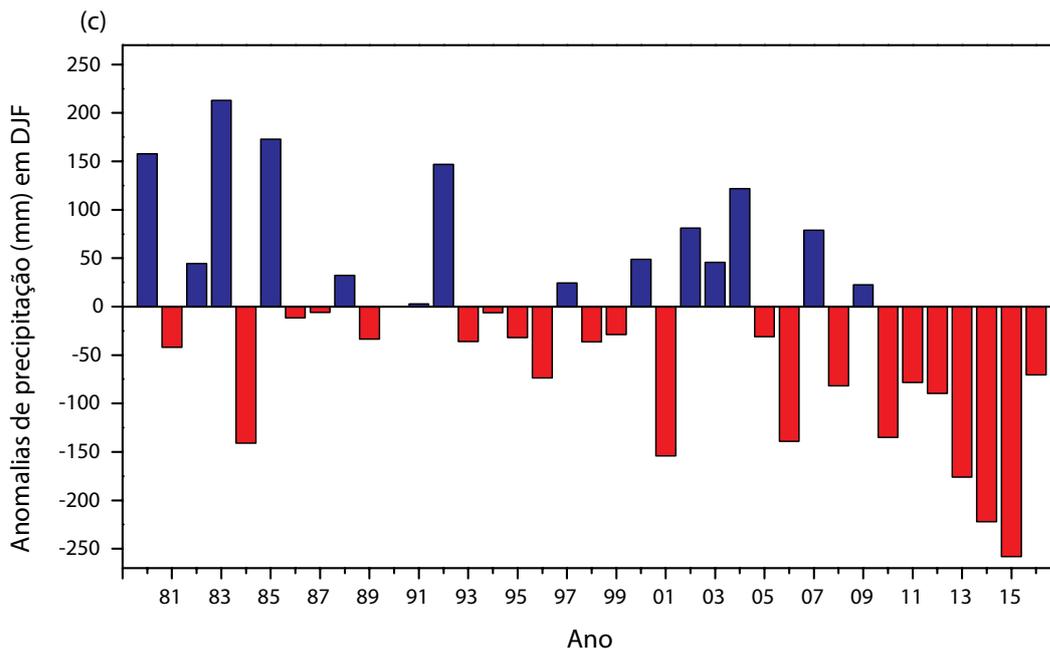
registrado no ano anterior. Conforme podemos observar pela série temporal da anomalia de chuvas na região em destaque (Figura 1c), houve anos anteriores (por exemplo, 2001, 1984, entre outros) quando foram registrados importantes déficits, mas nenhum de magnitude semelhante aos verões de 2013/2014 e 2014/2015 representados pelas duas últimas barras da Figura 1c.

(a) Anomalia de Precipitação (mm) - DJF/2013



(b) Anomalia de Precipitação (mm) - DJF/2014

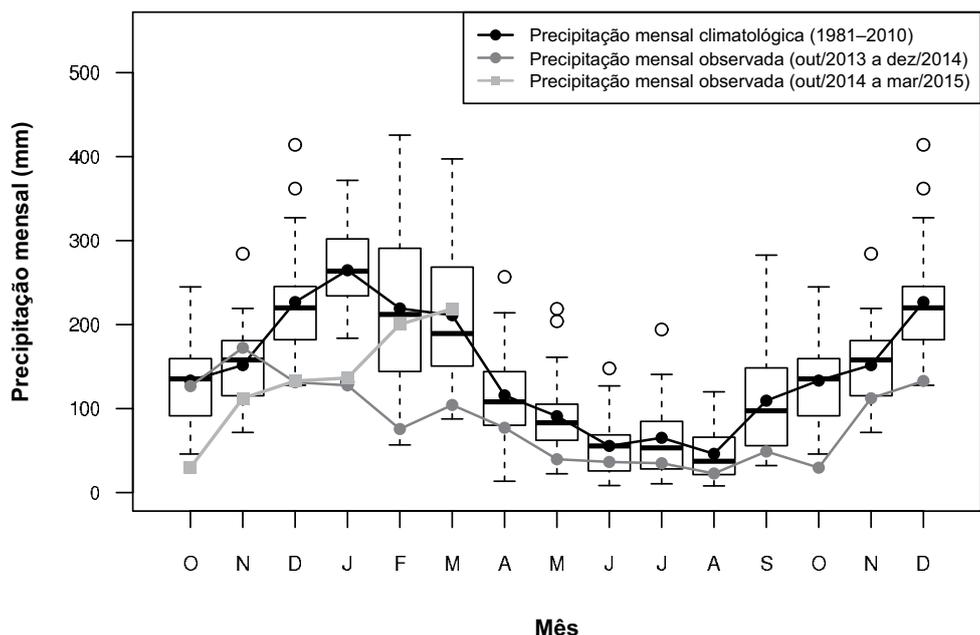




**Figura 1** – Anomalias de precipitação (mm) durante o verão (a) 2013/2014 e (b) 2014/2015; (c) Série temporal de anomalias de precipitação para o verão (DJF) de 1979/1980 a 2014/2015 para a média da área delimitada pelo retângulo mostrado nos painéis a e b. Anomalias calculadas em relação ao período histórico de dados de 1981-2010. Fonte de dados: “Climate Prediction Center”.

## O Estado de São Paulo

No verão de 2014, ocorreram em diversas regiões do estado de São Paulo seca e altas temperaturas que ultrapassaram diversos recordes. Ao final da estação chuvosa vários reservatórios responsáveis pelo abastecimento de água para a população do estado atingiram seus volumes críticos, em particular o sistema Cantareira, o principal fornecedor de água para a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), que na época abastecia mais de 8 milhões de pessoas. Conforme mostrado na Figura 2, obtida de Coelho, Cardoso e Firpo (2015), em relação à Climatologia, os meses de dezembro de 2013 a fevereiro de 2014 apresentaram, para a região Sudeste do estado de São Paulo, que inclui a RMSP, déficits de precipitação da ordem de 95.5, 264.7 e 219.3 mm, respectivamente. No verão seguinte, dezembro de 2014 e janeiro de 2015, apresentaram déficits similares aos de dezembro de 2013 e janeiro de 2014, porém em fevereiro e março de 2015 os valores observados se aproximaram da média climatológica.

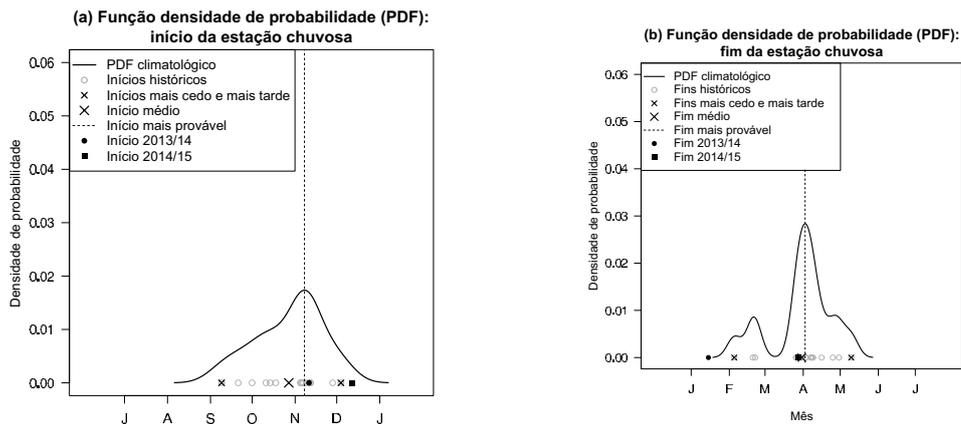


**Figura 2** – Gráfico de caixas (em inglês, boxplot) da precipitação mensal (mm) construído usando dados históricos do período 1981-2010 para a região Sudeste do estado de São Paulo (ver Coelho; Cardoso; Firpo, 2015). A linha sólida em preto representa a média histórica (climatológica) mensal para o período 1981-2010. A linha sólida cinza escuro representa os valores de precipitação mensal observados durante o período de outubro de 2013 a dezembro de 2014. A linha sólida cinza claro representa os valores de precipitação mensal observados durante o período de outubro de 2014 a março de 2015. Fonte: Adaptado de Coelho, Cardoso e Firpo (2015).

Tendo em vista a dependência da estação chuvosa para o preenchimento dos reservatórios no sudeste do Brasil, e particularmente no estado de São Paulo, é interessante avaliar quando foram o início e o término da estação durante os verões dos anos 2013/2014 e 2014/2015, particularmente em relação à climatologia. A Figura 3, obtida do trabalho de Coelho, Cardoso e Firpo (2015), mostra a Função Densidade de Probabilidade (em inglês, PDF) para os dados climatológicos de 1998 a 2013, considerando o início e o fim da estação chuvosa para uma região do estado de São Paulo que inclui a RMSP. A figura apresenta não somente início/fim histórico da estação chuvosa (círculo aberto), mas também os períodos de início/fim mais cedo e mais tarde já registrados de acordo com os dados históricos, além da indicação da data mais provável para início/fim (linha tracejada vertical) da estação chuvosa. Dentro desse contexto, os inícios e fins das estações para os verões de 2013/2014 e 2014/2015 são destacados por meio de círculos e quadrados pretos, respectivamente.

O círculo preto na Figura 3a ilustra a data estimada para o início da estação chuvosa no verão 2013/2014, que está bem próxima da data média histórica, que é próxima do início de novembro e representada pela cruz preta grande. No entanto, ao analisarmos o fim da estação chuvosa (Figura

3b), notamos que essa terminou muito antes da data média histórica (início de abril), inclusive antes da data de término mais cedo que havia sido registrada em anos anteriores (cruz preta pequena), encerrando a estação muito antecipadamente, em meados de janeiro de 2014. Somente por esse fato, esse verão já se tornou algo excepcional. Quando consideramos o período 2014/2015, vemos que o quadrado preto mostrado na Figura 3a está deslocado para o início de dezembro, portanto praticamente um mês mais tarde do que a data de início médio histórico da estação chuvosa. No entanto, o fim da estação ocorreu bem próximo da data média histórica (Figura 3b).



**Figura 3** – Funções densidade de probabilidade (em inglês, PDF) das datas de **(a)** início e **(b)** fim da estação chuvosa da região Sudeste do estado de São Paulo, que inclui a RMSP, assim como definido em Coelho, Cardoso e Firpo (2015). Os círculos cinza representam as datas históricas para o período 1998/1999 a 2012/2013. A cruz preta grande representa a média histórica para o período 1998/1999 a 2012/2013. As cruces pretas pequenas indicam as datas de início e final mais cedo e mais tarde ocorridas no período 1998/1999 a 2012/2013. As linhas verticais tracejadas localizadas nos pontos de máximo da curva preta representam as datas estimadas como mais prováveis para início e fim da estação chuvosa. Os círculos pretos representam estimativas das datas de início e fim da estação chuvosa 2013/2014. Os quadrados pretos representam estimativas das datas de início e fim da estação chuvosa 2014/2015. Fonte: Adaptado de Coelho, Cardoso e Firpo (2015).

## Mudanças climáticas e a seca no sudeste: alguma relação?

Talvez uma pergunta básica que devemos fazer seja: “Eventos extremos individuais de clima podem ser explicados pelo aumento dos Gases de Efeito Estufa (GEE)?”. De forma geral, mudanças em eventos climáticos são esperadas em resposta ao aumento dos GEE na atmosfera gerados pelas atividades humanas, como queima de combustíveis fósseis. Entretanto, determinar se um único evento extremo é influenciado apenas por uma causa específica, como o aumento dos GEE, é uma tarefa muito desafiadora por duas razões: 1) eventos extremos são, em geral, causados por uma combinação de fatores; e 2) eventos extremos podem ocorrer dentro da variabilidade natural do clima mesmo que ele não esteja mudando (IPCC, 2007). Em particular, a atribuição de eventos extremos envolvendo

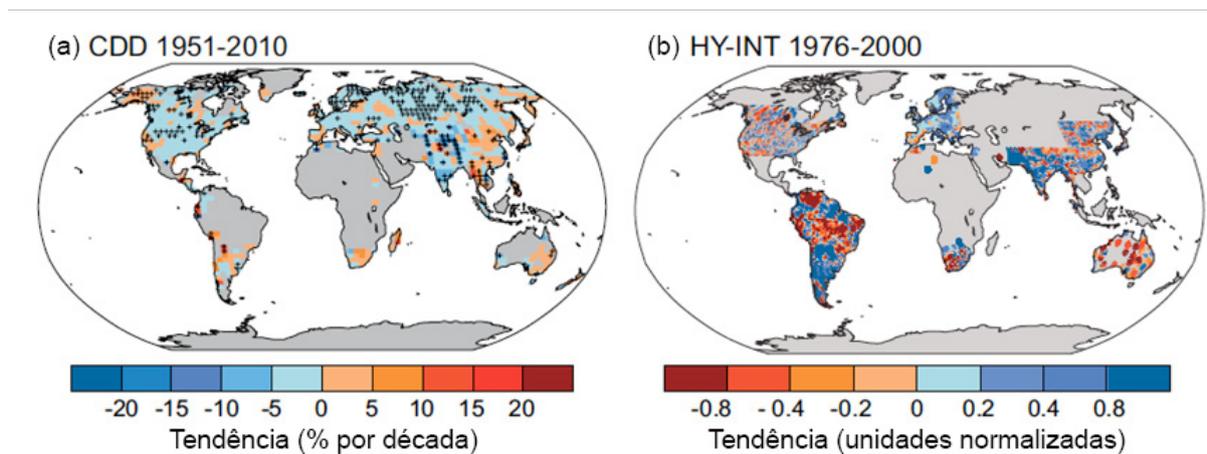
precipitação ao aumento dos GEE vem se mostrando uma tarefa muito mais desafiadora do que a atribuição de eventos envolvendo temperatura. Alguns estudos relacionados ao aquecimento observado no século passado mostram claras evidências no aumento de ondas de calor ou decréscimo de noites mais frias sobre algumas regiões do globo em associação ao aumento dos GEE.

Em relação a eventos extremos de seca, uma variável altamente complexa e que ainda não tem um índice definido de forma universal, estudos mais abrangentes ainda são bem conflitivos. Por exemplo, Sheffield e Wood (2008) encontraram uma tendência negativa na duração, intensidade e severidade da seca globalmente. Por outro lado, Dai (2011a, b) mostra uma tendência positiva em termos globais da seca, embora com algumas variações regionais. Vários outros estudos posteriores também tiveram conclusões diferentes em termos de tendências de seca global desde a metade do século XX (Sheffield; Wood; Roderick, 2012; Dai, 2013; Donat et al., 2013; Van der Schrier et al., 2013).

Conforme mencionado no AR5 (IPCC, 2013), em razão da falta de observações diretas, de tendências geográficas inconsistentes e de um índice globalmente aceito, existe uma baixa confiança nas observações de tendências globais de seca desde a metade do século XX. Essa conclusão fica mais clara quando observamos a Figura 4 que mostra a porcentagem da tendência global do número de dias consecutivos secos entre 1951 e 2010, e também a razão entre a duração de eventos secos e precipitação intensa.<sup>2</sup> Um aumento (diminuição) nesse índice significa um aumento (diminuição) na duração da seca e/ou em eventos extremos de chuva. Devemos notar que as áreas em cinza indicam dados incompletos ou faltantes. A Figura 4a mostra que em termos globais existem regiões onde há uma tendência percentual de aumento de CDD e outras nas quais há diminuição. Particularmente sobre a América do Sul, na parte sudeste do continente, existe a indicação de aumento de dias consecutivos secos, e no sul do continente, uma tendência de diminuição. Por outro lado, grande parte do continente sul-americano mostra falta de dados para uma análise mais completa. Em relação à Figura 4b, sobre a América do Sul em particular, considerando o período de dados entre 1976-2000, vemos que no sudeste e no centro-oeste do Brasil há uma tendência de aumento na duração de eventos secos, enquanto no sul do país existe uma tendência de aumento de precipitação.

---

2. Para detalhes, ver Giorgi et al. (2011).



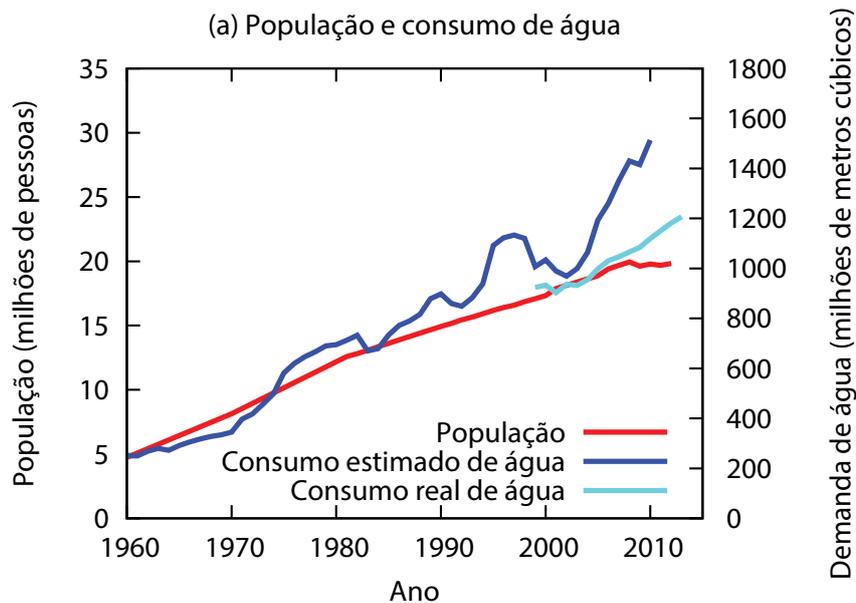
**Figura 4 – (a)** Tendência da frequência do número máximo anual de dias consecutivos sem chuva (em inglês, CDD) e **(b)** tendência normalizada na intensidade hidroclimática, uma medida multiplicativa da duração de períodos secos e da intensidade da precipitação. Fonte: Adaptado de IPCC (2013).

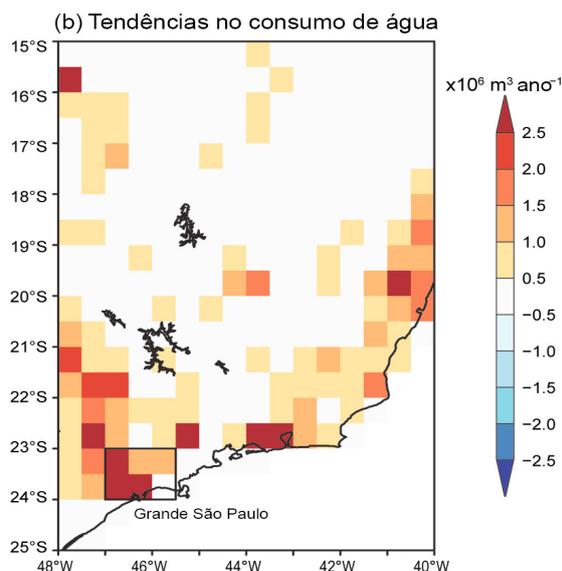
Com relação à crise hídrica que afetou o Sudeste nos verões de 2013/2014 e 2014/2015, há alguma indicação de relação desse evento com o aumento da concentração de GEE, e consequentemente com o aquecimento global? Herring et al. (2015) lideraram uma edição especial do *Bulletin of the American Meteorological Society*, discutindo em uma série de artigos os eventos extremos ocorridos durante o ano de 2014, apresentando uma perspectiva climática. Um desses artigos (Otto et al., 2015) discute em detalhes possíveis razões que contribuíram para a falta de água no sudeste do Brasil.

Nesse estudo, Otto et al. (2015) examinaram a seca em termos de falta de chuva, disponibilidade e consumo de água. Três métodos independentes foram empregados para analisar o papel do aquecimento global induzido pelas atividades humanas na falta de chuva e disponibilidade de água. O primeiro método empregou análises estatísticas dos dados históricos de precipitação para avaliar tendências nos eventos extremos observados desde 1941. Os resultados dessas análises indicaram que o déficit de chuva registrado na região Sudeste em 2014/2015 foi excepcional, porém não único, uma vez que condições similares foram observadas na região em 1953/1954, 1962/1963 e 1970/1971. O segundo método usou resultados de milhares de simulações produzidas por um modelo climático atmosférico, reconhecido pela comunidade científica internacional como “estado da arte”, para executar duas análises distintas: uma que representa o clima atual, assim como observado durante o evento de seca 2014/2015, e outra que representa o mesmo evento de seca, porém em um mundo hipotético sem a interferência humana na concentração de gases causadores do efeito estufa. O terceiro método utiliza modelos climáticos globais acoplados oceano-atmosfera do projeto internacional de intercomparação de modelos acoplados versão 5 (CMIP5).

A aplicação dos três métodos de forma independente levou à conclusão de que a frequência

de ocorrência de seca em termos de disponibilidade de água nos últimos anos não foi influenciada pelas alterações climáticas promovidas pelas atividades humanas. Em termos gerais, os resultados de Otto et al. (2015) não identificaram alterações no risco climático por meio de atividades humanas para a ocorrência de eventos de seca como o do verão de 2014/2015. Por outro lado, o estudo concluiu que o aumento da população e o do consumo de água foram muito provavelmente os principais fatores associados à crise hídrica que a região vem experimentando. A Figura 5a mostra a variação ao longo do tempo do consumo de água (estimado e atual) e da população da RMSP. Essa figura ilustra que a taxa de aumento de consumo de água vem superando a taxa de crescimento da população, e ambos mostram uma forte tendência de crescimento ao longo dos anos. Esse resultado, particularmente para a Região Metropolitana de São Paulo, é enfatizado ainda mais pela Figura 5b, que mostra a tendência da estimativa do consumo de água entre os anos 1960-2010. Grande parte do estado de São Paulo e outras regiões do Sudeste indicam uma tendência positiva, mostrando que o consumo de água vem aumentando sistematicamente. De forma geral, o estudo indicou que a falta de chuva no sudeste do Brasil em 2014 e 2015 foi excepcional, porém não incomum, conforme também é possível notar na Figura 1c mostrada anteriormente. Em concordância com esses resultados, um recente trabalho de Nobre et al. (2015) mostrou a baixa precipitação que ocorreu durante esses verões excepcionais com recordes de temperatura máxima, em particular sobre os reservatórios e mananciais que abastecem o sistema Cantareira, contribuindo ainda mais para a drástica redução de seu volume de água. Eles também concluíram que o aquecimento por um longo período aumentou o risco de seca que, associado ao alto consumo de água, intensificou a crise hídrica no período.





**Figura 5 – (a)** Série temporal da estimativa do consumo de água (1960-2010, linha azul escuro), consumo real de água (1999-2013, linha azul claro), e população da RMSP (1960-2012, linha vermelha); **(b)** Tendência temporal da estimativa do consumo de água no período 1960-2010.  
 Fonte: Adaptado de Otto et al. (2015).

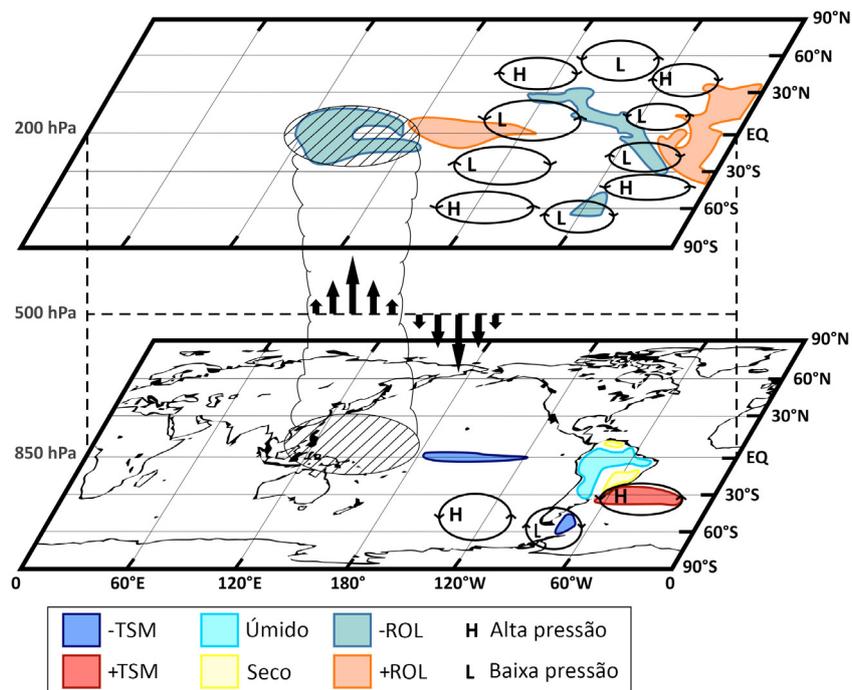
### Descrição meteorológica para os eventos de seca nos verões de 2013/2014 e 2014/2015

Tendo em vista o grande impacto que as secas dos anos 2014 e 2015 tiveram na agricultura, na geração de eletricidade e nos cortes no abastecimento de água para as populações urbanas, particularmente na RMSP, é fundamental entendermos melhor as condições atmosféricas que levaram às condições de falta de chuva durante esses dois verões.

Conforme descrito na primeira parte deste capítulo, a passagem de frentes frias pelo sudeste do Brasil e o desenvolvimento da ZCAS são fundamentais para a intensificação da convecção na região e, conseqüentemente, para a produção de chuvas durante a estação chuvosa sobre a RMSP e arredores. Um bloqueio atmosférico presente nos dois verões de seca impediu a passagem e o desenvolvimento de ambos os sistemas atmosféricos no período, e dessa forma, contribuiu para aumentos recordes de temperatura e anomalias negativas de precipitação.

Dois recentes artigos científicos discutiram em detalhes os possíveis mecanismos de circulação atmosférica que levaram à diminuição das chuvas. Seth, Fernandes e Camargo (2015) sugerem que as anomalias quentes de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no oceano Pacífico Oeste Tropical geraram um padrão de ondas atmosféricas que afetou a circulação no sudeste do Brasil em ambos os verões secos. Esse resultado concorda com os obtidos por Coelho et al. (2015), que precedeu o

estudo de Seth, Fernando e Camargo (2015), realizando a análise das condições climáticas globais e regionais associadas ao evento de secas sobre o sudeste do Brasil em janeiro-fevereiro-março (JFM) de 2014. Nesse estudo, Coelho et al. (2015) já haviam mostrado que a presença de uma anomalia quente equatorial na parte norte/nordeste da Austrália gerou dois padrões de teleconexão, um tropical relacionado à circulação de Walker, conectando o norte da Austrália com o Pacífico equatorial central, e outro de interação trópicos-extratrópicos afetando a circulação de Hadley e gerando ondas de Rossby. Esta última configuração gerou uma onda estacionária que se propagou em direção à América do Sul em forma de um arco, produzindo centros de anomalia de alta pressão sobre o Pacífico e o Atlântico, e um centro de baixa pressão próximo ao cone sul da América do Sul. O centro de alta pressão anômala no Atlântico bloqueou a passagem de sistemas frontais e favoreceu a manutenção de TSM mais quente na costa do sudeste do Brasil. Em razão da extensão do anticiclone anômalo sobre a região Sudeste do Brasil, houve transporte de ar mais seco que o normal do Atlântico para o SE e de ar mais úmido da Amazônia para o sul do Brasil. Dessa forma, não houve a manifestação de ZCAS durante esse período sobre a região Sudeste, e a região Sul do Brasil sofreu com excesso de chuvas durante o verão, enquanto o sudeste do Brasil enfrentou déficits marcantes de chuva. Esse



**Figura 6** – Diagrama esquemático ilustrando as condições atmosféricas e oceânicas durante a ocorrência do evento de seca sobre a região Sudeste do Brasil em JFM 2014.

Fonte: Adaptado de Coelho et al. (2015).

padrão de circulação atmosférica associado à condição de seca observada sobre a região Sudeste do Brasil durante o verão de 2014 é apresentado de forma ilustrativa na Figura 6, que mostra as circulações de grande escala tanto em baixos níveis como em altos níveis, bem como indica a variação de TSM, Radiação de Ondas Longas (OLR em inglês) e regiões com mais ou menos umidade.

## **Discussões finais**

Secas podem ser estudadas sob várias perspectivas, e, dessa forma, conforme destacou o último relatório do IPCC (2013), fatores como falta de observações diretas, tendências geográficas inconsistentes em índices de monitoramento, e baixa confiança nas observações de tendências globais de seca desde a metade do século XX, tornam extremamente árduo e desafiador o trabalho de relacionar eventos específicos de seca às influências antropogênicas.

As análises apresentadas neste texto elucidam, no entanto, o fato de que as secas ocorridas nos verões de 2013/2014 e 2014/2015 foram excepcionais e estão entre as mais fortes já registradas. Os impactos da seca, que podem incluir a redução no fornecimento de água, o aumento do número de casos de dengue (e doenças como o zika vírus e a febre chikungunya), o aumento dos preços da energia gerada por hidroelétricas e outros, são resultado da baixa disponibilidade de água em combinação com o número de pessoas e infraestruturas afetadas. Mostrou-se que o consumo de água tem crescido acima da capacidade dos reservatórios em razão do crescimento populacional que, particularmente para São Paulo, foi acima de 20% nos últimos 20 anos.

Embora não seja possível relacionar as secas de 2014 e 2015 como uma consequência direta do aumento dos GEE, a temperatura média global tem aumentado sistematicamente, inclusive batendo recordes globais nesses anos. Dessa forma, o sistema climático como um todo “sente” esse aumento de energia e deve reagir para manter um equilíbrio global. Existe uma grande probabilidade de a região Sudeste do Brasil e também a RMSP continuarem a sofrer oscilações de extremos climáticos, podendo levar à ocorrência de secas ou inundações. Cabe aos tomadores de decisões observar os sinais climáticos recentemente documentados pela comunidade científica para poder traçar estratégias de prevenção visando diminuir vulnerabilidades sociais e econômicas e, ao mesmo tempo, se adaptar às atuais condições climáticas e a impactos associados.

## Referências

COELHO, C. A. S.; CARDOSO, D. H. F.; FIRPO, M. A. F. Precipitation diagnostics of an exceptionally dry event in São Paulo, Brazil. *Theor. Appl. Climatol.*, v.1, p. 2015. DOI 10.1007/s00704-015-1540-9.

COELHO, C. A. S.; OLIVEIRA, C. P.; AMBRIZZI, T.; REBOITA, M. S.; CARPENEDO, C. B.; CAMPOS, J. L.P. S. et al. The 2014 southeast Brazil austral summer drought: regional scale mechanisms and teleconnections. *Clim. Dyn.*, v.1, p.1, 2015. DOI 10.1007/s00382-015-2800-1.

DAI, A. Characteristics and trends in various forms of the Palmer Drought Severity Index during 1900–2008. *J. Geophys. Res. Atmos.*, v.116, 2011a, D12115.

\_\_\_\_\_. Drought under global warming: A review. *Clim. Change*, v.2, p.45-65, 2011b.

\_\_\_\_\_. Increasing drought under global warming in observations and models. *Nature Clim. Change*, v.3, p.52-8, 2013.

DONAT, M. G., ALEXANDER, L. V.; YANG, H.; DURRE, I.; VOSE, R.; CAESAR, J. Global land-based datasets for monitoring climatic extremes. *Bull. Am. Meteor. Soc.*, v.94, p.997-1006, 2013.

GIORGI, F.; IM E.-S.; COPPOLA, E.; DIFFENBAUGH, N. S.; GAO, X. J.; MARIOTTI, L.; SHI, Y. Higher hydroclimatic intensity with global warming. *J. Clim.*, v.24, p.5309-24, 2011.

HERRING, S. C.; HOERLING, M. P.; KOSSIN, J. P.; PETERSON, T. C.; STOTT, P. A. (Ed.) Explaining Extreme Events of 2014 from a Climate Perspective. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, v.96, n.12, p.S1–S172, 2015.

IPCC. Clim. Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) [SOLOMON, S. D. et al. (Ed.)]. Cambridge, United Kingdom; New York: Cambridge University Press, 2007.

IPCC. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [STOCKER, T. F. et al. (Ed.)]. Cambridge, UK: Cambridge University Press; New York: Cambridge University Press, 2013, 1535 p.

NOBRE, C. A.; MARENGO, J. A.; SELUCHI, M. E.; CUARTAS, L. A.; ALVES, L. M. Some characteristics and impacts of the drought and water crisis in Southeastern Brazil during 2014 and 2015. *J. Water Res. and Protection*. 2015.

OTTO, F. E. L.; COELHO, C. A. S.; KING, A.; COUGHLAN de PEREZ, E. et al. Factors other than climate change, main drivers of 2014/15 water shortage in southeast Brazil [in “Explaining Extremes of 2014 from a Climate Perspective”]. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, v.96, n.12, p.S35-S40, 2015.

REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P. DA; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. *Revista Brasileira de Meteorologia* (Impresso), v.25, p.185-204, 2010.

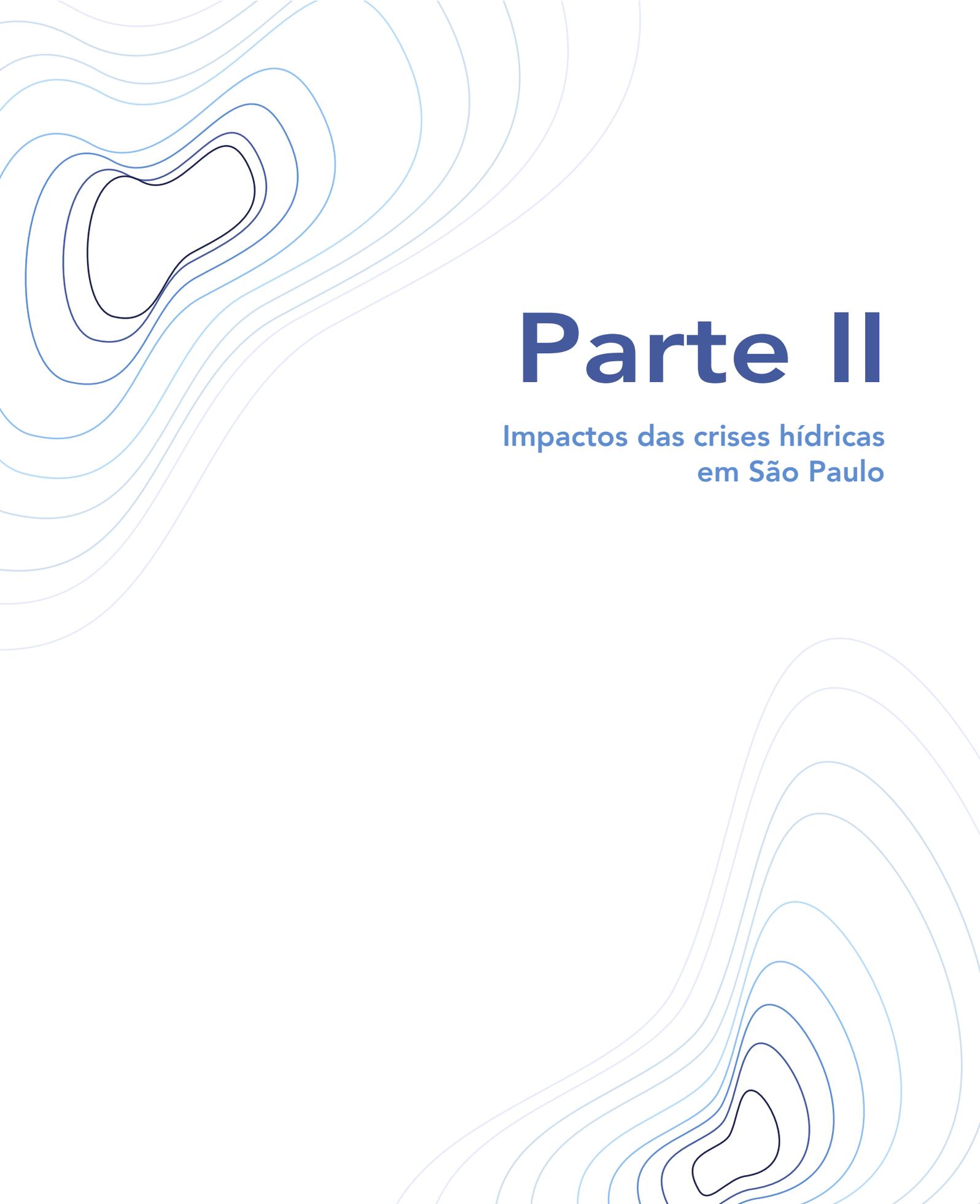
SETH, A.; FERNANDES, K.; CAMARGO, S. J. Two summers of São Paulo drought: Origins in the western tropical Pacific, *Geophys. Res. Lett.*, v.42, n.10, p.816-23, 2015. Doi:10.1002/2015GL066314.

SHEFFIELD, J.; WOOD, E. F. Global trends and variability in soil moisture and drought characteristics, 1950–2000, from observation-driven simulations of the terrestrial hydrologic cycle. *J. Clim.*, v.21, p.432-58, 2008.

SHEFFIELD, J.; WOOD, E.; RODERICK, M. Little change in global drought over the past 60 years. *Nature*, v.491, 2012.

SOUZA, E. B.; AMBRIZZI, T. ENSO impacts on the South American rainfall during 1980s: Hadley and Walker Circulations. *Atmosfera (México)*, Mexico, v.15, n.2, p.105-20, 2002.

VAN DER SCHRIER, G.; BARICHIVICH, J.; BRIFFA, K. R.; JONES, P. D. A scPDSI-based global dataset of dry and wet spells for 1901–2009. *J. Geophys. Res. Atmos.*, v.118, p.4025-48, 2013.

The background of the page is white, featuring abstract, flowing blue lines that resemble topographic contour lines or water ripples. These lines are more densely packed and darker in some areas, creating a sense of depth and movement. The lines flow from the top left towards the bottom right, framing the central text.

# Parte II

Impactos das crises hídricas  
em São Paulo

## Introdução

As baixas precipitações na região Sudeste do Brasil no período de 2013 a 2015 tiveram uma série de consequências sobre a qualidade de vida da população. Alguns desses efeitos foram imediatamente percebidos pois afetaram o cotidiano das pessoas, a produção econômica, em particular a produção alimentar e industrial, porém outros efeitos são menos visíveis e devem se manifestar em mais longo prazo, como alguns impactos sobre a saúde da população ou sobre a biodiversidade da vegetação nativa. Por consequência, alguns dos efeitos da crise hídrica já podem ser claramente quantificados e avaliados, enquanto outros são ainda baseados em inferências indiretas ou em evidências observadas em outras regiões do globo, e requerem assim mais estudo para o seu pleno entendimento. No conjunto, está claro que as consequências são amplas, muitas vezes intensas, afetam múltiplas atividades humanas e setores socioeconômicos, mas nem sempre são previsíveis e, dependendo do efeito, podem envolver um alto grau de incerteza, particularmente pensando nas consequências em longo prazo.

O conjunto de textos a seguir destaca as principais evidências sobre as consequências da crise hídrica na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e, ao mesmo tempo, apresenta as incertezas e lacunas de conhecimento. São considerados os efeitos da crise hídrica sobre: a água; os diferentes setores socioeconômicos; os serviços ecossistêmicos; a biodiversidade das áreas verdes da Grande São Paulo; e a saúde da população. Esses textos foram escritos por alguns dos principais especialistas em cada um desses assuntos, sempre com o objetivo de sintetizar o conhecimento e apresentá-lo de forma resumida e de fácil entendimento para um público mais amplo.

De uma forma sucinta, esses textos destacam que:

- As secas, ao reduzirem o volume das águas nos reservatórios e mananciais, levam a uma maior concentração de poluentes, além de favorecerem o florescimento de cianobactérias. A diminuição da pressão nas canalizações, promovida pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp), como forma de reduzir os desperdícios no transporte da água, possibilita a intrusão de águas contaminadas em águas já tratadas. Ademais, a transposição de águas entre bacias hidrográficas também facilita a propagação de contaminantes e de espécies invasoras ou não nativas, contribuindo com a homogeneização e degradação das flora e fauna de ambientes aquáticos. Todos esses fatores levam à degradação da qualidade da água e à ocorrência de uma cascata de efeitos sobre a economia, os serviços ecossistêmicos, a biodiversidade e a saúde humana, conforme detalhado a seguir;
- Diferentes setores econômicos foram afetados pela crise hídrica, levando a um aumento no custo de diversos produtos, incluindo a própria água, e afetando assim a segurança alimentar e hídrica da população. De forma mais grave, a população carente é a mais afetada pela crise, acentuando as disparidades e injustiças sociais, ambientais e de saúde;

- Vários serviços ecossistêmicos foram afetados pela escassez hídrica, com destaque para os serviços relacionados à produção alimentar e de madeira, e os serviços culturais de lazer que dependem direta ou indiretamente de corpos d'água ou da chuva (esportes náuticos, atividades de lazer ou aventura em rios e lagos, e mesmo passeios em trilhas na mata, que estão mais vulneráveis a incêndios). A vulnerabilidade e a capacidade de recuperação desses serviços ante a crise hídrica variam, e alguns serviços serão recuperados assim que as chuvas voltarem, mas outros podem levar alguns anos para ser restabelecidos (e.g., serviços que dependem da reservação de água);
- Além dos impactos mais diretos e intensos que ocorrem sobre a biodiversidade de várzeas e de ambientes aquáticos, a crise hídrica também afeta de forma mais indireta e em longo prazo os ambientes terrestres, principalmente aqueles que ainda estão bem conservados e que mantêm espécies mais sensíveis à extinção. Em particular, a estiagem pode levar a um ressecamento das matas, resultando num maior risco de queimadas e na perda das espécies que requerem microclima mais úmido ou mais sombreado;
- A crise hídrica agrava importantes problemas de saúde pública. Com a redução do volume de água, há maior concentração de contaminantes químicos e orgânicos nas águas e maior risco de proliferação de cianobactérias, o que eleva os riscos e os efeitos de diarreia, assim como a incidência de câncer e de outros problemas no desenvolvimento e na reprodução humana. Os metabólitos produzidos pelas cianobactérias podem ter efeitos em vários órgãos (e.g. pele, neurônio, fígado, coração) e levar a maior risco de câncer de pele. O ressecamento do ar pode levar também a várias doenças cardiovasculares e respiratórias.

*Jean Paul Metzger*  
Biólogo, professor do Instituto de Biociências da USP

# 3

## A crise hídrica e a qualidade da água na Região Metropolitana de São Paulo

### A degradação da qualidade da água na Região Metropolitana de São Paulo

A qualidade da água que compõe o sistema aquático e os mananciais é essencial e relevante para a segurança hídrica da espécie humana e para o funcionamento dos ecossistemas aquáticos e serviços ecossistêmicos. Água de boa qualidade – i.e. com adequadas concentrações de substâncias orgânicas e inorgânicas e integridade na composição de sua biota aquática (Chapman, 1992) – é essencial para o bem-estar humano, para o desenvolvimento econômico e a sustentabilidade ambiental, e, também, para a manutenção da saúde humana.

Na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), a oferta de água em quantidades adequadas – no mínimo 50 litros por dia por pessoa (Gleick, 1993) – e com qualidade excelente ou adequada é essencial. Devido ao enorme contingente humano que ocupa as zonas urbanas da RMSP (aproximadamente 26 milhões de pessoas), qualquer degradação de qualidade da água oferecida pelo sistema pode ter consequências sérias na saúde humana e na deterioração da segurança hídrica.

O histórico de degradação da qualidade da água já tem contornos nítidos e bem determinados: de um processo de contaminação orgânica, iniciada em meados do século XIX, passamos para um processo mais complexo, nos dias atuais, com um aumento considerável da contaminação inorgânica e orgânica e outras origens. Essa contaminação mais recente inclui substâncias dissolvidas,

---

José Galizia Tundisi\*

\* Instituto Internacional de Ecologia e Gerenciamento Ambiental (IIEGA); e Universidade Feevale, RS

pesticidas, herbicidas, medicamentos e cosméticos, que constituem atualmente grandes ameaças à segurança hídrica em razão dos possíveis efeitos na saúde humana (Tundisi et al., 2015).

Na RMSP esses processos ocorrem cumulativamente há muitos anos, representando ameaças permanentes à saúde pública, agravando e tornando complexos os sistemas de tratamento e aumentando os custos de monitoramento da qualidade da água.

Dentre as principais causas dessa degradação na RMSP estão: i) o tratamento incompleto dos volumes de esgotos produzidos (somente 30% a 40% são tratados); ii) o desmatamento e avanço da urbanização, que aumenta a drenagem de águas contaminadas e poluídas para os mananciais; iii) a poluição atmosférica – partículas e substâncias dissolvidas que são incorporadas aos rios, represas e mananciais; iv) as inúmeras atividades humanas que contaminam os sistemas superficiais e subterrâneos – postos de gasolina, oficinas mecânicas, depósitos de material, poços clandestinos e fossas; e v) as falhas na canalização de distribuição de água e contaminação a partir das diferentes fontes.

### **Principais efeitos da seca sobre a qualidade da água**

Essas condições de degradação das águas da RMSP podem se agravar drasticamente durante períodos de seca, em razão dos seguintes processos: i) diminuição do volume de mananciais e represas, o que causa concentração de substâncias orgânicas e metais; ii) aumento dos florescimentos de cianobactérias – esses organismos desenvolvem-se rapidamente, ocupando reservatórios e mananciais. Além de aumentar a matéria orgânica por sua posterior decomposição, essas cianobactérias podem produzir toxinas com efeitos sobre outros organismos e na saúde humana (Tundisi et al., 2015). As fontes não pontuais que contribuem para a degradação da qualidade da água (Young et al., 2015) têm um papel importante nesse processo.

Com redução dos volumes de água, concentração dos poluentes, aumento da intensidade e frequência dos florescimentos de cianobactérias, a degradação da água é rápida (Tundisi et al., 2015). As cianobactérias têm um papel importante nesse processo de degradação, ainda mais porque sua atuação é favorecida pelas sinergias produzidas pelas secas, em particular pelo aumento da temperatura da água, em razão do aquecimento térmico superficial, em muitos casos superior a 2°C. Há outros fatores que podem influenciar os processos de degradação, em particular: i) a diminuição das pressões nas canalizações que levam a água às residências, o que possibilita a intrusão de águas contaminadas em águas já tratadas; e ii) a transposição de águas de uma bacia hidrográfica para outra. Transposições são, seguramente, ações que interferem no funcionamento dos ecossistemas, pois introduzem flora

e fauna de outras bacias e podem ainda introduzir águas contaminadas por diversas substâncias orgânicas e inorgânicas (Tucci, 2010).

As alterações na composição química e na biota das águas de reservatórios e rios resultam em inúmeras consequências para a qualidade das águas na RMSP e a principal delas é o aumento da toxicidade, além da proliferação de bactérias, protozoários e vírus nas águas superficiais e subterrâneas.

As consequências econômicas dessas alterações e modificações na qualidade da água são inúmeras e diversificadas, incluindo o aumento nos custos do tratamento da água. Esses custos são elevados na descontaminação de águas superficiais, e elevadíssimos na descontaminação de águas subterrâneas. As consequências para a saúde humana também são graves. Águas contaminadas são *locus* para o crescimento de vírus, bactérias, protozoários que afetam a saúde humana. O aumento da hospitalização média, quando há surtos de contaminação durante secas prolongadas, afeta economias regionais. Há poucas avaliações econômicas sobre a deterioração da qualidade da água e a saúde humana, porém vejam neste livro os textos sobre os efeitos econômicos (Sinisgalli et al., cap.6) e na saúde (Fajersztajn e Saldiva, cap.7).

### **Ameaças emergentes à qualidade das águas e os efeitos da seca**

Além dessas inúmeras atividades humanas que afetam e são afetadas pela qualidade da água, que impactam o desenvolvimento econômico e social e ameaçam a saúde humana, há algumas tendências mais recentes (últimos 20 anos) que agravam o problema e o tornam mais difícil tecnicamente. A água é um veículo importante e agente de transmissão de muitos patógenos, e alguns deles reemergiram recentemente, como no caso de *Cryptosporidium*, *Legionella*, *Escheria coli* O157, rotavírus, hepatite E/UM-WWAP.

As indústrias farmacêuticas e petroquímicas desenvolveram inúmeros novos produtos, como pesticidas, cosméticos, hormônios, alimento animal com produtos veterinários e antibióticos. Pouco se conhece, cientificamente, sobre os efeitos dessas substâncias à saúde humana e também não se conhece a interferência desses produtos nas rotas naturais dos ciclos biogeoquímicos de fósforo, carbono, nitrogênio e enxofre. Disruptores endócrinos podem também atuar na saúde humana, uma vez que são hormônios baseados no sistema fisiológico que regulam o metabolismo, o sistema reprodutivo e o funcionamento da tireoide em animais e no homem. Os efeitos desses disruptores endócrinos na saúde humana ainda são pouco conhecidos, mas há evidências de efeitos muito significativos na reprodução humana.<sup>1</sup>

---

1. Comunicação pessoal de D. Dumanoski a J. G. Tundisi, 2010.

Espécies invasoras constituem outro fator de degradação da qualidade de água. Invasões biológicas de micro-organismos, algas, peixes, resultantes de acidentes ou transporte proposital de organismos para cultivo, alteram a biodiversidade, as cadeias alimentares e a qualidade de água em uma escala semprecedentes (Unep/Unesco, 2008).

De todos os processos resultantes da constante e inexorável degradação da qualidade no Planeta Terra, o mais evidente, preocupante e altamente complexo é o efeito das crises hídricas na qualidade da água.

### **As soluções para as crises hídricas e a qualidade das águas**

As adaptações às mudanças climáticas incluem a necessidade de redução das tendências da degradação da qualidade da água em razão das crises hídricas, sejam elas por excessos hidrológicos, sejam por secas prolongadas. O desenvolvimento de estratégias de adaptação a essas mudanças é uma prioridade e demanda ações de análises de risco e vulnerabilidade (National Research Council, 2010).

O Programa Hidrológico Internacional [IHP – International Hydrological Programme] da Unesco desenvolveu nos últimos 10 anos um extenso programa de atividades que envolve seis temas prioritários: i) desastres relacionados com mudanças hidrológicas; ii) águas subterrâneas, proteção e usos múltiplos; iii) qualidade e quantidade de água; iv) água e urbanização; v) eco-hidrologia e engenharia para a sustentabilidade dos recursos hídricos; vi) educação para a água, a chave para a futura segurança hídrica. Com referência ao item iii, o programa enfatiza: monitoramento e ações para preservar a qualidade da água; aumento da capacidade legal, institucional, políticas públicas adequadas, capacitação, tecnologias inovadoras para controlar a poluição e preservar suprimentos de água (Jimenez-Cisneros, 2015).

Para a gestão da qualidade das águas e sua proteção, há a necessidade de combinar eco-hidrologia e engenharia na implementação de políticas públicas, considerando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão. Também é de grande importância que se dê ênfase à preservação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas por meio de ações de conservação e restauração da biodiversidade terrestre, principalmente de florestas ripárias, áreas de várzeas e áreas alagadas (Tundisi; Matsumura-Tundisi, 2010; Hupfer et al., 2013). É também de grande relevância implantar sistemas de tratamento de esgoto, pois o esgoto é a causa principal, no Brasil, da contaminação orgânica e degradação da qualidade da água.

O monitoramento da qualidade das águas deve ser permanente, no espaço e no tempo. Esse monitoramento não deve se limitar somente às águas superficiais, mas deve considerar também as águas subterrâneas. E o monitoramento em tempo real é uma tendência em consolidação.

Além disso, a análise multiespectral de imagens de satélite, acoplada ao monitoramento “*in situ*”, pode proporcionar informação extremamente útil no monitoramento de material em suspensão e das temperaturas na superfície da água, assim como para a detecção de florescimentos de cianobactérias (National Research Council of the National Academies, 2012; Ogashawara et al., 2014). Controle de poluentes, ensaios toxicológicos, usos de melhores indicadores biológicos da contaminação são outras ações recomendadas (Unep/Unesco, 2008). A implementação de medidas integradas de monitoramento, diagnóstico e de análise de tendências da qualidade de água, junto com a elaboração de cenários de qualidade das águas, é também relevante. A contínua revisão de padrões nacionais e regionais, de forma a adequar a qualidade da água aos seus múltiplos usos e finalidades, é outra medida efetiva de controle e avaliação. Técnicas analíticas estão em permanente avanço, possibilitando refinar de forma cada vez mais efetiva a análise dos poluentes orgânicos emergentes e, com isso, acelerar a conservação da qualidade da água e a sua recuperação.

Além das soluções técnicas necessárias, que devem ser aplicadas em bacias hidrográficas, é também fundamental, por meio da educação e da capacitação de recursos humanos, promover avanços na gestão. Cooperação institucional nas bacias hidrográficas é sem dúvida uma necessidade urgente para conter e controlar futuras degradações.

## Referências

CHAPMAN, D. (Ed.) *Water Quality Assessments*. Chapman Hall: WHO; Unesco; Unep, 1992.

GLEICK, P. H. (Ed.) *Water in crisis: a guide to the world's fresh water resources*. New York: Oxford University Press, 1993.

HEIDE M. H.; FIGUEIREDO, J. A. S.; TUNDISI J. G. *Pagamento por serviços ambientais*. Incentivos econômicos para a proteção dos recursos hídricos e a restauração da mata ciliar. São Paulo: EntreMeios, 2013.

JIMENEZ-CISNEROS, B. Responding to the challenges of water security: the Eighth Phase of the International Hydrological Programme 2014-2021. In: *Hydrological Sciences and Water Security: Past, Present and Future* (Ed. by Cudennec, C. et al.) Proceedings of the 11th Kovacs Colloquium, Paris, France, June 2014. IAHS Publ. 366, p.10-19, 2015

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Adapting to the impacts of climate change*. Division of earth and life studies. S. I.: National Academies Press. 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL OF THE NATIONAL ACADEMIES. *Science for environmental protection: the road ahead*. Division of Earth and life studies. Washington D.C.: National Research Council, 2012.

OGASHAWARA, I.; ALCANTARA, E. H.; STECH, J. L.; TUNDISI, J. G. Cyanobacteria detection in Guarapiranga reservoir (S. Paulo State, Brazil) using hantsat TM and ETM imagens. *Revista Ambiente e Água*, v.9, n.2, p.224-8, 2014.

TUCCI, C. E. M. Urbanização e recursos hídricos. In: BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENTSUL, M. C. B. *Águas no Brasil: análises estratégicas*. São Paulo: Academia Brasileira de Ciências, Inst. Botânica, 2010. p.113-28.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. *Biota Neotrópica*, v.10, n.4, p.67-76, 2010.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; CIMINELLI, V. S.; BARBOSA, F. A. Water availability, water quality, water governance: the way ahead. In: *Hydrological Sciences and Water Security: Past, Present and Future* (Edited by C. Cudenec et al.) Proceedings of the 11th Kovacs Colloquium, Paris, France, June 2014. IAHS Publ. 366, p.75-9, 2015.

UN-WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). *UNWorld Water Development Report 2: Water, a shared responsibility*. Paris; New York; Oxford: Unesco (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) and Berghahn Books, s. d. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwdr/wwdr2-2006/downloads-wwdr2/>>.

UNEP/UNESCO. *Water Quality for Ecosystem and Human Health*. GEMS Water. UNESCO, IAP Water Programme, 2008.

YOUNG, G.; DEMUTHS MISHRA, A.; CUDENEC C. Hydrological Sciences and water security: an overview. In: *Proceedings of the 11th Kovacs Colloquium* Paris, France, IAHS Publ 366, p. 1-9, 2015.

# 4

## A crise hídrica no município de São Paulo e as consequências para a biodiversidade

### Introdução: perda de biodiversidade e segurança hídrica

Atualmente o planeta enfrenta uma intensa perda de biodiversidade com um número crescente de espécies entrando nas listas oficiais de fauna e flora ameaçadas e uma taxa de extinção de espécies cada vez mais acelerada (Butchart et al., 2010). Essa perda de biodiversidade está diretamente ligada à atual crise hídrica global, e as causas básicas são as mesmas e ambos os problemas se somam e se intensificam (Wetlands International, 2010). Isso ocorre tanto em ambientes terrestres quanto em áreas úmidas continentais; no entanto, os processos são distintos e ocorrem em escalas de tempo diferentes. Os resultados em áreas terrestres são menos imediatos, mas com consequências igualmente sérias, conforme será discutido na sequência.

Nos ambientes aquáticos, as consequências são imediatas e de alto impacto. Fragmentação de rios, por meio da construção de reservatórios, desmatamentos, drenagem de banhados e poluição são fatores que afetam diretamente a segurança hídrica e também levam a perda da biodiversidade nessas áreas. Apesar de ocuparem pouco menos de 1% da superfície do planeta, as áreas úmidas abrigam entre 100.000 e 126.000 espécies (6%-7% de todas as espécies do mundo) totalmente dependentes de água doce para sobreviver (Balian et al., 2008). A conservação dessas áreas úmidas é fundamental não só para a manutenção das espécies, mas também para garantir fornecimento de água

---

Pedro F. Develey\*

\* BirdLife; SAVE Brasil

para a população humana, que, de acordo com Eliasson (2015), deverá crescer em 40% até o ano 2050. Mesmo se uma relação direta de causa e efeito, está clara a ligação entre crise hídrica e perda de biodiversidade. Considerando a vulnerabilidade dos ambientes aquáticos e a crescente demanda mundial por água doce, são urgentes ações de restauração em sistemas aquáticos continentais e no seu entorno para evitar maiores perdas de espécies e garantir segurança hídrica à população, especialmente nas áreas com maiores densidades demográficas como os grandes centros urbanos.

### **Alterações da biodiversidade na Região Metropolitana de São Paulo**

Existe uma clara coincidência entre as áreas do planeta com maior insegurança hídrica e áreas onde são verificadas as maiores perdas de biodiversidade (Vörösmarty et al., 2010). Ainda, segundo Vörösmarty et al. (2010), cerca de 80% da população mundial vivem em áreas nas quais tanto a biodiversidade como a segurança hídrica estão altamente ameaçadas. A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) é um bom exemplo dessa situação.

Originalmente a maior parte das terras onde hoje está localizada toda a Grande São Paulo era dominada por floresta ombrofila úmida. Havia também alguns trechos com ambientes aquáticos (principalmente nas várzeas dos rios Pinheiros e Tietê) e pequenas áreas de campos nativos. Durante todo o processo de urbanização, ocorreu uma drástica transformação da paisagem natural, de modo que praticamente toda a vegetação original foi destruída e substituída por áreas construídas. Como consequências dessa substituição de ambientes ocorreram perdas significativas na biodiversidade original. A fauna e a flora encontradas hoje no município de São Paulo são compostas essencialmente por espécies mais resistentes à ação humana, sendo assim mais resilientes a alterações ambientais. No entanto, algumas áreas ainda se mantêm mais conservadas e com características similares ao ambiente originalmente encontrado. É o caso das florestas situadas nos arredores da área urbana de São Paulo e que fazem parte da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo, reconhecida pelo Unesco em 1994 como parte da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. De acordo com a Unesco, uma das principais razões para a criação da reserva foi a proteção das áreas de mananciais ao redor da cidade, garantindo segurança hídrica para a população de São Paulo. As matas situadas na Serra da Cantareira (englobando o Parque Estadual da Cantareira) são parte integrante dessa reserva. Nessas matas, nos arredores da cidade, encontra-se a maior diversidade de fauna e flora de toda a Grande São Paulo, com muitas espécies ameaçadas, endêmicas e sensíveis a distúrbios ambientais. Só em relação à avifauna, essas matas abrigam 140 espécies florestais (Develey; Endrigo, 2011). No interior da cidade, esse número é bem inferior, com aproximadamente 60 espécies de aves vivendo exclusivamente em ambientes urbanos.

Desse modo, considerando a RMSP, as espécies mais sensíveis e vulneráveis a alterações ambientais encontram-se nas áreas mais conservadas, dominadas por florestas nos arredores da cidade, enquanto o ambiente urbano já sofreu as maiores perdas de biodiversidade, e a fauna e a flora que persistem possuem alta resiliência e maior capacidade de adaptação.

Existem ainda alguns poucos remanescentes de ambientes aquáticos. O Parque Ecológico do Tietê é uma das últimas áreas úmidas na malha urbana paulistana. Essa área é um testemunho das várzeas que ocorriam na região e conserva um grande número de espécies aquáticas, além de funcionar como um retentor de águas, evitando enchentes e acumulando água doce.

### **A estiagem de 2012/2015 e a biodiversidade da RMSP**

De acordo com os relatórios do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), eventos climáticos extremos deverão se tornar cada vez mais comuns nos próximos anos. A grande estiagem que ocorreu na região que abastece a RMSP entre o ano 2012 e o início de 2015 é um exemplo dessas situações extremas. A falta de chuvas levou ao rebaixamento extremo do nível da água dos reservatórios ao redor de São Paulo e a uma consequente grave crise no abastecimento de água na cidade, que afetou diretamente todos os moradores. Mas, em relação às espécies da fauna e da flora, quais seriam as potenciais consequências dessa estiagem prolongada? Evidências específicas são difíceis de produzir, ainda mais em curto prazo. Talvez as maiores consequências só possam ser percebidas em médio e longo prazos. No entanto, é possível pensar em alguns impactos potenciais.

Conforme discutido anteriormente, espécies vegetais e animais mais sensíveis a distúrbios ambientais, que ainda ocorrem no cinturão verde da cidade, devem ter sofrido os maiores impactos decorrentes da forte estiagem. A Mata Atlântica úmida situada na região da Cantareira apresentava claros sinais de ressecamento em janeiro de 2015. Isso era perceptível tanto externamente, com muitas árvores com as copas secas e sem folhas, quanto no interior da mata, onde o sub-bosque estava extremamente seco, lembrando uma mata semidecídua do Brasil Central.

Um estudo realizado na Amazônia relacionando secas extremas, fragmentação da floresta, corte seletivo e queimadas demonstrou que, apesar da alta resistência das árvores de dossel para enfrentar períodos secos, eventos extremos podem levar a morte dessas árvores (Nepstad et al., 2008). Cada árvore de dossel morta permite maior penetração de luz no interior da mata, aumentando a temperatura e levando a morte e ressecamento da vegetação. Como consequência, a vegetação seca representa uma biomassa propícia para combustão, aumentando muito a chance de queimadas. Os mesmo autores desse estudo afirmam que a fragmentação (através do efeito de borda) e o corte seletivo

aumentam ainda mais as chances da mortalidade de árvores de dossel em períodos de secas extremas.

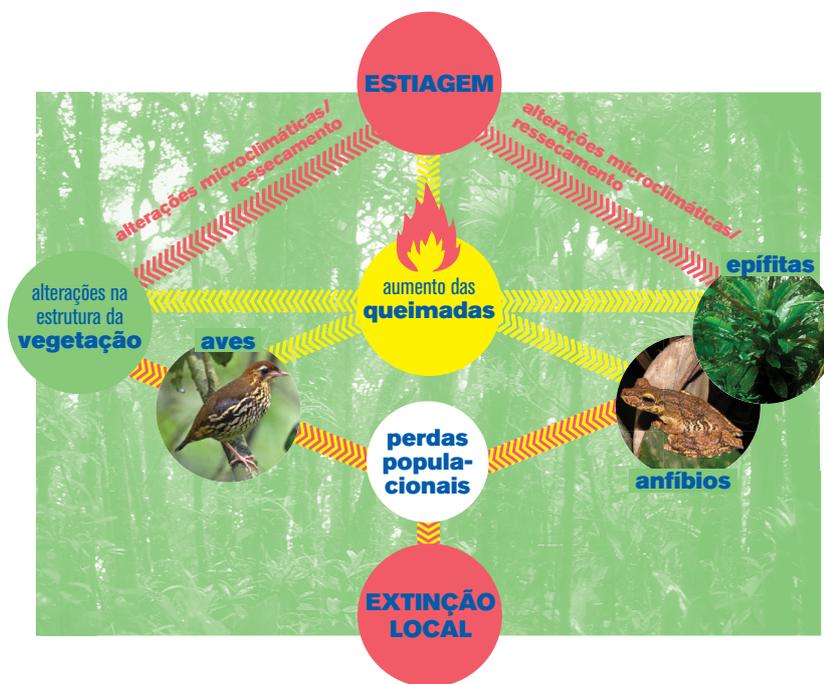
Seria necessário um experimento científico com um monitoramento de médio e longo prazos para se verificar os impactos da estiagem severa enfrentada entre 2012 e 2015 nas matas da Cantareira. No entanto, eventos climáticos extremos com fortes estiagens podem tornar a floresta Atlântica mais seca, num processo similar ao observado na Amazônia. É importante lembrar que em muitos trechos das matas da Cantareira já existe um processo de fragmentação interna, com muitas estradas e áreas ocupadas, aumentando consideravelmente a chance de incêndios florestais nos períodos de estiagem prolongadas.

Em florestas tropicais muitas espécies de epífitas dependem da umidade da floresta e são muito sensíveis a alterações das condições microclimáticas (Benzing, 1998). Num processo de ressecamento, essas espécies desaparecem e, conseqüentemente, afetam outras espécies, como aves, que usam essas plantas como fonte de alimento e material para construção de ninhos (Sekercioglu et al., 2012). Também, num efeito cascata, a maior penetração de luz no interior do fragmento, em razão do aumento da taxa de mortalidade de árvores de dossel, representa um problema sério para a sobrevivência de algumas espécies de aves de sub-bosque que são incapazes de atravessar áreas abertas (Develey; Stouffer, 2001). Com o aumento na mortalidade de árvores de dossel, ocorre aumento da queda de galhos na floresta, modificando as características do estrato herbáceo pelo acúmulo de troncos mortos e alterações na composição da serrapilheira (Stouffer; Bierregaard, 1995). Essas alterações afetam negativamente as aves insetívoras que são especializadas em forragear nesses micro-habitats.

Outro grupo de vertebrados, os anfíbios, é diretamente afetado durante o processo de ressecamento da floresta (Vallan, 2000). Rãs e pererecas apresentam uma grande dependência dos ambientes úmidos para a sua sobrevivência e reprodução, e extinções locais foram comprovadas em florestas tropicais da América Central que passaram por processos de ressecamento por mudanças climáticas (Pounds et al., 1999).

Na Amazônia e na Mata Atlântica, todos esses efeitos na estrutura da vegetação e perda de espécies já foram demonstrados em fragmentos florestais (Laurance et al., 2007; Martensen et al., 2008; Banks-Leite et al., 2010; Dixo; Martins 2008), indicando potenciais efeitos da seca de 2012 e 2015 nas matas mais bem preservadas do entorno de São Paulo, como as da Serra da Cantareira, do Pico do Jaraguá, da Serra do Japi, do Morro Grande e adjacências, da Serra do São Roque e nas áreas que margeiam as represas Billings e Guarapiranga, já conectadas com as matas do alto da Serra do Mar. Mesmo no interior da cidade de São Paulo, considerando algumas “ilhas verdes”, efeitos similares também podem estar ocorrendo. Apesar de os remanescentes de Mata Atlântica, como Parque Trianon, Parque Burle Marx e Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (Jardim Botânico/Zoo-SP), terem sofrido os efeitos de corte seletivo e fragmentação, algumas espécies de

flora e fauna mais exigentes ainda resistem e sobrevivem nessas áreas. Secas prolongadas podem estar levando ao desaparecimento das últimas espécies de bromélias orquídeas, e mesmo pequenos anfíbios que ainda ocorrem nesses fragmentos de florestas urbanas.



**Figura 1** - Impactos potenciais diretos e indiretos de eventos climáticos extremos sobre a biodiversidade da Grande São Paulo. A estiagem prolongada gera um impacto direto sobre os remanescentes florestais (setas vermelhas), causando um ressecamento da vegetação e afetando grupos de espécies que dependem de alta umidade para reprodução e sobrevivência (anfíbios e epífitas). Indiretamente o ressecamento da floresta afeta espécies de aves de sub-bosque e aumenta as chances de queimadas (setas amarelas) que representam mais um impacto sobre a fauna e flora. Esses efeitos somados (setas amarelas e vermelhas) causam perdas populacionais que em médio e longo prazos podem levar a extinções locais.

Fonte: Criação própria.

## Considerações finais

Crise hídrica e perda da biodiversidade caminham lado a lado. Áreas que hoje sofrem sérios problemas relacionados a falta de água também são, em geral, áreas onde já ocorreram severas perdas na biodiversidade. Em um ambiente urbano, como a cidade de São Paulo, as maiores perdas na biodiversidade ocorreram durante todo o processo de urbanização. Isso não significa que eventos de secas extremas não estejam afetando a fauna e a flora da cidade, mesmo considerando a capacidade de adaptação dessas espécies. No entanto, essas consequências deverão ser claramente percebidas em médio e longo prazos, o que justifica a implementação imediata de programas de monitoramentos de biodiversidade. Grupos indicadores como aves, borboletas e algumas espécies vegetais podem ser utilizados nesses monitoramentos.

No caso de grupos bem conhecidos, como as aves, esses estudos podem ser feitos com ativa participação da sociedade, seguindo o conceito do Cidadão Cientista, que indica que a população pode participar da coleta de informações, contribuindo para a construção de uma ciência participativa. Inúmeros observadores de aves vivem em São Paulo e poderiam atuar nos monitoramentos e serem, também, disseminadores dos resultados junto à sociedade, participando ativamente de ações concretas para mitigação dos efeitos das mudanças climáticas na cidade. A construção de cidades mais verdes, ambientalmente amigáveis e sustentáveis, irá beneficiar não só a população, mas também toda a biodiversidade.

## Referências

BALIAN, E. V.; SEGERS, H.; LEVEQUE, C.; MARTENS, K. The Freshwater Animal Diversity Assessment: An overview of the results. *Hydrobiologia*, v.595, n.1, p.627-37, 2008.

BANKS-LEITE, C.; EWERS, R. M.; METZGER, J. P. Edge effects as the principal cause of area effects on birds in fragmented secondary forest. *Oikos*, v.119, n.6, p.918-26, 2010.

BENZING, D. H. Vulnerabilities of tropical forests to climate change: the significance of resident epiphytes. *Climatic Change*, v.39, p.519-40, 1998.

BUTCHART, S. H. M. et al. Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science*, v.328, n.5982, p.1164-8, 2010.

DEVELEY, P. F.; ENDRIGO, E. *Aves da Grande São Paulo: Guia de campo*. São Paulo: Aves e Foto Editora, 2011.

DEVELEY, P. F.; STOUFFER, P. C. Effects of roads on movements by understory birds in mixed-species flocks in central Amazonian Brazil. *Conserv Biol*, v.15, n.5, p.1416-22, 2001.

DIXO, M.; MARTINS, M. Are leaf-litter frogs and lizards affected by edge effects due to forest fragmentation in Brazilian Atlantic forest? *Journal of Tropical Ecology*, v.24, n.5, p.551-4, 2008.

ELIASSON, J. The rising pressure of global water shortages. *Nature*, v.517, p.6, 2015.

LAURANCE, W. F. et al. Habitat fragmentation, variable edge effects, and the landscape-divergence hypothesis. *PLoS One*, v.2, n.10, 2007.

MARTENSEN, A. C.; PIMENTEL, R. G.; METZGER, J. P. Relative effects of fragment size and connectivity on bird community in the Atlantic Rain Forest: Implications for conservation. *Biological Conservation*, v.141, n.9, p.2184-92, 2008.

NEPSTAD, D. C.; STICKLER, C. M.; FILHO, B. S.; MERRY, F. Interactions among Amazon land use, forests and climate: prospects for a near-term forest tipping point. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, v.363, n.1498, p.1737-46, 2008.

POUNDS, J. A.; FOGDEN, M. P. L.; CAMPBELL, J. H. Biological response to climate change on a tropical mountain. *Nature*, v.398, p.611-15, 1999.

ŞEKERCIOĞLU, Ç. H.; PRIMACK, R. B.; WORMWORTH, J. The effects of climate change on tropical birds. *Biological Conservation*, v.148, n.1, p.1-18, 2012.

STOUFFER, P. C.; BIERREGAARD, R. O. Use of Amazonian forest fragments by understory insectivorous birds. *Ecology*, v.76, p.2429-45, 1995.

VALLAN, D. Influence of forest fragmentation on amphibian diversity in the nature reserve of Ambohitantely, highland Madagascar. *Biological Conservation*, v.96, n.1, p.31-43, 2000.

VÖRÖSMARTY, C. J. et al. Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, v.467, p.555-61, 2010.

WETLANDS INTERNATIONAL. *Biodiversity loss and the global water crisis: A fact book on the links between biodiversity and water security*. The Netherlands: Wetlands International, 2010.

# 5

## A escassez hídrica e seus reflexos sobre os serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da cidade de São Paulo

O caso da provisão de alimentos, produção madeireira, lazer e turismo aquático

### Introdução

#### A água no contexto dos serviços ecossistêmicos

Os ecossistemas são compreendidos como um complexo dinâmico de comunidades de plantas, animais, micro-organismos e meio inorgânico (água, solo e ar) que interagem como uma unidade

---

Rodrigo Antonio Braga Moraes Victor\*

Elaine Aparecia Rodrigues\*\*

Bely Clemente Camacho Pires\*\*\*

Edgar Fernando de Luca\*\*\*\*

Nathalie Gravel\*\*\*\*\*

Yara Maria Chagas de Carvalho\*\*\*\*\*

\* Analista de Recursos Ambientais - Fundação Florestal

\*\* Pesquisadora científica - Instituto Florestal

\*\*\* Conselheira - Instituto Auá de Empreendedorismo Social; Professora - Faculdades Cantareira

\*\*\*\* Pesquisador científico - Instituto Florestal

\*\*\*\*\* Pesquisadora professora - Departamento de Geografia, Université Laval, Québec, Canada

\*\*\*\*\* Pesquisadora científica - Instituto de Economia Agrícola

funcional (Millennium, 2003). Por sua vez, os serviços ecossistêmicos são as contribuições diretas e indiretas dos ecossistemas para o bem-estar humano (Millennium, 2003; 2005 a/b; Secretariat, 2012).

Os serviços proporcionados pelos ecossistemas incluem: (i) serviços de provisão, que são os bens materiais obtidos diretamente dos ecossistemas (alimento, água doce, combustível, fibras, plantas medicinais); (ii) serviços de regulação, que são os benefícios obtidos pela regulação dos processos dos ecossistemas (regulação do clima, controle de doenças, regulação e purificação da água, controle de enchentes); (iii) serviços culturais, que são os benefícios não materiais obtidos dos ecossistemas por meio de enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo, reflexão, recreação e experiências estéticas; e (iv) serviços de suporte, que são aqueles necessários à produção de todos os outros serviços dos ecossistemas (biodiversidade, ciclagem de nutrientes, formação de solo, produção primária) (Millennium, 2003; 2005a/b).

O estudo sobre serviços ecossistêmicos despontou na década de 1980 e se consolidou, na atualidade, como uma área transdisciplinar bem definida (Costanza; Kubiszewski, 2012). A popularização desse conceito só foi possível pelos trabalhos da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (AEM) (2001-2005), considerada a maior força-tarefa científica já empreendida para se avaliar o estado de saúde do planeta (Millennium, 2003; 2005a/b). Atualmente, o Painel Intergovernamental Sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES, 2017) possui o mandato de prosseguir nessa linha de avaliação.

Um dos principais resultados da AEM foi a conclusão de que, globalmente, 15 dos 24 serviços dos ecossistemas avaliados estão em estado de declínio, incluindo água doce, pesca de captura, purificação do ar e da água, regulação climática local e regional, controle de ameaças naturais e controle de epidemias. O comprometimento desses serviços provoca impacto importante e negativo para o bem-estar humano no futuro, afetando especialmente as populações mais pobres (Millennium, 2005a/b). A AEM também aportou significativa contribuição para a compreensão da relação entre os serviços ecossistêmicos e o bem-estar humano.

Os conceitos relacionados aos serviços dos ecossistemas configuram-se como maneiras úteis para se destacar, medir e valorar o grau de interdependência entre os seres humanos e a natureza, fornecendo ferramentas que se comunicam com diferentes públicos, incluindo tomadores de decisão, para se atingir distintas finalidades nos campos da ciência e das políticas públicas.

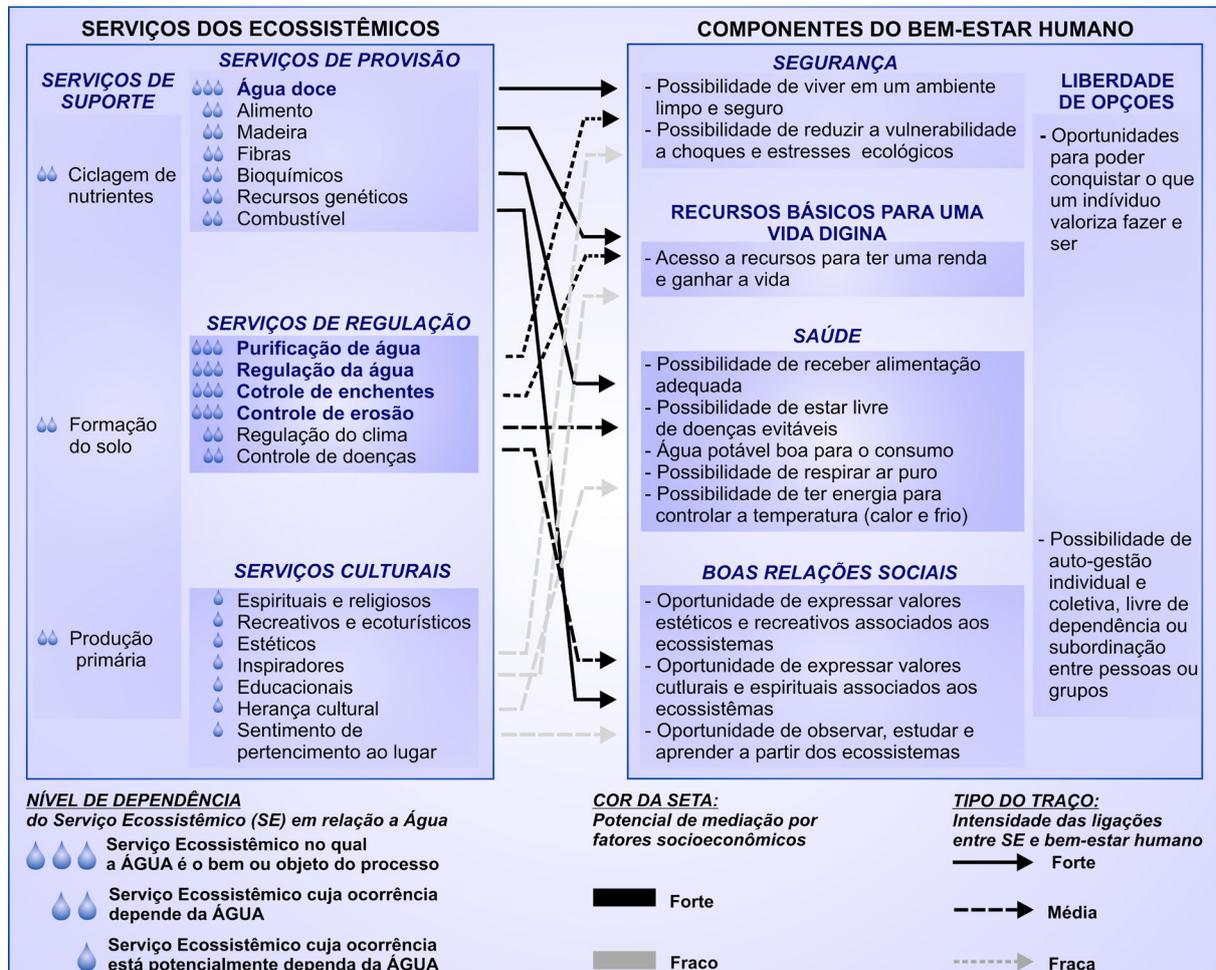
Em 1997, os serviços prestados pelos ecossistemas do planeta foram estimados, em média, em U\$ 33 trilhões/ano. Para 2011, a estimativa era de que os serviços ecossistêmicos totalizariam U\$ 125 trilhões/ano (assumindo atualização nos valores e nas áreas dos biomas), ou U\$ 145 trilhões/ano (considerando somente as atualizações nos valores dos serviços). As alterações no uso da terra corresponderam a perda de serviços ecossistêmicos entre U\$ 4,3 e U\$ 20,2 trilhões/ano no período de 1997 a 2011. Ao se considerar somente o bioma “floresta” em âmbito global, a perda de serviços ecossistêmicos no mesmo período é estimada em U\$ 3,3 trilhões/ano, decorrente

das alterações na cobertura das terras (Costanza et al., 2014).

Nas cidades, os ecossistemas urbanos são responsáveis pela proteção contra riscos, geração de energia, suporte à agricultura, prevenção de erosão do solo e propiciam oportunidades de recreação e inspiração cultural. Em áreas contaminadas e outras áreas urbanas sem uso, existem amplas possibilidades para se criar ecossistemas funcionais novos que gerem serviços para promover o bem-estar das pessoas que vivem nestes territórios (Secretariat, 2012).

No âmbito da AEM, a água é considerada tanto um serviço oferecido pelos ecossistemas, como um sistema que desempenha vários papéis no clima, na química e na biologia da Terra, sendo difícil separar seus serviços de suporte, provisão e regulação. Juntamente com energia e nutrientes, a água é indiscutivelmente a base para o fornecimento dos serviços ecossistêmicos para a humanidade (671,102 Vörösmarty et al., 2005)(Figura 1).

Ao analisar como a escassez hídrica afetou alguns serviços ecossistêmicos em São Paulo, este



**Figura 1** – A água no contexto dos serviços ecossistêmicos e sua relação com o bem-estar humano.

Fonte: Elaborado a partir de Ecossistemas e Bem-Estar Humano (2005, p.30).

estudo evidenciou a importância da água no funcionamento dos ecossistemas e em sua capacidade de atender necessidades básicas do ser humano.

## Abrangência geográfica e temporal das análises

Para a análise de como a escassez hídrica afetou os serviços ecossistêmicos em São Paulo é necessário o alargamento do escopo geográfico da avaliação para além dos seus limites municipais. Com efeito, os serviços ecossistêmicos que beneficiam o município e mesmo a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) (São Paulo, 2011) são fornecidos por ecossistemas que se localizam, em significativa parte, além de seus limites geográficos. Esse fenômeno é comum a várias cidades do mundo, como destacou a AEM (Millennium, 2005 a/b).

No caso da RMSP, o espaço geográfico mais adequado para uma avaliação ecossistêmica integrada é o seu cinturão verde envoltório. Esse cinturão verde, composto por uma vasta região periurbana com predomínio de grandes extensões de florestas, mananciais de água, áreas cultivadas, áreas de turismo/lazer e ocupações humanas menos adensadas, envolve a área densamente urbanizada da cidade de São Paulo e sua região metropolitana. Em 1994, esse espaço abrangido pelo Cinturão Verde que abraça a RMSP foi declarado como Reserva da Biosfera<sup>1</sup> pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco) (Figura 2)(Rodrigues et al., 2006).

A Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da cidade de São Paulo (RBCV) abrange



**Figura 2** – Área terrestre e marinha da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo.  
Fonte: RODRIGUES, 2014.

1. As reservas da biosfera são áreas formadas por ecossistemas terrestres, marinhos e costeiros, reconhecidas pelo Programa o Homem e a Biosfera (MAB) da Unesco. Nas reservas da biosfera se fomentam soluções para conciliar a conservação da biodiversidade com seu uso sustentável, o desenvolvimento econômico, a pesquisa e a educação (Unesco, 2017).

integralmente as regiões metropolitanas de São Paulo e Baixada Santista, e parcialmente as regiões de Sorocaba, São José dos Campos, Registro e Campinas, totalizando 78 municípios, ademais de abarcar ecossistemas marinhos adjacentes à área terrestre, importantes do ponto de vista da interação sistêmica entre esses dois componentes (Victor et al., 2011). A RBCV se configura como um espaço que proporciona serviços ecossistêmicos essenciais para o bem-estar humano de uma população estimada em 25 milhões de pessoas para 2017 (Fundação Seade, 2017) e relevantes para a sustentação de uma economia que, em 2014, era equivalente a 20,55% do PIB do Brasil (IBGE, 2017) e 63,92% do PIB paulista (Fundação Seade, 2017). Isso evidencia a dependência da Grande São Paulo e, notadamente, do município de São Paulo em relação ao seu cinturão verde (Rodrigues et al., 2006; Victor et al. 2011; Rodrigues; Victor, 2014; Ribeiro, 2009).

Entre 2013 e 2015, a área abrangida pela RBCV, a exemplo do que ocorreu em toda a região Sudeste do Brasil, passou pela pior crise hídrica já registrada, com recorde negativo do regime pluviométrico e preocupante baixa dos reservatórios que abastecem, em especial, as regiões metropolitanas de São Paulo e de Campinas. No tocante ao município de São Paulo, as bacias que o suprem são a Bacia Hidrográfica do Alto Tietê e o setor do Sistema Cantareira que integra a Bacia Hidrográfica do Piracicaba/Capivari/Jundiaí (PCJ).

As análises sobre os serviços ecossistêmicos afetados pela crise hídrica apresentadas na sequência não se restringiram, exclusivamente, a essas bacias. Quando necessário, foram complementadas por informações de localidades próximas que guardam características similares com a área objeto de estudo.

Em termos de abrangência temporal, os dados enfocaram tanto o período seco no qual ocorreram as baixas históricas de pluviosidade e a consequente escassez hídrica na região (2013-2015), como o estágio imediatamente posterior a esse, correspondente à recuperação dos serviços estudados, compreendendo, no todo, o intervalo entre os anos 2013 e 2016.

### **Escassez hídrica e serviços ecossistêmicos**

A escassez hídrica se refere à restrição de água para as atividades humanas e para a manutenção dos processos vitais da natureza. Ela é determinada por quatro fatores principais: i) diminuição dos níveis normais de pluviosidade; ii) capacidade natural do ambiente em armazenar a água no solo, subsolo e nos corpos hídricos, determinada, *grosso modo*, pelas características de cobertura, uso e ocupação da terra e aspectos geológicos e pedológicos da região; iii) reservação, que é a capacidade de se armazenar as águas das chuvas em reservatórios; e iv) demanda, ligada ao consumo da água para as diferentes finalidades.

A relação e a sinergia entre esses fatores são os principais componentes da escassez hídrica em uma determinada região em um espaço de tempo definido. Por sua vez, a escassez hídrica não afeta da mesma forma os diferentes serviços ecossistêmicos. Alguns são afetados mais fortemente pela pluviosidade e pela capacidade natural de armazenamento de água do território. Outros dependem fortemente da reservação, como é o caso da água para consumo humano.

Potencialmente, vários serviços ecossistêmicos foram afetados pela escassez hídrica do período 2013-2015. Pelo conhecimento acumulado sobre seu funcionamento na RBCV, estima-se que os seguintes serviços ecossistêmicos foram impactados em maior ou menor grau: i) produção de alimentos; ii) turismo e lazer; iii) recursos madeireiros; iv) processos ecológicos (serviços de suporte); v) fixação de carbono; vi) regulação do clima; vii) controle da qualidade do ar; viii) provisão de produtos bioquímicos; ix) serviços geo-hidrológicos de escorregamento, inundação e assoreamento. Em virtude da disponibilidade de informações mais específicas, os três primeiros foram avaliados em maior profundidade, incluindo as semelhanças e diferenças na forma como a escassez hídrica os impactou e como isso afetou direta e indiretamente o bem-estar humano.

### **Serviço ecossistêmico de produção de alimentos**

As seguranças hídrica e alimentar estão estreitamente unidas, já que a água é elemento insubstituível para a produção de alimentos (FAO, 2015). Nas áreas de agricultura periurbana da metrópole, destaca-se a produção de hortaliças (legumes e verduras) e de frutas, que precisam de água de maneira constante durante o seu ciclo de crescimento. A escassez hídrica pode impedir o desenvolvimento das plantas e prejudicar o acesso aos alimentos frescos de procedência local. Nesse contexto, a crise hídrica pode levar à insegurança alimentar, decorrente tanto da queda na produção e qualidade desses alimentos como dos custos mais elevados de aquisição desses para as famílias de menor renda.

A ocupação do entorno da cidade de São Paulo sempre foi marcada pela atividade agrícola, que provê alimentos essenciais aos moradores urbanos. A intensificação da atividade agrícola na área abrangida pela RMSP tomou força com a crise internacional do café, nos anos de 1920, e com o desenvolvimento da infraestrutura de transporte, que atraiu os antigos colonos de café. A região tornou-se o principal polo hortícola do país, criando e sendo impulsionado pela força e importância da Cooperativa Agrícola de Cotia, fundada em 1927. Embora a agricultura da região não seja grande consumidora de água armazenada, faz uso dela em períodos de estiagem, passando assim a competir

com outros usos. O alongamento e a intensificação do período de estiagem torna a atividade mais dependente da irrigação, já que o período de estiagem se caracteriza não só pelo menor índice de precipitação, mas também pela alteração no regime de chuvas, que amplia o número de dias secos e aumenta a intensidade da chuva quando essa ocorre.

Esse quadro acarreta perda de produção e piora na qualidade dos produtos hortícolas que predominam na região. A restrição hídrica é mais uma limitação imposta aos agricultores. Em um cenário tendencial, os agricultores são induzidos a migrar para áreas mais distantes impulsionando o agravamento da crise por meio da abertura de espaço para a expansão urbana desordenada, ao mesmo tempo em que se tem redução da oferta de água local com conseqüente comprometimento da produção e ampliação da demanda doméstica. O crescente distanciamento da área de produção causa aumento dos preços em razão da elevação do custo de transporte, estendendo os riscos de insegurança alimentar para a população de baixa renda.

Além disso, com a produção de alimentos na periferia urbana diretamente ameaçada pela diminuição de precipitações, as famílias que dependem dessa fonte de renda complementar e de alimentos produzidos para autoconsumo são afetadas de forma direta, criando condições de insegurança alimentar para esse segmento da população.

Outros serviços ecossistêmicos podem ser impactados na periferia da cidade e nos remanescentes florestais que envolvem a RMSP, já que a fauna e os insetos polinizadores necessitam de fontes de água para reprodução nos seus habitats. Com a urbanização e outros fatores de mudança de uso da terra, a falta de acesso à água pode comprometer diretamente os serviços de polinização para a agricultura periurbana, para a produção de mel e para a própria estrutura e função dos ecossistemas. Isso porque nessas florestas a grande maioria das plantas depende de animais para polinização, já que esses realizam a transferência do pólen das anteras até a superfície do estigma da flor (Ramalho; Batista, 2005). Em relação ao consumo humano e água para agricultura, a estiagem que ocorreu na RMSP repercutiu em forte pressão para atendimento da demanda de abastecimento urbano. As bacias de fornecimento de água à população mais afetadas foram as do Piracicaba/Capivari/Jundiá (PCJ) e Alto Tietê (AT), com impactos sobre residentes e agricultores dessas regiões.

A Tabela 1 mostra o consumo global de água e a participação da irrigação nas bacias que tradicionalmente abastecem a população, a agricultura e as indústrias da cidade de São Paulo e naquelas que irão abastecê-la após a conclusão de projetos estruturais para tal fim. Salienta-se que, embora o percentual de água consumida nos plantios, via irrigação, seja pequeno quando comparado ao seu consumo total efetivo, a irrigação assume papel estratégico para a manutenção da agricultura nos meses mais secos do ano e nos anos de precipitação atípica, como os do período em análise. Em termos absolutos, o consumo da água por irrigação é significativo em quase todas as bacias estudadas, mas apresenta valores bastante heterogêneos. Quando considerada a importância relativa do uso

**Tabela 1** - Importância da irrigação nas bacias hidrográficas de abastecimento de água do município de São Paulo.

Bacia hidrográfica	Consumo global de água (m <sup>3</sup> /s)	Consumo irrigação (m <sup>3</sup> /s)	Consumo irrigação/global (%)
Bacias que tradicionalmente abastecem São Paulo			
<del>agrícola da água, observam-se situações bastante distintas em cada uma das unidades territoriais.</del>			
Piracicaba/Capivari/Jundiaí (PCJ)	40,83	7,8	19,1
Alto Tietê (AT)	86,42	3,59	4,2
Bacias com projetos de intervenção estrutural para abastecer São Paulo			
Paraíba do Sul	19,63	5,52	28,1
Sorocaba/Médio Tietê	17,98	8,35	46,4
Ribeira do Iguape	3,2	0,4	1,3

Fonte: Adaptado PERH 2004/2007 (Hídricos, 2006; Cobrape, 2009).

Com a escassez hídrica, os agricultores que não possuíam a outorga regularizada para uso da água nas bacias do Piracicaba/Capivari/Jundiaí (PCJ) e do Alto Tietê (AT) tiveram suas bombas lacradas, com interrupção do uso do recurso hídrico para irrigação. Elas somente foram reabertas após a definição, pelos próprios agricultores, do volume de água que consumiam e do cadastramento do seu pedido de outorga nos órgãos competentes.

No PCJ, a crise foi mais aguda, uma vez que os níveis das represas atingiram situações críticas em razão da redução do volume das águas nesses reservatórios. Em janeiro de 2015, a Resolução 50 da Agência Nacional de Águas (ANA)/Departamento de Água e Esgoto (DAEE) estabeleceu regras de vazão mínima para os estados de alerta e de restrição, que foram aplicadas em suas sub-bacias. No caso de restrição, o consumo dos usos preferenciais foi reduzido em 20% e o da indústria e agricultura, em 30% (São Paulo, 2015).

Os reflexos da estiagem na produção de alimentos podem ocorrer tanto pela perda de produção como pela qualidade das hortícolas, atraso no plantio, comprometimento dos frutos e/ou sabor diferenciado dos produtos para melhor ou para pior.

O agravamento da crise de abastecimento de água e a sua manutenção por períodos prolongados (2013-2015) apresentaram reflexos diretos no volume da produção local dos hortifrutigranjeiros e na sua qualidade e preço final, com reflexos na segurança alimentar e bem-estar de toda a população, mas provavelmente com maior impacto nos segmentos de renda mais baixa e pequenos agricultores. Isso se sucedeu tanto pelo aumento da distância entre o produtor e o consumidor (decorrente de um possível deslocamento da produção para além dessa região), como pela maior dificuldade de acesso a água e de obtenção de produtos de boa qualidade.

Em um cenário projetado de escassez hídrica de longo prazo, deve haver uma intensificação do impacto da estiagem sobre o bem-estar da população em função da gradativa e contínua substituição do uso da terra agrícola por área urbana. Nessa perspectiva, a desigualdade no impacto sobre segurança alimentar e acesso a água pode vir a se refletir em crescente conflito social

### **Serviços culturais de lazer e esportes aquáticos**

Os serviços ecossistêmicos culturais também são diretamente afetados pela crise hídrica, com destaque para o serviço de lazer e turismo, que se refere à relação com a natureza para descanso, diversão, interação social e movimentação física. No contexto da crise hídrica, chama-se atenção para o serviço de lazer e turismo de contato com a água, que é fonte de benefícios obtidos por meio de banhos em rios, lagos, represas, cachoeiras, passeios de barco, além de atividades do turismo de aventura como boia-cross, canoagem, flutuação, mergulho, *rafting*, *windsurf* (Brasil, 2008).

Com a redução do volume de água, essas atividades correm risco de ser inviabilizadas. Outras atividades de interação com a natureza sofrem comprometimento, como as trilhas na mata, já que não são recomendáveis por ocasião de secas rigorosas, tanto pelo risco de incêndios como pelas consequências para a saúde humana quando a umidade do ar diminui a níveis críticos.

Em regiões onde a água é o principal atrativo, como é o caso de cidades localizadas na bacia do PCJ, incluindo o Sistema Cantareira, notaram-se os impactos negativos sobre o turismo acarretados pela escassez hídrica.

Como exemplo, no município de São Pedro duas cachoeiras ficaram secas e uma terceira permaneceu apenas com um fio de água. Já em Piracicaba, o rio que leva o mesmo nome da cidade, com nível muito baixo, dificultou os passeios de barco, comuns na região (G1 2014a). O baixo volume de água do Rio Piracicaba também resultou em forte odor, que podia ser sentido a longas distâncias. Em Bragança Paulista, onde está situada a Represa Jaguaribe, local de prática do turismo náutico, a drástica queda de seu nível de água inviabilizou esse tipo de atividade (Gomes, 2014).

Entre os impactos negativos da escassez hídrica sobre o turismo, destacaram-se os desafios enfrentados pelo Circuito das Águas Paulistas. Esse roteiro é formado pelos municípios de Amparo, Holambra, Jaguariúna, Monte Alegre do Sul, Pedreira, Socorro, Águas de Lindoia, Lindoia e Serra Negra. Com exceção dos três últimos, todos os demais pertencem à Bacia Hidrográfica do PCJ, onde se situam os principais mananciais do Sistema Cantareira. Monte Alegre do Sul teve seu balneário municipal fechado em outubro de 2014. Em Socorro, o nível do Rio do Peixe caiu para 50 cm, interrompendo o *rafting* que usualmente é realizado entre 1,40 m e 1,80 m (Tomazela, 2014; G1, 2014b).

O bem-estar humano proporcionado pelo turismo que tem a água como importante componente é seriamente afetado pela crise hídrica. Os turistas deixam de ter os benefícios para a saúde física e mental proporcionados pelas atividades em contato com a natureza e pela interação com novas pessoas e culturas das regiões visitadas. Na perspectiva dos empreendedores locais do turismo, tem-se a perda de autonomia sobre o uso do atrativo turístico, seriamente comprometido pela escassez de água e pela contração na geração de renda decorrente da diminuição do número de turistas.

Em Monte Alegre do Sul, as pousadas tiveram prejuízo com a queda de 15% dos visitantes ao final de 2014 (G1, 2014b). Em Bragança Paulista, um complexo turístico às margens da Represa Jaguaribe apresentou perdas financeiras de 70% e redução de 2/3 de funcionários (El País, 2014). A cidade teve o comprometimento da atividade de mil barcos e cinco pousadas que dependiam de turismo náutico, responsáveis pela geração de até dois mil empregos diretos, que foram seriamente afetados pela diminuição do número de turistas (Gomes, 2014). O impacto da crise hídrica sobre o turismo é especialmente sentido nas regiões onde estão os sistemas de abastecimento das regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas. Nestas áreas, os rios e reservatórios que também serviam como atrativo antes do abaixamento dos seus níveis de água tiveram seus múltiplos usos afetados.

### **Serviço de produção madeireira**

O serviço ecossistêmico de produção madeireira é de ampla relevância para a região abrangida pela RBCV. O Brasil é conhecido como potência florestal mundial por sua expressão no setor das florestas produtivas, majoritariamente com os gêneros exóticos *Eucalyptus* e *Pinus* para suprir as demandas dos setores de painéis de madeira, pisos laminados, celulose, papel, biomassa e energia. Em 2014, a receita bruta do setor totalizou R\$ 60,6 bilhões (5,5% do PIB Industrial), e suas exportações somaram US\$ 8,4 bilhões (3,8% das exportações brasileiras). Esse setor gera cerca de 4,2 milhões de empregos diretos, indiretos e resultantes do efeito-renda (IBA, 2015).

O território abrangido pela RBCV é sede de algumas das maiores empresas de base florestal do Brasil e de parte de suas plantações. Ademais, centenas de pequenos produtores complementam a estrutura de produção madeireira da região, vendendo suas produções para as indústrias de papel e celulose, de carvão ou como lenha para padarias e pizzarias da metrópole. A RBCV possui cerca de 152.000 ha de florestas exóticas, a grande maioria (141.000 ha) do gênero *Eucalyptus* (Kronka et al., 2014). Esse número corresponde a pouco menos de 2% do total nacional de florestas produtivas (Kronka et al., no prelo; IBA, 2015). Considerando-se apenas as bacias que abastecem o município de São Paulo (Alto Tietê e a porção paulista do PCJ que corresponde ao Sistema Cantareira de abastecimento), existem cerca de 53.000 ha de florestas produtivas

(eucalipto = 46.765 ha), distribuídos entre grandes empresas e pequenos/médios produtores.

A Tabela 2 sistematiza as respostas de quatro grandes empresas florestais a um questionário sobre os impactos do período de estiagem na produção madeireira, na economia e sobre vulnerabilidade a incêndios e a pragas/doenças. Tais empresas possuem plantios dos aludidos gêneros exóticos nas bacias de abastecimento do município de São Paulo e áreas circunvizinhas. Os resultados que compõem a matriz dessa Tabela mostraram que houve impactos em todos os critérios avaliados.

**Tabela 2** – Impactos do período de estiagem 2013-2015 na produção madeireira, vulnerabilidade a incêndio e a pragas/doenças e impacto econômico em quatro grandes empresas florestais com plantios nas bacias de abastecimento da cidade de São Paulo e vizinhanças.

Empresa	Produção madeireira	Vulnerabilidade a incêndios	Vulnerabilidade a pragas e doenças	Impacto econômico
A	diminuiu discretamente	aumento significativo	aumento significativo	prejuízo econômico discreto
B	não se alterou	aumento significativo	aumento discreto	prejuízo econômico discreto
C	diminuiu discretamente	não se alterou	aumento discreto	prejuízo econômico discreto
D	diminuiu consideravelmente	não se alterou	aumento significativo	prejuízo econômico significativo

Três das empresas consultadas reportaram alguma diminuição na produção madeireira, duas reportaram aumento de incêndios e todas indicaram aumento de pragas e doenças, com destaque para o percevejo bronzeado (*Thaumastocoris peregrinus*). Ainda, todas as empresas reportaram prejuízos econômicos, três discretos e uma importante. Em vista dos dados analisados, é possível afirmar que o período mais intenso de estiagem de 2013-2015 impactou negativamente o serviço ecossistêmico de produção madeireira, com reflexos, em diferentes graus, na produtividade e na economia das empresas.

Não foram levantados dados relativos aos pequenos e médios produtores. Entretanto, considerando que esses não dispõem das mesmas tecnologias, recursos financeiros e infraestrutura das grandes empresas, tais como materiais genéticos adaptados e/ou brigadas robustas para combate

a incêndios florestais, a tendência é que as florestas dos pequenos e médios produtores tenham sofrido impactos em proporções semelhantes ou mais severas.

### **Análise Integrada dos Serviços Ecosistêmicos Avaliados**

Para além da avaliação individual dos serviços ecosistêmicos enfocados, algumas análises integradas podem ser efetuadas, tanto sobre os aspectos da escassez hídrica que impactam esses serviços quanto em relação aos possíveis reflexos de sua falta sobre o bem-estar humano. Nesse sentido, os três serviços ecosistêmicos avaliados foram afetados diferentemente pela escassez hídrica (Tabela 3).

**Tabela 3** - Dependência dos serviços de produção de alimentos, turismo aquático e produção madeireira na RBCV em relação a três fontes de recursos hídricos e o tempo de recuperação do serviço ecosistêmico com a normalização do regime de chuvas.

Serviço ecosistêmico	Fontes de recursos hídricos (dependência)			Tempo de recuperação do serviço ecosistêmico*
	Pluviosidade e disponibilidade de água no solo	Volume de água nos rios	Volume de água nos reservatórios	
Produção de alimento	alta	baixa a alta	baixa a alta	rápido/ intermediário
Turismo aquático	baixíssima	alta	alta	intermediário/ lento
Produção de madeira	alta	baixíssima/nula	baixíssima/nula	rápido

Nota: \*Rápido: semanas / Intermediário: meses / Lento: anos

Verifica-se que a produção de alimentos no entorno do município de São Paulo utiliza a irrigação de maneira complementar, quando não chove ou quando a chuva é insuficiente, de modo que a dependência desse serviço ecosistêmico em relação ao volume de água nos rios e nos reservatórios (irrigação) varia de baixa a alta. Em épocas de normalidade de chuvas a dependência da irrigação para a produção de alimentos é de baixa a média, com variação em termos da cultura, do ciclo da planta e da bacia hidrográfica em questão; em épocas de estiagem anormal a dependência da irrigação se eleva consideravelmente. Cabe salientar que essa dependência difere para culturas anuais ou perenes. A correlação entre o período de estiagem e a fase de crescimento das plantas define a necessidade do uso complementar da irrigação.

Em relação ao serviço ecossistêmico de turismo aquático, a baixa pluviosidade, aliada à alta demanda para abastecimento público durante a escassez hídrica, inviabilizou a manutenção dos níveis dos reservatórios e rios, comprometendo o seu uso recreativo, já que esse serviço é altamente dependente do volume de água disponível.

A produção madeireira depende essencialmente da pluviosidade, já que, não sendo uma cultura irrigada, necessita de (discreta) irrigação apenas na fase de produção de mudas e estágios iniciais (primeiro ano) de crescimento.

Esses aspectos, por sua vez, determinam diferentes tempos de recuperação do serviço ecossistêmico uma vez normalizado o regime pluviométrico. A produção de alimentos apresenta tempo de recuperação de imediato a médio (em virtude daquela fração de água que provém da irrigação).

O turismo aquático, que depende basicamente da água em rios, lagos e reservatórios, começou sua recuperação após 1 ano com a normalização do regime de chuvas. Em novembro de 2016, o Sistema Cantareira contava com 55,9% de sua capacidade, ante os 12,4% de 2015 (Neves, 2016). Mesmo com a recuperação dos reservatórios, em 2016 o turismo aquático ainda apresentava indicadores econômicos inferiores aos anos pré-crise. Em Bragança Paulista, o proprietário de uma marina às margens do reservatório Jaguari-Jacaré comemorou o aluguel de 50 chalés e 120 embarcações, embora antes da crise esses números fossem, respectivamente, 70 e 200. Com o reestabelecimento da atividade foram contratados sete funcionários, em contraponto à demissão de 25 durante a crise de 2014-2015. Em Joanópolis, a embarcação de uma pousada voltou a circular após 2 anos e, em Nazaré Paulista, os clientes de um clube náutico estavam voltando, embora o proprietário apresentasse dificuldades em retomar a atividade (Neves, 2016).

A produção madeireira, por sua vez, se comporta de forma semelhante à produção de alimentos, recuperando sua normalidade à medida que se regulariza o regime de chuvas.

Baseados no marco conceitual da AEM (Millennium, 2003), foram estimadas as correlações entre a crise hídrica, serviços ecossistêmicos avaliados e o bem-estar humano (Figura 3). Em linhas gerais, notou-se que a escassez hídrica, de forma efetiva ou potencial, impactou negativamente a maior parte dos componentes do bem-estar humano.

A partir das correlações exploratórias ilustradas na Figura 3, pode-se inferir que o prejuízo ao bem-estar humano em razão do comprometimento dos serviços ecossistêmicos estudados se dá de forma diferenciada em relação à escala na qual o serviço é proporcionado e ao público avaliado, evidenciando que os desdobramentos da escassez hídrica para o bem-estar humano podem ser mais negativos para determinados grupos.

<b>COMPONENTES DO BEM-ESTAR HUMANO</b>	<b>SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS AVALIADOS</b>					
	PROV. ALIMENTOS Agric. Familiares e segmentos sociais de baixa renda	PROV. ALIMENTOS Agric. Patronais e segmentos sociais mais favorecidos	TURISMO AQUÁTICO Receptivo	TURISMO AQUÁTICO Turistas	PROVISÃO DE MADEIRA Pequenos produtores	PROVISÃO DE MADEIRA Grandes produtores
ACESSO A RECURSOS BÁSICOS PARA UMA VIDA DIGNA						
SAÚDE (NUTRIÇÃO ADEQUADA, PREVENÇÃO A DOENÇAS, ACESSO À ÁGUA E AR LIMPO)						
BOAS RELAÇÕES SOCIAIS, PROTEÇÃO DA CULTURA E SABER TRADICIONAIS						
AMBIENTE SEGURO E LIVRE DE CONFLITOS, REDUÇÃO DAS VULNERABILIDADES AOS ESTRESSSES ECOLÓGICOS						
LIBERDADE DE ESCOLHA E DE AÇÃO						

IMPACTO NEGATIVO     
 NENHUM IMPACTO     
 IMPACTO POSITIVO

**Figura 3** – Prováveis consequências sobre o bem-estar humano dos serviços ecossistêmicos afetados pela crise hídrica. Fonte: Elaboração própria

Nesse alinhamento, o serviço de provisão de alimentos foi analisado de forma distinta. Ao se considerar os agricultores familiares/segmentos sociais de baixa renda e os agricultores patronais/segmentos sociais mais favorecidos, observa-se a maior fragilidade do agricultor familiar.

Da mesma forma, foi realizada uma análise distinta para o serviço ecossistêmico de turismo aquático. Ao contemplar o receptivo e os turistas, verifica-se que cada uma dessas categorias é afetada de forma específica pela perda ou comprometimento dos atrativos turísticos dos ecossistemas.

Essa análise relativa foi igualmente estabelecida em relação ao serviço ecossistêmico de produção madeireira. A avaliação distinta em relação aos pequenos e grandes produtores destaca a maior vulnerabilidade dos pequenos produtores às alterações nos ecossistemas e em seus serviços.

Os resultados obtidos para o serviço de provisão de alimentos e provisão madeireira são convergentes com resultados da AEM. Esses dados afirmam que as populações de mais baixa renda em zonas rurais são altamente vulneráveis a alterações nos serviços ecossistêmicos que afetam a disponibilidade de água e a perda de ecossistemas na escala da bacia hidrográfica (Millennium, 2005a/b).

## Considerações finais

A escassez hídrica do período 2013-2015 motivou discussões sobre as causas e as várias dimensões da crise dela decorrente. Mais particularmente, as questões ligadas às obras de engenharia e da necessidade da racionalização do consumo da água mereceram amplo espaço nos debates em âmbito de governo, sociedade civil e da própria mídia.

A dimensão ecossistêmica da crise, entretanto, parece ter ficado mais restrita às discussões sobre a atipicidade da estiagem que se abateu sobre a região no período. Com efeito, a baixa histórica da pluviosidade expôs a vulnerabilidade de uma das maiores regiões metropolitanas do planeta à escassez de água, a despeito da complexa e robusta infraestrutura voltada ao abastecimento desse amplo contingente populacional de 20,7 milhões de pessoas.

Mesmo considerando a estiagem atípica, as questões ligadas ao saneamento básico e ao uso e ocupação de uma área mais ampla que a da RMSP, expressa no território da RBCV, foram e cada vez mais serão críticas para a segurança hídrica metropolitana.

Embora medidas estruturais tenham sido adotadas antes, durante e após esse severo período de estiagem na região, em havendo novos e repetidos eventos climáticos críticos de seca prolongada, essas ações, isoladamente, tendem a se mostrar insuficientes e parciais. O abastecimento da RMSP possui forte dependência de processos ecossistêmicos externos à metrópole, que ajudam a assegurar a quantidade, a qualidade e a regularidade dos recursos hídricos da região. Nesse sentido, é imperativo que governo, iniciativa privada e sociedade invistam de maneira enfática em modalidades qualificadas de conservação, uso e ocupação da RBCV.

Essas medidas passam, necessariamente, pela compreensão e pela adoção da RBCV enquanto território de segurança hídrica. Isso implica não apenas a aplicação da legislação vigente, mas a construção de políticas públicas que não se restrinjam às estratégias de “comando e controle”.

Se, por um lado, a implementação do Código Florestal deverá conservar e restaurar partes sensíveis das bacias produtoras de água da região, complementarmente, é imprescindível o planejamento territorial em médio e longo prazos para a sustentabilidade do sistema, com a finalidade maior de segurança hídrica da metrópole. Dessa forma, ademais do disciplinamento jurídico, o estabelecimento de uma agenda positiva é tanto promissora quanto necessária. Essa agenda passa pelo emprego de iniciativas como pagamentos por serviços ambientais, programas socioambientais integrados envolvendo municípios, fomento de ecomercados de trabalho capazes de gerar renda e benefícios econômicos a partir do uso sustentável desses territórios, entre outras.

Com o cenário tendencial de mudança de uso das terras e de expansão da urbanização para as áreas produtoras de água da RMSP, o disciplinamento do uso do solo e dos recursos hídricos se

constitui, juntamente com as medidas estruturais na base para a segurança hídrica. Os investimentos na chamada infraestrutura verde são inadiáveis, bem como a adoção de uma cultura da água, na qual essa seja entendida como benefício que o ser humano obtém da natureza e não apenas mercadoria.

A conservação e o uso sustentável da RBCV ajudarão a assegurar que não apenas o abastecimento público da RMSP se mantenha viável ao longo do tempo, mas permitirão a continuidade do fornecimento dos demais serviços ecossistêmicos dos quais o bem-estar dessa população é dependente, assim como a própria economia e geração de riqueza da metrópole.

## Referências

BRASIL. *Turismo de Aventura: orientações básicas*. Brasília: MTur, 2008.

COBRAPE, CONSÓRCIO. CONCREMAT. Plano diretor de aproveitamento de recursos hídricos para a macrometrópole paulista no estado de São Paulo. Relatório final, v.1, 2009.

COSTANZA, R.; KUBISZEWSKI, I. The authorship structure of “ecosystem services” as a transdisciplinary field of scholarship. *Ecosystem Services*, v.1, n.1, p.16-25, 2012.

COSTANZA, R. et al. Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, v.26, p.152-8, 2014.

ECOSSISTEMAS E BEM-ESTAR HUMANO. Relatório do Grupo de Trabalho da Estrutura Conceitual da Avaliação Ecosistêmica do Milênio. Trad. Renata Lucia Bottini. São Paulo: Editora Senac, 2005.

EL PAÍS – BRASIL. Falta de água em São Paulo já afeta mais de 15,6 milhões de pessoas. 2014. Disponível em: <[http://brasil.elpais.com/brasil/2014/10/20/politica/1413819621\\_097916.html](http://brasil.elpais.com/brasil/2014/10/20/politica/1413819621_097916.html)>. Acesso em: out.2015.

FAO. WWC. Towards a water and food secure future: critical perspectives for policy-makers. 2015.

FUNDAÇÃO SEADE. Informações dos Municípios Paulistas – IMP: Indicadores dos municípios, regiões e Estado de São Paulo (Banco de Dados). Disponível em: <<http://www.imp.seade.gov.br/frontend/#/>>. Acesso em: 8 jul. 2017.

G1 CAMPINAS E REGIÃO. Cachoeiras de São Pedro secam com crise hídrica no estado de São Paulo. 2014a. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/piracicaba-regiao/noticia/2014/07/cachoeiras-de-sao-pedro-secam-com-crise-hidrica-no-estado-de-sao-paulo.html>>. Acesso em: out. 2015.

G1 CAMPINAS E REGIÃO. Crise hídrica reduz opções de lazer e afasta turistas do Circuito das Águas. 2014b. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/noticia/2014/12/crise-hidrica-reduz-opcoes-de-lazer-e-afasta-turistas-do-circuito-das-aguas.html>>. Acesso em: out. 2015.

GOMES, R. Crise ampla: falta de água já causa danos na economia de cidades e empresas paulistas.

*Rede Brasil Atual*, 2014. Disponível em: <<http://www.redebrasilatual.com.br/economia/2014/07/crise-abastecimento-causa-problemas-economicos-cidades-empresas-paulistas>>. Acesso em: out. 2015.

HÍDRICOS, CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS. Plano Estadual de Recursos Hídricos: 2004/2007. São Paulo: DAEE, 2006.

IBA – Indústria Brasileira de Árvores. Brazilian tree industry. Relatório 2015. Disponível em: <[http://www.iba.org/images/shared/iba\\_2015.pdf](http://www.iba.org/images/shared/iba_2015.pdf)>. Acesso em: 22 out. 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasil em Síntese. Contas Nacionais. PIB – Valores correntes – 2010 a 2016. Disponível em: <<http://brasilemsintese.ibge.gov.br/contas-nacionais/pib-valores-correntes.html>>. Acesso em: 8 jul. 2017.

IPBES. Intergovernmental Science-Policy Platform. Disponível em: <<http://www.ipbes.net/>> . Acesso em: 10 jul. 2017.

KRONKA, F. J. N. et al., Diagnóstico dos serviços ecossistêmicos de provisão: recursos florestais madeireiros e não-madeireiros. In: Sumário Executivo: Serviços Ecossistêmicos e Bem-estar Humano na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo. Instituto Florestal, 2014.

KRONKA, F. J. N. et al. Diagnóstico dos serviços ecossistêmicos de provisão: recursos florestais madeireiros e não-madeireiros. In: Serviços ecossistêmicos e bem-estar humano na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo. Instituto Florestal (no prelo).

MILLENNIUM Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: a framework for assessment. World Resources Institute, 2003

\_\_\_\_\_. *Current State and Trends Assessment*. Washington D.C.: Island Press, 2005a.

\_\_\_\_\_. *Millennium Ecosystem Assessment*, 2005. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington D.C.: Island Press, 2005b.

NEVES, F. P. Após crise, ‘turismo do Cantareira’ celebra volta de água e de clientes. *Folha de S.Paulo*, 2016. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2016/11/1828604-apos-crise>>

turismo-do-cantareira-celebra-volta-de-agua-e-de-clientes.shtml>. Acesso em: jun. 2017.

RAMALHO, M.; BATISTA, M. A. Polinização na Mata Atlântica: perspectiva ecológica da fragmentação. In: FRANKE, C. R. et al. *Mata Atlântica e biodiversidade*. Salvador: EduFBA, 2005. p.93-142.

RIBEIRO, W. C. Governança da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da cidade de São Paulo. *Mercator* (UFC), v.8, p.19-32, 2009. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/307/238>>.

RODRIGUES, E. A. (Coord.) *Resumo Executivo: Serviços Ecossistêmicos e Bem-Estar Humano na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo*. 1 ed. São Paulo: Instituto Florestal, 2014.

RODRIGUES, E.A.; VICTOR, R.A.B.M.V. Os serviços ecossistêmicos e sua importância para o bem-estar humano no Cinturão Verde da cidade de São Paulo. In: *Resumo Executivo: Serviços ecossistêmicos e bem-estar humano na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo*. São Paulo: Instituto Florestal, 2014.

RODRIGUES, E. A.; VICTOR, R. A. B. M.; PIRES, B. C. C., A Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo como marco para a gestão integrada da cidade, seus serviços ambientais e o bem-estar humano. *São Paulo em Perspectiva*, v.20, n.2, p.71-89, 2006.

SÃO PAULO (Estado). Lei Complementar Estadual n.1.139, de 16 de junho de 2011. Reorganiza a Região Metropolitana da Grande São Paulo, cria o respectivo Conselho de Desenvolvimento e dá providências correlatas. Publicada na Assessoria Técnica-Legislativa, 16 jun. 2011.

\_\_\_\_\_. Resolução Conjunta ANA/DAEE 50, de 21 de janeiro de 2015. Estabelece regras e condições de restrição de uso para captações de água nas bacias dos rios Jaguari, Camanducaia e Atibaia. Diário Oficial do Estado de São Paulo. Poder Executivo, São Paulo, SP, 22 jan. 2015. Seção 1. p.63 e 64. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2015/50-2015.pdf>> . Acesso em: 10 jul. 2017. SECRETARIAT of the Convention on Biological Diversity. *Cities and Biodiversity Outlook*. Montreal, 2012.

TOMAZELA, J. M. Turismo de aventura cai 50% em rios do interior. Estadão – São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,turismo-de-aventura-cai-50-em-rios-do-interior,1590473>>. Acesso em: out. 2015

UNESCO. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Man and the Biosphere Programme. Ecological Sciences for Sustainable Development. Biosphere Reserves – Learning Sites for Sustainable Development. Disponível em: <<http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/ecological-sciences/biosphere-reserves/>>. Acesso em: 22 jun. 2017.

VICTOR. R. A. B. M.V. et al. Reserva de Biosfera del Cinturón Verde de la Ciudad de São Paulo: *Revisión del Proceso de Zonificación – Fase II/2008*. In: LINO, C. F.; DIAS, H.; ALBUQUERQUE, J. L. R. *Revisión y actualización de los límites y la zonificación de la Reserva de Biosfera de la Mata Atlântica en una base cartográfica digital: fase VI*. Programa de Cooperación Sur-Sur 7 – South – South Cooperation Programa – Documento de Trabajo / n.40, 2011.

VÖRÖSMARTY, C. J. et al. Fresh water. In: SCHOLES, R.; HASSAN, R.; ASH, N. (Ed.) *Ecosystems and Human Well-being*. Washington: Island Press, 2005. v.1: Current State and Trends. Millennium Ecosystem Assessment, chap.7, p.165-207.

# 6

## Consequências socioeconômicas da crise da água em São Paulo

Há indícios claros de que a crise de água no município de São Paulo afetou direta e indiretamente a sociedade e a economia. Foram publicadas diversas reportagens que relatam aspectos pontuais que a crise de abastecimento de água, nos anos 2014 e 2015, gerou, tratando das implicações de caráter social e econômico da crise da água, como aumento da procura por fontes alternativas, aumento de reclamações sobre o custo da água e a sua falta, entre outras questões.

Dentre os aspectos econômicos, existem relatos, desde o ano 2014, sobre o prejuízo para as indústrias e o comércio na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) decorrentes da restrição de água para esses setores (Martins, 2015). Entretanto, ainda não existe um estudo sistematizado que estabeleça a relação entre a crise hídrica e as consequências socioeconômicas no município de São Paulo. Mas há muitas evidências de que esse processo ocorre de forma silenciosa e, ainda, sem a devida repercussão. Não é possível, porém, avaliar as consequências isoladas dessa ocorrência em razão de vivenciarmos uma forte crise econômica nacional desde 2014.

---

Paulo A. de A. Sinisgalli\*

Ana Paula Fracalanza\*

Leandro Luiz Giatti\*\*

Natalia Dias Tadeu\*\*\*

\* Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH-USP); e Instituto de Energia e Ambiente (IEE-USP)

\*\* Faculdade de Saúde Pública (FSP-USP)

\*\*\* Doutoranda pelo Programa de Pós-graduação em Ciência Ambiental (Procam-USP)

Aqui se procurou reunir algumas das mais relevantes informações no sentido de entender melhor as possíveis consequências socioeconômicas da crise da água no município de São Paulo entre 2012 e 2014. Entretanto, o texto não ficou circunscrito apenas a relatar essa dimensão, mas também procura discutir o processo de apropriação desse recurso comum de uso público por setores econômicos e restringir o seu uso equitativo.

O texto apresenta, inicialmente, algumas das evidências sobre as consequências socioeconômicas da crise hídrica no município de São Paulo. Posteriormente, faz uma reflexão sobre o processo de privatização da água. No contexto de efeitos da crise hídrica com associação à saúde e à economia, alguns exemplos são apresentados. E, finalmente, há uma discussão mais abrangente sobre a transparência da gestão de um recurso fundamental como a água e justiça ambiental, dentro de uma situação de crise hídrica, gerando consequências socioeconômicas relevantes.

## **Os impactos socioeconômicos da crise hídrica**

As consequências das crises hídricas estão diretamente relacionadas à redução na produção de alimentos e, conseqüentemente, de segurança alimentar,<sup>1</sup> da restrição da produção industrial, e na diminuição da atividade econômica, principalmente na redução no abastecimento público de água, afetando o bem-estar da população. Como existe uma demanda crescente de água nos centros urbanos, uma crise hídrica leva a um aumento das consequências negativas das atividades socioeconômicas associadas a ela (Rijsberman, 2006).

Um estudo realizado em 2015 (Veldkamp, 2015) associando variações hidroclimáticas e condições socioeconômicas mundiais, durante o período de 1960 a 2000, mostrou alguns aspectos importantes: há uma clara interação entre as variações hidroclimáticas e as condições socioeconômicas. Entretanto, essa interação somente é percebida depois de alguns anos, dependendo das condições locais de variações hidroclimáticas como armazenamento ou estresse hídrico. Nesse sentido, mesmo que existam indícios das consequências socioeconômicas em São Paulo, em decorrência da crise hídrica, de acordo com esse estudo, ainda há um lapso de tempo para que se percebam essas alterações. Mas essas evidências ficam mascaradas por um crise econômica em nível nacional que alterou a dinâmica econômica nesse período.

É importante destacar que, na escala nacional, por exemplo, a crise hídrica afetou negativamente inflacionando os preços dos alimentos, o uso de termoelectricidade (mais cara que a hidrelétrica) e

---

1. Ver o capítulo 5 deste volume.

contribuindo para o aumento crítico da inflação, sobretudo entre 2014 e 2015. Em 2016, no contexto de crise econômica, o Brasil sofreu redução de 3,6% de seu Produto Interno Bruto (PIB); todavia, a redução apenas no setor agropecuário foi de 6,6%, ou seja, influenciando na redução do PIB nacional nesse período (Saraiva; Salles, 2017).

De fato, algumas reportagens já mostram que a crise da água proporcionou aumento nos custos das atividades econômicas, principalmente do setor de serviços no município de São Paulo. Donos de restaurantes que sofreram com a falta de água mudaram de hábito para poder contornar a crise. Os estabelecimentos têm procurado aumentar a capacidade de armazenamento de água com baldes ou caixas sobressalentes para superar os cortes no fornecimento de água, ou mesmo substituindo as louças por descartáveis. Esses custos convencionalmente são repassados aos consumidores (Rede Brasil, 2015). Com uma inflação relativamente alta no Brasil entre 2014 e 2016 (IPCA/IBGE – 2016 - 6,29% a.a.; 2015 - 10,67% a.a., 2014 – 6,41% a.a.), fica difícil perceber se os aumentos de preços em estabelecimentos do município de São Paulo estão diretamente associados à crise hídrica.

Outra estratégia dos empresários/proprietários foi buscar novas formas de abastecimento para os seus estabelecimentos ou residências. Há informação de que houve um aumento significativo de solicitações de outorga de poços artesianos ao Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE),<sup>2</sup> e que os preços para a perfuração estão bastante inflacionados (o valor médio do metro linear atingia, em março de 2015, R\$ 400 a R\$ 700). Há dois anos, os valores eram de 20% a 40% menores (Santiago, 2015; G1, 2015a).

Por outro lado, houve uma política de incentivo à redução de consumo de água pela população em geral. Utilizando mecanismos de mercado, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) atuou no sentido de reduzir a demanda de água da população com incentivos para a redução de consumo e penalização para quem aumentava o seu uso.

A Sabesp iniciou, em fevereiro de 2014, um programa de desconto financeiro de 30% para aqueles que reduzissem seu consumo de água em pelo menos 20% em relação à média antes do início da crise hídrica (fevereiro de 2013 a janeiro de 2014). Esse programa foi iniciado primeiramente no município de São Paulo, depois passou a vigorar em 31 municípios da Região Metropolitana de São Paulo e em municípios da Região Metropolitana de Campinas e região de Bragança Paulista. Em dezembro de 2014 foi ampliado o desconto oferecido pela Sabesp para os consumidores domésticos que economizassem 10% a 15% de água (com 10% de desconto financeiro) e 15% a 20% de água (com 20% de desconto financeiro) (Alessi, 2015).

---

2. Departamento responsável pela outorga de poços artesianos.

No entanto, entre dezembro de 2014 e junho de 2015, foi autorizada pela agência reguladora do setor (Arsesp) que a Sabesp realizasse dois aumentos de tarifa: em dezembro de 2014 o aumento foi de 6,49%; em junho de 2015 houve aumento de tarifa de 15,24%, o que resultou em aumento na conta de água de 22,68% a partir de dezembro de 2014 para todos os usuários. Esses reajustes geraram um aumento no número de reclamações recebidas pela Sabesp (Arcoverde, 2015a).

Cabe observar que a justificativa para a solicitação do aumento foi o “desequilíbrio financeiro” relacionado à crise hídrica, conforme Alessi (2015):

Segundo a empresa, um dos maiores vilões que provocaram a queda das receitas da estatal foi o Programa de Incentivo à Redução do Consumo, adotado no ano passado. Com descontos de até 30% na conta de quem usasse até 10% menos água, a medida fez com que a Sabesp deixasse de arrecadar 376,4 milhões de reais, segundo o balanço financeiro apresentado na semana passada. O consumo diário de água per capita na região metropolitana caiu de 163 litros por habitante para 126 litros.

Desse modo, é interessante avaliar como uma medida econômica adotada para diminuir o uso de água, que obteve resultado positivo sobre a redução do consumo de água pela população, resultou em perdas financeiras para a empresa concessionária de abastecimento de água. Entretanto, há uma redistribuição dessas perdas, por meio da concessão de aumentos importantes no valor do metro cúbico consumido.

Há um outro aspecto a ser destacado: a Sabesp possui contratos de demanda firme com alguns grandes consumidores de água, o que lhes garante uma tarifa diferenciada,<sup>3</sup> que estimula o consumo caso ultrapassem o estabelecido em contrato. Esse incentivo perverso aumenta o consumo irracional de água pelas empresas (Martins et al., 2015).

Em resumo, os impactos socioeconômicos da crise hídrica no município de São Paulo foram pouco sistematizados e isolados do contexto geral, mas foram sentidos diretamente no aumento de itens específicos, como preços da água mineral, apresentados a seguir. Entretanto, podem-se verificar aumento de custos na busca de opções de suprimento no comércio e serviços, incentivos de redução de consumo atrelados ao aumento de tarifas e aumento de reclamações por falta de água em diversos pontos da cidade.

---

3. Os contratos de demanda firme com as empresas podem ser conferidos na página <<http://apublica.org/contratos-sabesp/>>.

## A privatização da água e seus custos

Segundo as Nações Unidas, mais de um bilhão de pessoas no mundo não têm acesso adequado à água potável. Diante disso, diversas corporações transnacionais tentam monopolizar o suprimento de água. O Banco Mundial adota a política de incentivos à privatização e precificação da água, o que tem levado a grandes preocupações quanto à capacidade de cidadãos de países em desenvolvimento arcarem com os fins lucrativos da água, que tendem, após a privatização e mercantilização, a aumentar o preço da água (Barlow, 2001).

Diante da falta de água, em quantidade e qualidade, a mercantilização da água acaba sendo um efeito perverso da crise hídrica, posto o aumento observado de venda de água engarrafada. Somado a esse aumento de venda cita-se também o aumento do custo dessa água, conforme relatado no jornal *Folha de S.Paulo* por Zafalon (2015):

Os que recorrem à água mineral para complementar a necessidade da casa tiveram uma elevação de 19% nos custos de janeiro do ano passado a abril deste ano [2015]. Nesse mesmo período, a inflação média teve elevação de 10%. Os dados são da Fipe [Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas] e se referem ao município de São Paulo. E água cooperou para essa taxa.

Outro setor que promove a mercantilização da água e que vem apresentando aumento nas vendas e no preço é o de caminhão pipa. Costas e Costa (2015), com dados de 2014 e 2015, mostram essas alterações de preços:

Distribuidoras consultadas pela BBC Brasil dizem ter registrado uma alta de 10% a 50% nas vendas desde outubro de 2014. Alguns clientes reclamam que seus preços também subiram. Nilton Saviato, síndico de 12 edifícios em sete bairros de São Paulo, diz que “em outubro pagava entre R\$ 500 e R\$ 600 por um caminhão-pipa de 15 mil litros. No final de janeiro, o preço teria chegado a R\$ 900. E no início de fevereiro, algumas empresas já me disseram que só conseguiriam entregar a água por R\$ 1.200”, afirma.

Visando evitar uma repercussão maior sobre esse aumento de custo,

[...] o governador de São Paulo, Geraldo Alckmin, reduziu a cobrança do imposto que incide sobre os galões de água mineral de 10 e 20 litros. A cobrança cairá de 18% para 7%, de acordo com a Secretaria da Fazenda.... A água mineral foi incluída no rol de produtos que compõem a cesta básica, que são beneficiados com a redução da base cálculo do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS). A decisão é tomada em meio a intensificação da crise hídrica que atinge a Grande São Paulo. A expectativa de rodízio tem aumentado a procura pela água mineral. (G1, 2015b)

De fato, a venda de água envasada aumentou com a crise hídrica, sendo ela uma nova forma de privatização da água. Mas se a população tiver que recorrer ao consumo de água envasada para suprir suas necessidades de consumo, ela acaba tendo seu custo de vida afetado.

## **Transparência na gestão das águas**

De forma contraditória, houve bairros que tiveram redução no fornecimento de água, enquanto outros não foram afetados. Em 2014, foi iniciado um processo de diminuição da pressão para a redução das perdas associadas a vazamentos e racionalização de uso da água, de acordo com a Sabesp. Entretanto, essa não parece ser a informação mais confiável.

Em alguns casos, relatou-se a existência de fechamento de registros, o que se contrapõe aos informes oficiais da não ocorrência de cortes de água. Essa operação foi iniciada nos bairros periféricos, sem aviso prévio e sem fornecimento de informações à população, quando solicitada. Além disso, a maioria das reclamações por falta d'água (70%) informou que houve interrupção total do fornecimento (Martins et al., 2015).

De acordo com a Sabesp, “a redução de pressão nas tubulações é uma tecnologia praticada rotineiramente pelas companhias de saneamento para redução de perdas de água”, e vem sendo utilizada pela Companhia desde 1997. Essa “tecnologia” é bastante rudimentar sendo uma medida específica de fechamento de válvula ou redução da pressão de recalque. Apesar de a falta de água ser percebida pela população desde 2014, a redução no fornecimento de água foi admitida pelo governo do estado de São Paulo em princípios de 2015, quando começou a ser indicadas pela Sabesp regiões onde haveria falta de água, devido à chamada “redução na pressão das tubulações” (Martins et al., 2015).

Segundo o Relatório de Violações dos Direitos Humanos (Martins et al., 2015), as informações oficiais de falta de água foram publicadas em um mapa sem escala, de difícil compreensão e, posteriormente, complementado por uma tabela com bairros e horários com redução de pressão ou cortes de abastecimento. Desse modo, o que foi divulgado a partir de janeiro de 2015 não contribui para a transparência da informação naquele momento.

Além disso, não reflete a realidade observada, uma vez que diversas denúncias em meios de comunicação relataram ocorrência de cortes de abastecimento fora do período indicado. Ou seja, há fortes indícios de que houve pouca transparência e carência de informação confiável na gestão do recurso hídrico durante a crise de abastecimento de água, bem como falta de transparência na gestão das águas no estado de São Paulo. De fato, o que se observa é um processo de (re) centralização na gestão das águas no estado de São Paulo (Fracalanza, 2017).

Somente em outubro de 2015, depois de mais de um ano de crise, a Sabesp, responsável pelo fornecimento de água para a maioria dos municípios do estado de São Paulo, informou a lista de 544 locais da capital e Região Metropolitana de São Paulo que estariam com garantias de receber água caso fosse implementado o rodízio (G1, 2015c).

Em 7 de março de 2016, o governo do estado de São Paulo anunciou o fim da crise hídrica no estado (G1, 2016). No entanto, em 12 de julho de 2017, ao consultar o site da Sabesp, de 39 municípios pertencentes à Grande São Paulo, mostrados por essa concessionária, 26 tinham regiões que apresentavam redução da pressão da água nas tubulações, mesma ação que a Sabesp realizou quando se estava na situação de crise hídrica. Dentre eles, o município de São Paulo ainda se encontrava em julho de 2017 com redução da pressão nas tubulações sendo realizada pela Sabesp.

Esse dado enseja a reflexão de que fatores levaram o governo do estado de São Paulo a decretar o fim da crise hídrica. Se a situação de redução da pressão de água para abastecimento nas tubulações ainda existia ou ainda existe, o decreto do fim da crise hídrica mais uma vez indica falta de transparência. Isso pode repercutir em questões econômicas, sociais e políticas, além de risco ambiental. E, para as populações de mais baixa renda, significa a persistência de situações desfavoráveis, pois o anúncio do fim da crise hídrica veio acompanhado do fim do bônus para os que diminuíram seu consumo, e do aumento de contas de abastecimento de água e de coleta e tratamento de esgoto, mesmo que o esgoto não seja tratado. A seguir será considerado como a crise hídrica pode afetar a saúde humana, especialmente em um município como São Paulo e posteriormente sob a óptica de justiça hídrica.

## **Escassez, saúde e economia**

Também é possível considerar os prejuízos econômicos passíveis de ocorrência com relação ao modo como as consequências da crise hídrica podem afetar a saúde humana em um município como São Paulo, como na elevação de taxas de internação ou mesmo de mortalidade por doenças diarreicas ou distúrbios inerentes ao consumo de água contaminada por toxinas de algas.<sup>4</sup>

As doenças diarreicas, nesse sentido, assumem maior destaque por sua relação com a veiculação hídrica. Os custos associados de forma direta a essas doenças podem ser relacionados com os dispêndios oriundos de internações e tratamentos, absenteísmo ao trabalho ou mesmo os custos associados a mortes prematuras e respectivos anos de vida perdidos. Como ilustração, um estudo realizado no município de Manaus, entre 1998 e 2009, registrou a ocorrência de 4.904 internações por doenças diarreicas, as quais acumularam um gasto hospitalar aproximado de R\$ 3.565.973,16, ou

---

4. Ver cap.7 deste volume.

seja, um custo de R\$ 707,15 por internação. Porém, espera-se uma ampliação do custo de cada caso de internação quando se consideram dias de trabalho perdidos e a ponderação com custos associados a planos de saúde privados. Com isso, o custo dessas mesmas internações atinge o valor de R\$ 6.511.921,68 (Medeiros et al., 2015).

Porém, dependendo dos elementos considerados no cálculo, os valores podem variar bastante quanto aos custos de cada internação. Outro estudo, realizado no México com dados de 2004, assinala que, dependendo da gravidade da doença diarreica, que pode ser associada ao agente causador, o custo da internação pode ser mais elevado, assim ocorreu com casos de diarreia por rotavirus em menores de cinco anos, que acarretaram em média 3,6 dias de internação, 5,9 horas de sala de emergência e US\$ 936,00 de custo estimado (Granados-Garcia et al., 2009).

A estimativa de custos é dependente do registro da doença, da internação ou da mortalidade. Manifestações de agravos subclínicos ou com uma sintomatologia branda, ou mesmo casos de doenças diarreicas que não geram internação e, por isso, não alimentam as estatísticas de saúde não podem ser contabilizados. De modo geral, as internações e a mortalidade por doenças diarreicas caíram significativamente no Brasil desde a década de 1980, sendo isso, em parte, um grande logro da universalização do sistema de saúde (Victora, 2009). Mas para se ter um panorama de como determinada população exposta ao sanitário pode estar sofrendo com a ocorrência de doenças diarreicas, necessita-se realizar inquéritos dedicados com amostragens domiciliares frequentes, na busca de se registrar os casos de interesse (Barreto et al., 2007). As limitações e dificuldades de estudos epidemiológicos que ponderem os reais e amplos impactos de questões de saneamento e saúde permanecem como um desafio para compreender melhor a extensão das consequências da crise hídrica. Contudo, permanece a relevância do tema, especialmente se considerarmos a importância da saúde sob uma perspectiva positiva e, com isso, sua relação quanto ao desenvolvimento humano, produção de riqueza e inclusão social.

Assim, considera-se que há evidências de que sucessivas infecções do trato digestório decorrentes de precário saneamento, mesmo que assintomáticas, podem causar uma elevada carga de incapacidades não contabilizadas, associadas a déficits no desenvolvimento biológico e crescimento de crianças ou a prejuízos inerentes à qualidade de vida e capacidade de trabalho de adultos (Guerrant et al., 2002; Moraes; Fagundes-Neto, 2003). Do ponto de vista econômico há, portanto, uma condição imponderável com relação às perdas associadas a saúde e qualidade de vida. Embora seja possível estimar custos com internações, não há como valorar economicamente as perdas em termos de anos de vida perdidos por mortes prematuras, por incapacidades ou por déficits de desenvolvimento biológico de indivíduos.

## Crise hídrica, justiça social e ambiental

As consequências socioeconômicas da crise hídrica estão relacionadas não somente à redução de pressão e/ou interrupção no fornecimento de água pela Sabesp, que geram prejuízos ou custos majorados para as atividades econômicas, conforme relatado, mas principalmente relacionadas às violações de direitos humanos, saúde e injustiça ambiental (Martins et al., 2015).

Outros países do mundo enfrentaram crises hídricas semelhantes. Em Guadalajara, no México, a população de baixa renda urbana foi mais afetada pela falta de água, por ter sido alvo de um racionamento promovido pelo Estado. A escassez, como em muitas cidades do México, tem origens sociopolíticas e tem importantes implicações econômicas e sobre a saúde<sup>5</sup> da população mais pobre. A água é, muitas vezes, utilizada em demasia e com desperdício por setores mais abastados da população. Isso implica que, em populações com grande desigualdade (como a de São Paulo), grande parte da população seja afetada pela escassez hídrica. Apenas para reforçar, caso não haja qualquer alteração na estrutura atual, com maior escassez física de água, essa situação tende a se intensificar (Von Bertrab, 2003).

Outra questão que contribui para ampliar a desigualdade do acesso à água é o fato de que as famílias de baixa renda possuem menor capacidade de armazenamento de água e, por isso, são mais afetadas com o racionamento que pode ocorrer várias vezes por semana (Von Bertrab, 2003).

O padrão de exclusão das populações marginalizadas que se verifica nas grandes cidades brasileiras é fruto do processo de crescimento econômico sem desenvolvimento social, no qual migrantes pobres e demais populações de baixa renda são empurrados para as áreas periféricas das cidades – locais destituídos de infraestrutura mínima para o atendimento de suas necessidades básicas, como acesso a meio de transporte, energia elétrica, saneamento básico, serviços de saúde, entre outros (Young; Fusco, 2006).

O conceito de justiça ambiental defende que nenhum grupo pode ser exposto a consequências ambientais negativas de forma desproporcional, bem como à desigualdade no acesso a recursos naturais e à desigualdade no acesso às informações sobre uso desses recursos e fontes de riscos ambientais (Acselrad et al., 2009).

A falta de água em quantidade e qualidade, resultante da crise hídrica no município de São Paulo, levou a um acirramento do conflito social pelo uso da água disponível. Esse conflito foi

---

5. Por consumir menor volume de água do que o necessário para uma vida saudável, têm saneamento de pior qualidade e comprometem grande parte de sua renda para comprar água de fornecedores privados.

ainda mais exacerbado pela falta de posicionamento claro sobre as medidas de gerenciamento da água adotadas pela Sabesp, tanto no que se refere à redução da pressão da água e adoção de um racionamento, quanto a um sistema transparente de rodízio de água.

Segundo Brito (2015), em todo o país a situação do saneamento pode ser caracterizada pela permanência das desigualdades de acesso, que afetam de forma mais acentuada grupos mais vulneráveis. Importante ressaltar que surgem novas desigualdades sociais no acesso aos serviços em razão do impacto diferenciado dos custos desses serviços sobre a renda familiar, bem como da qualidade diferenciada do serviço diretamente relacionado às áreas mais valorizadas e privilegiadas das cidades.

Nesse sentido, cabe observar que ao oferecimento pela concessionária de abastecimento de água (Sabesp) de um desconto na conta de água, em 2014, seguiu-se em 2015 um aumento de tarifa de água, para recomposição de receita financeira.<sup>6</sup> Esse aumento, bem como a dificuldade de armazenamento de água por parte da população de baixa renda, principalmente por falta de caixas d'água, reflete em uma dificuldade no acesso à água enquanto bem comum, e portanto direito de todos.

Além disso, há indícios de que parte da população sofreu mais intensamente as consequências das alternâncias no fornecimento de água, principalmente na periferia da cidade, onde a redução de pressão foi mais percebida, seja por dificuldade de armazenamento de água, seja por impossibilidade de compra de água de modo privado, como água engarrafada, levando à interrupção em seu abastecimento. Essa situação pode levar a um aumento de custos sociais e de saúde, como apontam Angerami (2014), Tagnin (2015), Soriano et al. (2016), o que normalmente não entra em relatos da imprensa.

## **Considerações finais**

Diante de casos de “crises hídricas” existe sempre o risco do apontamento de soluções como o aumento do preço (ou tarifas) e a proposta de privatização dos serviços de abastecimento de água.<sup>7</sup> O aumento do preço e a proposta de privatização do serviço de abastecimento de água podem ser apontados como solução para o problema dessa crise hídrica. Contudo, como se pode observar nos exemplos citados por Barlow (2001), a adoção dessas medidas para o enfrentamento das crises hídricas em outros países levou a uma intensificação do impacto econômico sobre a população de menor renda, por restringir seu acesso à água.

---

6. O lucro líquido da Sabesp em 2016 foi de R\$ 2,9 bilhões, que representou um aumento de 449,5% em relação aos lucros de 2015, no qual o valor foi de R\$ 536,3 milhões (Bocchini, 2016; Valor, 2017)

7. Para compreender a diferenciação conceitual entre mercantilização, privatização e outras formas de reformas neoliberais relacionadas ao tema água, ver Bakker (2007).

Em resumo, as consequências socioeconômicas da crise hídrica devem ser analisadas de forma abrangente, não somente sob o aspecto socioeconômico, mas também observando aspectos relevantes de transparência e justiça ambiental. Além disso, essas relações devem ser mais bem observadas ao longo do tempo, mas é relevante destacar que há claramente um aumento da incerteza quanto à real capacidade de gerenciamento da oferta desse recurso escasso no município como São Paulo.

## Referências

ACSELRAD, H.; MELLO, C. C. A.; BEZERRA, G. N. *O que é justiça ambiental*. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

AGESTADO. Aumento do consumo de água mineral pode afetar a saúde do consumidor. 2015a. Disponível em: <<http://vida-estilo.estadao.com.br/noticias/bem-estar,aumento-do-consumo-de-agua-mineral-pode-afetar-a-saude-do-consumidor,1649317>>.

AGESTADO. Sabesp faz mapa de 200 poços particulares em SP. 2015b. Disponível em: <<http://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/agencia-estado/2015/08/29/sabesp-faz-mapa-de-200-pocos-particulares-em-sp.htm>>.

ALESSI, G. Com queda nos lucros, Sabesp quer socializar perdas com reajuste de tarifa. In: *El País*, São Paulo, 1 de abril de 2015. Disponível em: <[http://brasil.elpais.com/brasil/2015/04/01/politica/1427909454\\_574837.html](http://brasil.elpais.com/brasil/2015/04/01/politica/1427909454_574837.html)>.

ANGERAMI, R. A crise hídrica e as ameaças à saúde pública. Agência social de notícias. 2014. Disponível em: <<http://agenciasn.com.br/arquivos/1300>>. Acesso em: jun. 2017.

ARCOVERDE, L. 9 bairros da periferia lideram queixas contra tarifa de água em SP. 2015a. Disponível em: <<http://www.fiquemsabendo.com.br/2015/09/9-bairros-da-periferia-lideram-queixas-contratarifa-de-agua-em-sp/>>.

ARCOVERDE, L. Reclamações por falta d'água triplicam na Sé, Ipiranga e São Mateus. 2015b. Disponível em: <<http://www.fiquemsabendo.com.br/2015/09/reclamacoes-por-falta-dagua-triplicam-na-se-ipuranga-e-sao-mateus/>>.

BAKKER, K. The “Commons” versus the “Commodity”: Alter-globalization, Anti-privatization and the Human Right to Water in the Global South. *Antipode*, v.39, Issue 3, p.430-55, 2007.

BARLOW, M. Commodification of water – the wrong prescription. *Water, Science and Technology*. v.43, Issue 4, p.79-84.

BARRETO, M. L. et al. Effect of city-wide sanitation programme on reduction in rate of childhood diarrhoea in northeast Brazil: assessment by two cohort studies. *The Lancet*, n.370, p.1622-8, nov. 2007.

BOCCHINI, B. Lucro da Sabesp aumenta 450% em 2016 e chega a R\$ 2,9 bilhões. EBC Agência Brasil. 2016. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2017-03/lucro-da-sabesp-aumenta-450-em-2016-e-chega-r-29-bilhoes>>. Acesso em: jun. 2017.

BRITO, A. L. Tarifas sociais e justiça social no acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Brasil. In: CASTRO, J. E.; HELLER, L.; MORAIS, M. da P. *O direito à água como política pública na América Latina: uma exploração teórica e empírica*. Brasília: Ipea, 2015.

COSTAS, R.; COSTA, C. De caixa d'água a lata de lixo: seca cria mercado milionário. BBC Brasil. 2015. Disponível em: <[http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/02/150218\\_economia\\_falta\\_dagua\\_ru](http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/02/150218_economia_falta_dagua_ru)>.

FRACALANZA, A. P. *Crise de governança da água na Região Metropolitana de São Paulo: (re) centralização da gestão e injustiça ambiental*. 2017. 154p. Tese (Livre Docência) – Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2017.

FRAGA, E.; CUNHA, E. Escassez de água vira oportunidade de investimento em novos serviços. *Folha de S.Paulo*, 1.2.2015. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2015/02/1583413-escassez-de-agua-vira-oportunidade-de-investimento-em-novos-servicos.shtml>>.

G1. Procura por perfuração de poços artesianos segue em alta em SP. 2015a. Disponível em : <<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2015/03/procura-por-perfuracao-de-pocos-artesianos-segue-em-alta-em-sp.html>>.

G1. Alckmin reduz imposto sobre galão de água mineral. 2015b. Disponível em : <<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2015/02/alckmin-reduz-imposto-sobre-galao-de-agua-mineral.html>>.

G1. Sabesp divulga lista de 544 locais que terão abastecimento garantido. Locais terão prioridade no fornecimento de água em caso de rodízio oficial. 2015c. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2015/10/sabesp-divulga-lista-de-544-locais-que-terao-abastecimento-garantido.html>>.

G1. Questão da água está resolvida diz Alckmin sobre crise hídrica em SP. 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2016/03/questao-da-agua-esta-resolvida-diz-alckmin-sobre-crise-hidrica-em-sp.html>>. Acesso em: jun. 2016.

GRANADOS-GARCIA, V. et al. Resource utilization and costs of treating severe rotavirus diarrhea in young Mexican children from the health care provider perspective. *Revista de Investigación Clínica*, v.61, n.1, p.18-25, 2009.

GUERRANT, R. et al. Magnitude and Impact of Diarrheal Diseases. *Archives of Medical Research*, v.33, p.351-5, 2002.

IDEC. Conseguimos: Sabesp informa regiões e frequência da redução de pressão na grande São Paulo. 2016. Disponível em: <<http://www.idec.org.br/em-acao/em-foco/conseguimos-sabesp-informa-regies-e-frequencia-da-reduco-de-presso-nos-bairros-de-so-paulo>>. Acesso em: fev. 2016.

MARTINS, K. et al. Crise hídrica e direitos humanos – Relatório de violação de direitos humanos na gestão hídrica do estado de São Paulo. IDEC - Aliança pela Água. 2015.

MARTINS, R. A agricultura é a primeira vítima da crise hídrica em São Paulo, Minas e Rio. Mas sobrará ainda para a indústria. *Carta Capital*, 11.2.2015. Disponível em: <<http://www.cartacapital.com.br/revista/835/a-seca-da-economia-4105.html> -A seca já começou a afetar a economia>

MEDEIROS, M. L. et al. Custos das doenças fortemente atribuíveis a fatores ambientais na cidade de Manaus. In: FREITAS, C. M.; GIATTI, L. L. (Org.) *Sustentabilidade, ambiente e saúde na cidade de Manaus*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz/Edua, 2015. v.1, p.273-95.

MORAIS, M. B.; FAGUNDES-NETO, U. Enteropatia ambiental. *Estudos Avançados*, v.17, n.49, p.137-48, 2003.

PREFEITURA DE SÃO PAULO – Coordenação de Vigilância em Saúde (COVISA). Monitoramento da qualidade da água. Disponível em: <[http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/monitoramento\\_da\\_qualidade\\_da\\_agua\\_1446040061.pdf](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/chamadas/monitoramento_da_qualidade_da_agua_1446040061.pdf)>.

REDE BRASIL. Bares e restaurantes sofrem com falta de água e mudam hábitos. 2015. Disponível em: <<http://www.redebrasilatual.com.br/ambiente/2015/01/bares-e-restaurantes-sofrem-com-falta-de-agua-e-mudam-habitos-3186.html>>.

RIJSBERMAN, F. R. Water scarcity: Fact or fiction? *Agricultural Water Management*, v.80, n.1-3, p.5-22, 24 feb. 2006.

SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Redução de Pressão nas Tubulações. Disponível via URL em: <<http://site.sabesp.com.br/site/reducao/reducaopressao.html>>. Acesso em: fev. 2016.

SANTIAGO, T. Crise hídrica inflaciona preço dos poços artesianos em São Paulo. 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2015/03/crise-hidrica-inflaciona-preco-dos-pocos-artesianos-em-sao-paulo.html>>.

SARAIVA, A.; SALLES, R. PIB do Brasil recua 3,6% em 2016. 2017. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/brasil/4890204/pib-do-brasil-recua-36-em-2016>>. Acesso em: 3 jul. 2107.

SEADE – Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. *Índice Paulista de Vulnerabilidade Social*. São Paulo: Seade, 2013. Disponível em: <<http://indices-ilp.al.sp.gov.br/view/pdf/ipvs/metodologia.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2016.

SEN, A. K. *Desigualdade reexaminada*. 2.ed. Rio de Janeiro: Record, 2008. 297p.

SORIANO, E. et al. Crise hídrica em São Paulo sob o ponto de vista dos desastres. *Ambient. Soc.*, São Paulo, v.19, n.1, p.21-42, mar. 2016. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1414-753X2016000100003&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2016000100003&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: jun. 2017.

TAGNIN, R. A. *A natureza e o espaço da água e sua presença na macrometrópole paulista*. 2015. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.

VALOR. Valor Econômico. Sabesp: Lucro cresce 105,6% no quarto trimestre, para R\$ 946 milhões. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/empresas/4916608/sabesp-lucro-cresce-1054-no-quarto-trimestre-para-r-946-milhoes>>. Acesso em: jun. 2017.

VELDKAMP, T. I. E. et al. Changing mechanism of global water scarcity events: Impacts of socioeconomic changes and inter-annual hydro-climatic variability. *Global Environmental Change*, v.32, p.18-29, 2015.

VICTORA, C. G. Diarrhea mortality: what can the world learn from Brazil? *J Pediatr*, Rio de Janeiro, v.85, n.1, p.3-5, 2009.

VON BERTRAB, E. Guadalajara's water crisis and the fate of Lake Chapala: a reflection of poor water management in Mexico. *Environment&Urbanization*, v.15, n.2, oct. 2003.

YOUNG, A. F.; FUSCO, W. Espaços de vulnerabilidade sócio-ambiental para a população da Baixada Santista: identificação e análise das áreas críticas. In: XV ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS. Caxambu (MG). *Anais...* Caxambu, 2006.

ZAFALON, M. Água mineral sobe 19% para consumidor; inflação é de 10% em SP. *Folha de S.Paulo*, 29.4.2015. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/colunas/vaivem/2015/04/1622400-agua-mineral-sobe-19-para-consumidor-inflacao-fica-em-10-em-sp.shtml>>.

# 7

## Impactos da crise hídrica em São Paulo na saúde

A rápida expansão da mancha urbana na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) resultou em alterações do microclima da região, possivelmente agravadas pelas mudanças climáticas. Antes conhecida como terra da garoa, a região convive atualmente com períodos alternados de seca e chuvas intensas que impactam significativamente a saúde de seus moradores e impõe novos desafios para a proteção da saúde pública. Embora por motivos divergentes, doenças de veiculação hídrica reemergem em taxas elevadas durante a cheia e a seca, ameaçando conquistas importantes da saúde pública, como a queda da mortalidade infantil por diarreia. Ainda, determinados contaminantes presentes na água para consumo humano ameaçam a saúde para além das conhecidas diarreias e outras doenças infecciosas, e estão cada vez mais relacionados ao câncer e outras doenças crônicas. Proteger a população das doenças de veiculação hídrica impostas pelo ambiente urbano atual é um desafio interdisciplinar e intersetorial que requer esforços que vão além das competências tradicionalmente atribuídas ao setor de saúde. O mesmo vale para outras disciplinas do conhecimento e escalas de governo. O desafio atual de promoção da saúde pública passa necessariamente pelo desafio da gestão integrada e efetiva de conhecimentos.

A gestão integrada e descentralizada dos recursos hídricos é reconhecida por lei no Brasil. Apesar do pioneirismo do estado de São Paulo em promulgar uma política integrada e descentralizada dos

---

Laís Fajersztajn\*

Paulo Saldiva\*

\* Instituto de Estudos Avançados (IEA-USP); e Faculdade de Medicina (FM-USP)

1. Política Estadual de Recursos Hídricos, Lei n.7.663, promulgada em 1991.

2. Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei n.9.433, promulgada em 1997.

Recursos Hídricos em 1991<sup>1</sup> (a política nacional em moldes similares é de 1997),<sup>2</sup> a efetividade prática desse modelo tem sido criticada, particularmente durante a crise hídrica do estado iniciada em 2012 e intensificada no verão de 2013/2014. A integração da sociedade na discussão das soluções para o enfrentamento da crise hídrica na região não ocorreu de forma eficiente e foi ainda reforçada por falhas na cobertura da mídia (Jacobi et. al., 2015; Valentim, 2015).

A proteção da saúde pública ante exposições impostas pela crise hídrica de São Paulo vai depender da difícil tarefa de integrar conhecimentos diversos. Aqui é feita uma leitura do cenário hídrico de São Paulo numa perspectiva de saúde. Primeiro serão discutidos os desafios da qualidade da água para consumo humano impostos pelo período de seca. Em seguida, serão abordados os possíveis impactos para a saúde originados pela deficiência nos sistemas de distribuição de água e pelo aumento da poluição dos reservatórios. A estiagem diminui a capacidade de diluição dos poluentes dos reservatórios, aumentando a poluição desses reservatórios. As possíveis consequências aqui exploradas são o aumento dos contaminantes químicos na água, pelo maior uso de produtos para o seu tratamento, e a proliferação de cianobactérias com resíduos tóxicos nos reservatórios de água. Também serão discutidas as consequências para a saúde do possível aumento de uso de fontes de água mais poluídas e de fontes não controladas. O diagrama da Figura 1 exemplifica as possíveis relações entre estiagem e saúde. Em seguida, serão apresentados alguns aspectos das mudanças no microclima regional, com ênfase nas ilhas urbanas de calor. À primeira vista pouco relacionada com a estiagem, a alteração no microclima regional auxilia na compreensão mais ampla das crises hídricas porque traz a perspectiva de como o estilo de vida urbano impacta o meio ambiente, que nos fornece a água, e na saúde humana.

## **Qualidade da água para consumo humano**

O principal impacto para a saúde humana da estiagem na Região Metropolitana de São Paulo é seu potencial comprometimento da qualidade da água. Superadas por meio de medidas sanitárias bem-sucedidas, as doenças infecciosas de veiculação hídrica tendem a reemergir com algumas especificidades características do contexto atual que inclui ainda a preocupante possibilidade do surgimento de doenças crônicas, como alterações no sistema endócrino e câncer, a partir do consumo de água, dado à presença de novas substâncias potencialmente tóxicas na água de consumo humano. Neste texto, serão discutidos os impactos para a saúde humana de substâncias emergentes presentes na água, como consequência do próprio tratamento da água, que visa garantir sua potabilidade. No entanto, vale ressaltar a presença crescente de outros contaminantes emergentes na água por origem ambiental, notadamente contaminantes que apresentam atividade de desreguladores endócrinos, para os quais os efeitos para a saúde humana ainda são pouco conhecidos. Destaca-se a contaminação

pelos resíduos da agricultura e do setor farmacêutico, incluindo substâncias no esgoto doméstico pela excreção de medicamentos na urina de usuários.

### **Deficiências no sistema de distribuição**

O período de estiagem que ocorreu em São Paulo entre 2012 e 2014 veio acompanhado de relatos de intermitência e baixa pressão nos sistemas de distribuição de água. Ambas as condições estão entre as deficiências de distribuição de água reconhecidamente associadas a surtos de doenças de veiculação hídrica (Lee; Schwab, 2005), em particular diarreia. A interrupção da distribuição de água em redes de distribuição contínua favorece a contaminação externa da água do sistema, desde que haja deficiências na integridade do encanamento, o que pode resultar em aumento da incidência de infecção do trato intestinal. O risco de aumento na incidência de infecção do trato intestinal durante períodos de interrupção na distribuição em sistemas contínuos pode ser cerca de três vezes maior, quando comparado com períodos de operação normal do mesmo sistema (Ercumen et al., 2014).

Dados do Centro de Vigilância Epidemiológica do Estado de São Paulo mostraram que em 2014, ano de pico de estiagem, o estado registrou 315 mil casos de diarreia. O pico ocorreu em fevereiro, quando foram observados 75% de casos a mais de diarreia que a média esperada (35 mil contra 20 mil casos). Além das interrupções no abastecimento e da baixa pressão no sistema, também se apontam as origens da água (uso do volume morto das represas e poços sem outorga e caminhões pipa) como possíveis causas da epidemia de diarreia no estado (Felix, 2015; Martín, 2015). De fato, a contaminação na fonte também configura uma deficiência no sistema de abastecimento de água relacionada a surtos de diarreia (Ercumen et al., 2014).

### **Aumento da poluição dos reservatórios**

Durante períodos de estiagem, a qualidade da água dos reservatórios fica prejudicada, pois há menos água para diluir os poluentes presentes nas fontes remanescentes. Além disso, passa-se a considerar o uso de fontes com qualidade inferior, que não estavam sendo utilizadas anteriormente. Ambas as situações exigem o uso de processos químicos mais agressivos para garantir a potabilidade da água, aumentando a formação de um grupo de contaminantes orgânicos conhecidos pela terminologia de desinfecção por produtos químicos (DPQ). Mais de 700 componentes químicos desse tipo já foram identificados (Villanueva et al., 2014). Os DPQ são gerados a partir da reação química entre matéria orgânica e desinfetantes usados para reduzir os micro-organismos patogênicos da água, como cloro e ozônio. Presentes na água para consumo humano e também

em piscinas de uso recreativo, os DPQ têm sido associados com alterações no desenvolvimento e a reprodução humana. Há também uma correlação com câncer de bexiga (Richardson; Ternes, 2014; Villanueva et al., 2004; Bove et al., 2007; Costet et al., 2011; Cantor et al., 2010).

Se, por um lado, o tratamento adequado da água para consumo humano diminuiu significativamente as doenças infecciosas por contaminação microbiológica, o aumento da poluição dos reservatórios de água impõe um novo risco à saúde da população, em razão do crescimento da poluição da água de consumo humano por DPQ. Embora dificuldades metodológicas ainda restrinjam um melhor entendimento dos efeitos de longo prazo da ingestão continuada de DPQ na saúde humana, há um crescente esforço conjunto da comunidade científica para entender os efeitos das substâncias emergentes ainda não reguladas (Villanueva et al., 2014).

Por fim, a estiagem aumenta o uso de fontes alternativas de água, como poços sem outorga. Essa água é transportada em carros pipa, para as quais o controle de qualidade é menos frequente ou inexistente. O uso de fontes de água não tratada aumenta o risco de doenças de veiculação hídrica – em especial infecções entéricas –, para as quais já há métodos conhecidos e efetivos de prevenção.

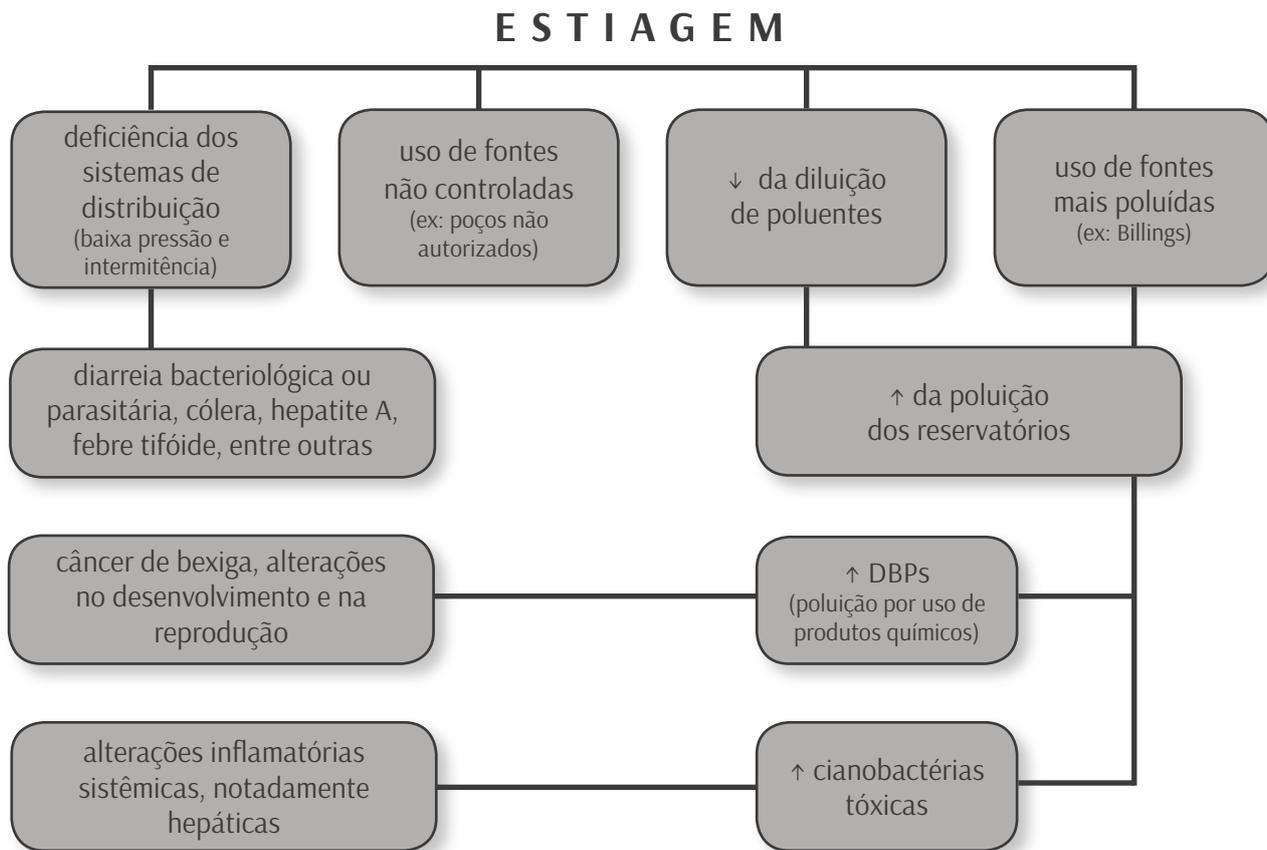
Os produtos das atividades humanas (esgoto, detergente e outros) têm resultado num acúmulo excessivo de nutrientes nos corpos de água doce (eutrofização), o que aumenta a ocorrência e a intensidade de cianobactérias nos reservatórios de água (Pantelic et al., 2013; Fonseca et al., 2014; Sant’Anna et al., 2011) e altera o gosto e a coloração da água. O excesso de nutrientes (principalmente nitrogênio e fósforo), somado ao calor (acima de 20°C), à luz solar em condições de água parada, cria situações favoráveis para a proliferação de cianobactérias (Cheung et al., 2013). O fenômeno altera o ecossistema aquático com prejuízos socioeconômicos e de saúde. A diminuição do oxigênio na água, em última análise, resulta na mortandade de peixes. Uma das consequências é a redução da atividade turística nas regiões afetadas, a qual impacta a economia devido ao elevado custo para sua restauração.

Dentre os compostos produzidos pelas cianobactérias, muitos são hepatotóxicos, neurotóxicos ou dermatotóxicos (Cheung et al., 2013) e alguns, como a microcistina, provocam câncer (IARC, 2010). Esses compostos já fazem parte dos padrões de qualidade estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Outras toxinas produzidas por cianobactérias têm graves efeitos de longo prazo. Entre elas estão anatoxina (arritmia cardíaca), lyngybia (câncer de pele), cilindrospermopsina (falência hepática), entre outras (Cheung et al., 2013). A alta concentração de nutrientes na água e o aumento gradativo de temperatura provocado pelo aquecimento global podem favorecer a predominância de compostos tóxicos sobre não tóxicos (Merel et al., 2013).

Em 1988, após um episódio de enchente na Bahia, um surto de infecção gastrointestinal matou 88 pessoas e deixou dois mil doentes, devido à contaminação por cianobactéria da água para consumo humano da região (Teixeira et al., 1993). Em 1996, 52 dentre 116 pacientes

de uma clínica de hemodiálise em Caruaru, Pernambuco, morreram em razão da presença de microcistina na água utilizada na diálise. Oitenta e nove por cento desses pacientes apresentaram algum sintoma adverso como vômito, náusea, tontura e fraqueza muscular (Azevedo et al., 2002). Além de contaminar diretamente a água por meio da liberação de toxinas, o aumento das cianobactérias também resultou em exposição aumentada aos DPQ (Cheung et al., 2013).

Atualmente, os processos convencionais de tratamento da água, se conduzidos de forma adequada, são efetivos na remoção de toxinas (Cheung et al., 2013). Vale ressaltar que, além de reduzir a incidência de diarreia e outras infecções entéricas, a melhoria na qualidade da água dos reservatórios pelo tratamento do esgoto diminuiria os problemas decorrentes do excesso de produtos aplicados. Acredita-se que sistemas de tratamento de esgoto podem reduzir o risco de diarreia em até 30% (Norman et al., 2010), o que chama a atenção para a questão da ocupação de áreas de mananciais, que é a origem de parte importante do esgoto não tratado depositado nas represas. Por concentrar os poluentes, a estiagem agrava ainda mais a poluição decorrente do não tratamento do esgoto. A implementação efetiva dos Planos de Segurança da água previstos na portaria federal (MS 2914/2011) (Valentim 2015) seria de grande auxílio no controle da poluição dos reservatórios.



**Figura 1** - Possíveis relações entre estiagem, poluição de reservatórios e saúde. Desinfecção por Produtos Químicos (DPQ).

## Alterações do microclima regional

As mudanças do microclima na RMSP resultam em inundações, por um lado, e falta de água, por outro, ambos com impactos significativos para a saúde. Em São Paulo, a diferença de temperatura entre o centro da cidade e a periferia pode ser de até 10°C. Consequência do processo de urbanização, o fenômeno conhecido como ilha urbana de calor tem origem na substituição da cobertura vegetal do solo por prédios, ruas, avenidas e outras construções de infraestrutura urbana. Tal cobertura do solo absorve mais luz solar, irradia calor e retém menos água, reduzindo a umidade para evaporação e resfriamento, comparado com a cobertura natural (Sobral, 2005; Lombardo, 1985). O desmatamento e a ocupação em áreas de mananciais contribuem para as alterações do microclima. A queima intensiva de combustíveis fósseis por veículos automotores e os altos prédios da cidade que atuam como barreiras para a ventilação também explicam parte do fenômeno (Sobral, 2005). Como resultado, durante o verão, a diferença de temperatura entre a zona central (quente) e a periférica (menos quente) da cidade aumenta eventos de chuva forte nas partes centrais da cidade (Silva Dias et al., 2013; Lombardo, 1985), muitas vezes sem ocorrência de chuvas nas áreas periféricas, justamente onde se localizam os reservatórios para abastecimento de água das cidades. Embora desconheçamos estimativas quantitativas da contribuição das ilhas de calor para a estiagem do verão 2013/2014, as alterações climáticas promovidas por elas têm contribuído para a diminuição da água nos reservatórios ao longo dos últimos anos.

As chuvas fortes favorecem enchentes com efeitos adversos para a saúde humana. Dentre os mais conhecidos e imediatos estão os traumas ortopédicos, afogamentos e doenças de veiculação hídrica como diarreias agudas, febre tifoide, cólera e hepatite A. A água parada da enchente também favorece a reprodução do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor da dengue e chikongunya e zika vírus. Este último, além de febre, náusea, mialgia e manchas pelo corpo, pode prejudicar o desenvolvimento neurológico dos fetos e recentemente tem sido associado com o aumento significativo da incidência de microcefalia em neonatos no Brasil. Segundo dados do Centro de Vigilância Epidemiológica do Estado de São Paulo, o número total de casos de dengue no estado de São Paulo saltou de 7.554 em 2013 para 204.236 em 2014, ano de estiagem. Considerando que o verão mais seco reduz o risco de ocorrências de enchentes, o armazenamento residencial de água da chuva para enfrentar o desabastecimento emerge como possível fator colaborador para o surto de dengue. Dependendo da intensidade da chuva e características do local do evento, as inundações podem espalhar diversos químicos industriais e da agricultura, contribuindo para a contaminação da água e proliferação de bactérias, cujos prejuízos para a saúde serão discutidos mais adiante.

## Considerações finais

A efetividade da gestão da crise hídrica poderá ser alcançada por meio de um esforço interdisciplinar entre conhecimentos e esferas de governo. A saúde pública pode ser um guia norteador dessas políticas.

Do ponto de vista científico, estudos sobre os impactos das crises hídricas na saúde, ajustados para a realidade da Região Metropolitana de São Paulo, ainda são escassos. Assim, o evento de crise ocorrido entre 2012 e 2014 salienta a urgente necessidade de planejar estudos de longa duração que embasem políticas públicas de gestão da água. Tais estudos podem ajudar a prever os impactos adversos para a saúde das medidas de gestão da água antes da ocorrência dos mesmos, gerando oportunidades de prevenção. Tais estudos são fundamentais para garantir as conquistas da diminuição dos surtos de doenças infecciosas de origem hídrica, como a diarreia, que tanto prejudicaram o futuro das crianças brasileira. Ainda, evidências científicas locais robustas sobre os impactos dos químicos emergentes presentes na água na saúde individual e coletiva podem facilitar a regulamentação desses compostos, medida fundamental para a proteção da saúde coletiva.

A mídia deve informar a sociedade de maneira mais efetiva acerca da dimensão da crise hídrica, combatendo o senso comum de que São Paulo está inserida em uma área de disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade suficiente. A segurança hídrica na Região Metropolitana de São Paulo esteve na pauta dos principais meios de comunicação desde o início de 2014, mas é preciso ir além. É preciso enfatizar outros fatores importantes no entendimento integrado da crise hídrica, que não somente a falta de chuvas.

## Referências

ANDERSEN, Z. J. et al. Diabetes incidence and long-term exposure to air pollution: a cohort study. *Diabetes Care.*, v.35, n.1, p.92-8, 2012.

ANDRADE, M. F. et al. Air-quality model simulating photochemical formation of pollutants: the São Paulo Metropolitan Area, Brazil. *International Journal Environment and Pollution*, v.22, n.4, p.460-75, 2004.

AZEVEDO, S. M. F. O. et al. Human intoxication by microcystins during renal dialysis treatment in Caruaru\*/Brazil. *Toxicology*, v.181, p.441-6, 2002.

BELL, M. L.; ZANOBETTI, A.; DOMINICI, F. Who is more affected by ozone pollution? A systematic review and meta-analysis. *Am J Epidemiol.*, v.180, n.1, p.15-28, 2014.

BOVE, G. E.; ROGERSON, P. A.; VENA, J. E. Case Control Study of the Effects of Trihalomethanes on Urinary Bladder Cancer Risk. *Arch. Environ. Occup. Health*, v.62, n.1, p.39-47, 2007.

BRAGA, A. L. F.; ZANOBETTI, A.; SCHWARTZ, J. The effect of weather on respiratory and cardiovascular deaths in 12 U.S. cities. *Environmental Health Perspectives*, v.110, n.9, p.859-63, 2002.

CALDERÓN-GARCIDUEÑAS, L. et al. Long-term air pollution exposure is associated with neuroinflammation, an altered innate immune response, disruption of the blood-brain barrier, ultrafine particulate deposition, and accumulation of amyloid beta-42 and alpha-synuclein in children and young adults. *Toxicologic Pathology*, v.36, n.2, p.289-310, 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1177/0192623307313011>>.

CANTOR, K. P. et al. Polymorphisms in GSTT1, GSTZ1, and CYP2E1, disinfection by-products, and risk of bladder cancer in Spain. *Environ. Health Perspect.*, v.118, p.1545-50, 2010.

CHEUNG, M. Y.; LIANG, S.; LEE, J. Toxin-producing Cyanobacteria in Freshwater: A Review of the Problems, Impact on Drinking Water Safety, and Efforts for Protecting Public Health. *Journal of Microbiology*, v.51, n.1, p.1-10, 2013.

COELHO-ZANOTTI, M. S. S.; MASSAD, E. The impact of climate on Leptospirosis in São Paulo, Brazil. *International Journal of Biometeorology*, v.56, n.2, p.233-41, 2012.

COSTET, N. et al. Water disinfection by-products and bladder cancer: is there a European specificity? A pooled and meta-analysis of European casecontrol studies. *Occup. Environ. Med.*, v.68, n.5, p.379-85, 2011.

ERCUMEN, A.; GRUBER, J. S.; COLFORD JUNIOR, J. M. Water distribution system deficiencies and gastrointestinal illness: a systematic review and meta-analysis. *Environ Health Perspect.*, v.122, p.651-60, 2014.

FAJERSZTAJN, L. et al. Air pollution: a potentially modifiable risk factor for lung cancer. *Nat RevCancer*, v.13, n.9, p.674-8, 2013.

FELIX, P. SP teve hiperepidemia de diarreia no primeiro ano da crise hídrica. *Estado de S. Paulo*. 28.7.2015. Disponível em: <<http://saude.estadao.com.br/noticias/geral,sao-paulo-teve-hiperepidemia-de-diarreia-no-ano-em-que-crise-hidrica-comecou,1733925>>.

FONSECA, B. M. et al. Biovolume de cianobactérias e algas de reservatórios tropicais do Brasil com diferentes estados tróficos. *Hoehnea*, v.41, n.1, p.9-30, 2014.

GASPARRINI, A. et al. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. *Lancet*. 2015. [Epub ahead of print]

IARC. World Health Organization International Agency For Research On Cancer. Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Ingested Nitrate and Nitrite, and Cyanobacterial Peptide Toxins., v.94, 2010. Disponível em: <<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol94/mono94.pdf>>.

JACOBI, P. R.; CIBIM, J.; LEÃO, R. S. Crise hídrica na Macrometrópole Paulista e respostas da sociedade civil. *Estudos Avançados*, v.29, n.84, p.27-42, 2015.

LEE, E. J.; SCHWAB, K. J. Deficiencies in drinking water distribution systems in developing countries. *J Water Health*, v.3, p.109-27, 2005.

LOMBARDO, M.A. *Ilhas de calor nas metrópoles: O exemplo de São Paulo*. São Paulo: Hucitec; Lalekla S.A Comércio e Indústria, 1985.

MARTIN, M. Durante a crise hídrica, casos de diarreia se multiplicam em São Paulo. *El Pais*. 16.7.2015. Disponível em: <[http://brasil.elpais.com/brasil/2015/07/10politica/1436557827\\_946009.html](http://brasil.elpais.com/brasil/2015/07/10politica/1436557827_946009.html)>.

MEREL, S. et al. State of knowledge and concerns on cyanobacterial blooms and cyanotoxins. *Environment International*, v.59, p.303-27, 2013.

NORMAN, G.; PEDLEY, S.; TAKKOUICHE, B. Effects of sewerage on diarrhoea and enteric infections: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Infect Dis.*, v.10, p.536-44, 2010.

PANTELIC, D. et al. Cyanotoxins: Characteristics, production and degradation routes in drinking water treatment with reference to the situation in Serbia. *Chemosphere*, v.91, n.4, p.421-41, 2013.

POPE, C. A. et al. Lung cancer, cardiopulmonary mortality and long-term exposure to fine particulate air pollution. *JAMA*, v.287, p.1132-41, 2002.

RICHARDSON, S. D.; TERNES, T. A. Water Analysis: Emerging Contaminants and Current Issues. *Anal. Chem.*, v.86, p.2813-48, 2014.

SANT'ANNA, C. L. et al. Checklist of Cyanobacteria from São Paulo State, Brazil. *Biota Neotrop.* 2011. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1a/en/abstract?inventory+bn0171101a2011>>.

SILVA DIAS, M. M. F. et al. Changes in extreme daily rainfall for São Paulo, Brazil. *Climatic Change*, v.116, n.3-4, p.705-22, 2013.

SOBRAL, R. H. Heat Island in São Paulo, Brazil. *Critical Public Health*, v.15, n.2, p.147-56, 2005.

SON, J. et al. The impact of temperature on mortality in a subtropical city: effects of cold, heat, and heat waves in São Paulo, Brazil. *Int J Biometeorol*. May 2015 [Epub ahead of print].

STIEB, D. M. et al. Ambient air pollution, birth weight and preterm birth: a systematic review and meta-analysis. *Environ Res.*, v.117, p.100-11, 2012.

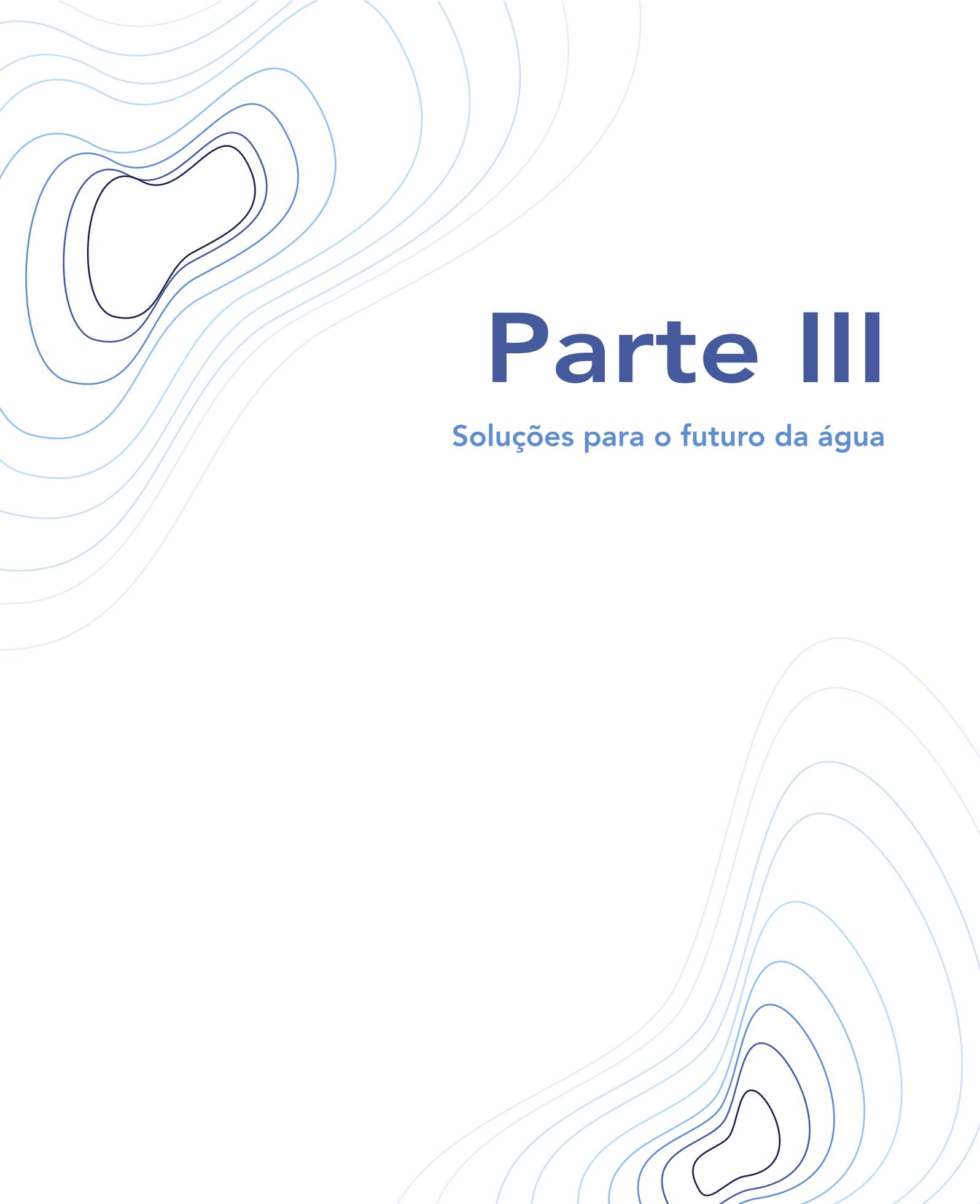
TEIXERA, M. G. L. C. et al. Gastroenteritis epidemic in the area of the Itaparica Dam, Bahia, Brazil. *Bull. Pan. Am. Health Organ.*, n.27, p.244-53, 1993.

UMBUZEIRO, G. A. The need of scientific based regulations of chemicals in water: A proposal for Brazil. *Applied Research in Toxicology*, v.1, n.1, p.48-9, 2015.

VALENTIM, L. S. O. O plano de segurança da água no contexto sanitário paulista The watersafetyplan in São Paulo healthcare setting. *BEPA*, v.12, n.141, p.35-40, 2015.

VILLANUEVA, C. M. et al. Disinfection byproducts and bladder cancer: a pooled analysis. *Epidemiology*, v.15, p.357-67, 2004.

VILLANUEVA, C. M. et al. Assessing exposure and health consequences of chemicals in drinking water: current state of knowledge and research needs, *Environ Health Perspectives*, v.122, p.213-21, 2014.

The background features abstract, flowing blue lines that resemble topographic contour lines or water ripples. These lines are more densely packed and darker in some areas, creating a sense of depth and movement. The overall aesthetic is clean, modern, and fluid.

# Parte III

Soluções para o futuro da água

# 8

## Alternativas para o futuro da água em São Paulo

### Introdução

Diante do cenário de incertezas, desconfiança e incapacidade por parte dos gestores públicos em dar respostas concretas à sociedade sobre a crise hídrica, diversas iniciativas têm surgido a partir da organização da sociedade.

Essas iniciativas têm sido protagonizadas por organizações não governamentais e movimentos sociais que reclamam o direito a informação, transparência e, por que não afirmar, o direito de acesso à água e ao saneamento.

A situação de crise hídrica em São Paulo, e também em outros estados e regiões do país, exige uma ação coletiva, integrada e de larga escala, com a participação de uma multiplicidade de atores sociais.

Este capítulo visa apresentar diversas ações da sociedade civil que podem apontar alternativas de governança da água. Além disso, questiona a ausência de transparência por parte dos gestores da água na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

---

Pedro Roberto Jacobi\*

Vanessa Empinotti\*\*

Edson Grandisoli\*\*\*

\* Instituto de Energia e Ambiente (IEE-USP); e Instituto de Estudos Avançados (IEA-USP)

\*\* Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas (CECS-UFABC)

\*\*\* Doutorando em Educação e Sustentabilidade pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (Procam-USP)

## Transparência na gestão da água

A transparência pode ocorrer em vários momentos da gestão. Se a gestão for participativa e descentralizada, como definida pela Lei das Águas n.9433, a transparência deveria se concretizar por meio da disponibilização de documentos e informações que irão fundamentar o processo de tomada de decisão. Após as decisões terem sido tomadas, a transparência pode também proporcionar o acompanhamento do andamento das ações e atividades escolhidas. Por outro lado, a transparência também possibilita ao usuário da água acompanhar e monitorar a qualidade da água que ele está recebendo, assim como seu fluxo, o sistema de distribuição ou a execução do tratamento de esgoto. É importante notar que a transparência na gestão dos recursos hídricos ocorre em diferentes momentos e também tem funções distintas. Vale ressaltar que a transparência não necessariamente pode levar à influência do processo de tomada de decisão, mas pode servir como uma ferramenta de monitoramento de ações propostas. O desdobramento de tais ações poderá fundamentar reivindicações pela melhoria do acesso à água em quantidade e qualidade igual para todos.

Para De Stefano et al. (2012), a participação pública permite que pessoas ou grupos de pessoas influenciem o resultado de decisões que vão afetá-las ou as interessarem. Nesse sentido, a participação pública é amplamente considerada um fator que melhora a qualidade os processos de governança da água (López-Gunn, 2002; Jacobi; Fracalanza, 2005; Jacobi et al., 2012). Porém, para que seja possível a participação pública nos processos de tomada de decisão, é necessário garantir a transparência e o acesso às informações para que os atores interessados possam se apropriar da problemática e, então, se engajar e cooperar em direção a ações de mitigação ou solução. Além da disponibilidade e do acesso, outra questão-chave relativa à transparência das informações sobre a gestão da água é que ela deve ser adaptada para ser compreendida por diferentes públicos (De Stefano et al., 2012).

O governo do estado de São Paulo e a Sabesp disponibilizaram as informações sobre os riscos dos reservatórios e os índices do Sistema Cantareira, após exigência feita pelo Ministério Público, em ação aceita pela Justiça. Assim, a Sabesp passou a divulgar outros dois índices para o Sistema Cantareira. Cabe observar que não ocorreu nenhum pronunciamento público oficial quanto às exigências do Ministério Público sobre a gravidade e complexidade da situação. Com base no Código do Consumidor e na Lei de Acesso à Informação, o Instituto de Defesa do Consumidor (Idec) conseguiu, por meio de representação junto ao Procon e ao Ministério Público Estadual, que a Sabesp fornecesse um mapa com a descrição detalhada das regiões que podem ser criticamente afetadas durante o racionamento.

As novas práticas de governança, a inclusão de atores sociais em novos espaços de negociação e o acesso à informação não só se tornaram chaves como também assumiram uma importância a ponto de servir como um fator de poder e influência sobre a tomada de decisão. Isso se deve ao fato de o

sistema de governança ambiental ser composto pelo elemento político, que consiste em balancear os vários interesses e realidades políticas; pelo fator credibilidade, instrumentos que apoiem as políticas, que faça que as pessoas acreditem nelas e pela dimensão ambiental (Jacobi et al., 2015).

## **A importância de priorizar o direito à água**

O uso do termo “segurança hídrica” vem crescendo nos últimos anos, impulsionado, dentre outros fatores, pela declaração, em 2010, do acesso à água e ao saneamento como direito humano pela ONU. No campo das políticas públicas, a definição mais difundida na literatura internacional compreende de forma integrada (i) a capacidade de garantir à população acesso sustentável a quantidade adequada de água de qualidade aceitável; (ii) evitar que as pessoas sofram com poluição e com desastres relacionados à água, como enchentes e estiagens; (iii) e preservar os ecossistemas responsáveis pela renovação da água; (iv) garantir clima de paz e estabilidade política. (UN-Water, 2013)

Para Aith e Rothbarth (2015), o reconhecimento jurídico-normativo formal da água como um direito humano fundamental não é expresso, com consequências jurídicas tanto para o exercício da cidadania com relação à água quanto para a definição de deveres claros que o Estado possui para assegurar esse direito. Um avanço institucional seria o reconhecimento inequívoco da água como um direito humano fundamental em nossa Constituição Federal ou em lei.

De acordo com Organização das Nações Unidas (ONU), o acesso à água potável e ao saneamento básico é um direito humano essencial, intrinsecamente ligado aos direitos a vida, saúde, alimentação e habitação, sendo responsabilidade dos Estados assegurar esses direitos a todos os seus cidadãos (United Nations, 2010). Absolutamente essencial à vida, a água enfrenta uma série de ameaças desde as alterações climáticas e o consumo excessivo e a má gestão até os conflitos entre países, regiões e populações. O debate ético sobre o uso da água implica uma reflexão sobre os direitos de acesso e a distribuição equitativa de água limpa entre pessoas, grupos, regiões ou países, e sobre quem pode determinar esses direitos.

Desde a perspectiva da ética, enquanto ramo da filosofia que estuda o comportamento moral em sociedade e suas condutas, o nível de uso dos recursos naturais tem atingido níveis muito acima do que se considera adequado, e no que concerne à água a situação é cada vez mais preocupante.

Nessa perspectiva, ao se abordar uma situação de crise hídrica, cabe relacionar a questão que envolve a escassez de água ao desequilíbrio do acesso e a problemas no atual modelo de governança, assim como aos conflitos da disponibilidade que afetam principalmente a população mais carente. Na medida em que a defesa do direito humano à água prioriza o abastecimento humano em detrimento dos usos econômico, se estabelecem obrigações aos Estados para que esse direito seja assegurado, e

dessa forma, a discussão que envolve uma crise hídrica tem relações com a disponibilidade, o acesso e utilização, e à degradação das águas, com impacto nas dimensões sociais, políticas e econômicas.

### **As articulações da sociedade civil durante a crise hídrica**

Ao se observar a sociedade civil e sua participação nesse contexto, verificou-se a emergência de muitos novos movimentos, que muitas vezes agregam poucos indivíduos e com poucos recursos financeiros, e que dependem principalmente da energia e vontade de fazer acontecer. Esses identificaram as diferenças entre os atores sociais para possibilitar uma articulação em rede, levando em consideração o tema da segurança como eixo de mobilização, principalmente na RMSP.

Uma das coalizões configurou articulação intelectual, técnica e política de mais de 70 organizações, que representam o engajamento de múltiplos atores numa concepção de governança participativa. Essas formas educativas de engajamento na transversalidade dos grupos, dos interesses, dos movimentos sociais, culturais, na vida flexibilizam e potencializam politicamente as estruturas rígidas de formação do sujeito e de seus grupos de pertencimento, pois favorecem e estimulam o diálogo entre os diversos atores sociais, cabendo à Universidade de São Paulo um papel estratégico no fortalecimento do diálogo com a sociedade.

No momento agudo da crise hídrica, uma das principais preocupações foi disseminar e promover acesso à informação sobre a situação em geral, e especificamente, em dar visibilidade à falta de água e identificar potenciais violações do direito humano à água e saneamento.

Os princípios norteadores de uma das articulações com maior presença de ONG e organizações da sociedade civil destacaram: água e saneamento como direitos humanos, e não mercadoria; responsabilidade compartilhada entre diferentes níveis de governo; a recuperação e manutenção dos ecossistemas que suportam os processos de renovação da água doce. Essas enfatizaram, também, a necessidade de promover uma transição do modelo de gestão atual para uma nova cultura, e que esse processo deve avançar na direção de que as políticas públicas e a governança ocorram em cinco áreas: cuidar das fontes de água em áreas rurais e urbanas; diminuir desperdício e perdas de água; tratar e reutilizar a água sempre que possível; rever instrumentos econômicos, como tarifas de serviços de saneamento e outorga de uso dos recursos hídricos; e, finalmente, ampliar participação e controle social.

Outra articulação que teve um papel relevante foi composta por entidades ligadas aos movimentos populares, sindicais, gestores municipais, ativistas e organizações não governamentais que defendem o acesso à água e ao saneamento como um direito humano fundamental nos moldes

da resolução aprovada pela Organização das Nações Unidas em 2010. Questionam a falta de transparência do governo do estado de São Paulo na provisão de informações sobre a gestão da água e sobre as obras que estão sendo autorizadas sem o devido conhecimento e controle dos cidadãos.

As ONG, portanto, mostraram sua criatividade e capacidade de utilização das mídias desenvolvendo plataformas virtuais que permitiram aproximar as pessoas que acessavam de suas fontes de água e ampliar o conhecimento sobre a situação de abastecimento dos diferentes municípios da Região Metropolitana de São Paulo. Também se criaram instrumentos nos quais os moradores da capital podem relatar quando e por quanto tempo faltou água em suas residências, e a partir da coleta das informações foi possível fazer mapas que mostravam as áreas mais afetadas com o desabastecimento na cidade. A finalidade foi que a sociedade tivesse uma melhor compreensão do problema existente e assim pressionar ainda mais o governo sobre o problema e cobrar soluções claras e imediatas.

Outras organizações mais vocacionadas para o tema da transparência e defesa do consumidor enfatizaram a necessidade da livre circulação de informações, a transparência e a prestação de contas, bem como a boa governança e o engajamento cívico nos processos decisórios relevantes. Essas produziram materiais informativos impressos e digitais, que permitiam que o consumidor informasse sobre a falta de água e demandasse transparência sobre a crise hídrica em São Paulo. Esse perfil de organizações (Tabela 1) enfatizou campanhas de mobilização da sociedade para o consumo consciente de água, com apoio de empresas de mídia e publicidade. A finalidade era disseminar um amplo repertório de dicas sobre consumo consciente de água com vídeos colaborativos. Priorizou-se chamar a atenção das pessoas para a importância das ações para reduzir o desperdício de água, com o objetivo de estimular o consumo consciente de água, e sugerindo como desenvolver comportamentos para promover seu uso consciente.

Dessa forma, a variedade de repertórios, enquanto prática da ação coletiva, envolve simultaneamente estrutura e cultura, e isso define as ações e se renovam enquanto aprendizado para as ações com maior probabilidade de sucesso (Tarrow, 2009). Apesar de essas articulações se manifestarem publicamente, a maioria dos coletivos foi se esvaziando, na medida em que os mananciais passaram a registrar níveis menos alarmantes. Esse esvaziamento reflete a complexidade do tema, pois a premissa da RMSP é configurar uma realidade que envolve questões estruturais, que em parte originaram o problema da crise hídrica.

**Tabela 1** - Organizações da Sociedade Civil que promoveram iniciativas inovadoras face à crise da água

Organização	Descrição	Referência
Aliança pela Água	Coalizão que tem como objetivo contribuir para a garantia da segurança hídrica no Estado de São Paulo, por meio da coordenação das várias iniciativas. Propõe uma nova cultura de cuidados com a água	<a href="http://www.aliancapelaagua.com.br">www.aliancapelaagua.com.br</a>
Assembleia Estadual da Água	Composta por coletivos, movimentos sociais, ONGs e ativistas. Defende, em primeiro lugar, a água enquanto um bem comum global, um direito humano.	Facebook
Instituto Socioambiental	Composta por coletivos, movimentos sociais, ONGs e ativistas. Defende, em primeiro lugar, a água enquanto um bem comum global, um direito humano.	<a href="http://www.isa.org.br">www.isa.org.br</a>
Artigo 19 (Article 19)	Atua sobre transparência e prestação de contas avaliando as práticas de transparência governamental e seus dispositivos de acesso à informação, e realizando campanhas pela divulgação de informação de interesse público	<a href="http://artigo19.org">artigo19.org</a>
Instituto Democracia e Sustentabilidade (IDS)	Juntamente com o Grupo de Pesquisa GovAmb vinculado ao Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo construíram o projeto denominado “A Crise hídrica e a mídia” para analisar e identificar as principais narrativas sobre a crise e compreender como a população estava sendo informada. Este projeto já foi concluído.	<a href="http://idsbrasil.org">idsbrasil.org</a>
IDEC	Na sua página na Internet informa os cidadãos sobre seus direitos face à falta de água e os caminhos a percorrer para exercê-los. Enfatiza que o risco iminente de falta de água nas torneiras tem servido apenas para justificar medidas controversas, que oneram o consumidor, não resolvem as origens da crise nem apresentam qualquer resultado prático no curto prazo.	<a href="http://idec.org.br">idec.org.br</a>
Instituto Akatu	O enfoque é na conscientização e mobilização da sociedade para o consumo consciente. Visam à mudança de comportamento do consumidor e priorizam duas frentes de atuação, a Educação e Comunicação, com o desenvolvimento de campanhas, conteúdos e metodologias, pesquisas e eventos.	<a href="http://akatu.org.br">akatu.org.br</a>

## O papel da mídia durante a crise hídrica

O IDS e o Grupo de Acompanhamento e Pesquisa em Governança Ambiental do Instituto de Energia e Ambiente da USP realizaram o levantamento e a análise de 503 notícias dos jornais *Folha de S. Paulo*, *O Estado de S. Paulo* e *O Globo* sobre a crise hídrica no estado de São Paulo de janeiro de 2014 a abril de 2015, com o objetivo de identificar as principais causas e origens da crise, os atores envolvidos e as soluções apontadas pelos diversos setores e divulgadas pela imprensa.

Segundo Marengo et al. (2015), tradicionalmente a recarga do Cantareira ocorre entre outubro e março, na estação chuvosa, para garantir o abastecimento na estação seca. No fim do verão 2013-2014, registraram-se os níveis mais baixos da série histórica, e em fevereiro de 2015, os reservatórios do Sistema Cantareira alcançaram o nível mais baixo desde 2013.

O tema é apresentado pela mídia aos leitores desde o final de 2013, inicialmente com base em notas esporádicas nos cadernos sobre “cotidiano”, e assume espaços cada vez maiores nos periódicos, à medida que o problema se agrava. Quando assume contornos políticos, mobilização social e repercussão internacional, a partir de fevereiro de 2015, o assunto passa a competir com questões políticas e econômicas pelo espaço nobre nas manchetes.

A pesquisa foi realizada em três fases (ou momentos):

- 1ª fase: jan./2014 a 15/out./2014, na qual 196 notícias foram mapeadas e analisadas e o contexto era a não aceitação da situação de crise por parte do governo. O resultado dessa primeira fase foi apresentado e discutido em mesa-redonda denominada “Políticas públicas e escassez hídrica no estado de São Paulo: governança, transparência e alternativas para a crise”, realizada em 27 de novembro de 2014, promovida pelo IEE/USP, e contou com a presença de diversos especialistas que concordaram com a necessidade de os comunicadores trazerem um novo olhar para a questão da água. Esses enfatizaram a importância de um novo entendimento sobre disponibilidade, qualidade e valor da água, não apenas o valor financeiro, mas o valor em relação à preservação e manutenção da vida. Também se destacou que assuntos fundamentais que a mídia deve abordar são: o conceito de água e direitos humanos e a importância de transparência da informação. Mais informação no site: <<http://www.idsbrasil.org/multimidia/1/>>
- 2ª fase: 16/out./2014 a fev./2015, na qual 182 notícias foram mapeadas e analisadas e o contexto era aceitação da crise pelo governo.
- 3ª fase: mar./2015 a abril/2015, na qual 125 notícias foram mapeadas e analisadas e o contexto foi o início de tomada efetiva de algumas ações de combate à crise pelo governo.

O resultado completo dessa pesquisa foi apresentado para discussão no dia 15 de setembro de 2015, no auditório do Instituto de Estudos Avançados da USP (IEA-USP) e, a título de comunicação, criou-se um infográfico (Figura 1).

O resultado da pesquisa mostrou que de cada dez reportagens publicadas na grande imprensa, no período da pesquisa, referentes à crise hídrica na Grande São Paulo, 70% abordaram as possíveis soluções para a crise. Até o início de 2015, a integração dos sistemas de abastecimento de água foi a principal solução apontada nas reportagens. Cabe destacar que a prática do reúso e o incentivo à redução do consumo apenas ganharam mais atenção num período subsequente, após os primeiros meses de 2015.

Mais informações disponíveis pelo link: <<http://www.iea.usp.br/noticias/discurso-midiatico-revelou-as-vozes-dominantes-durante-crise-de-agua-em-sao-paulo>>.

Além disso, a pesquisa mostrou que:

- Nas três fases, 7 em cada 10 atores citados pela imprensa como fontes representavam o setor público. Contudo, com o passar do tempo, os discursos se descentralizaram e outras vezes passam a ganhar espaço: ONG, universidades, com ênfase para diversos docentes da USP que participaram de inúmeros eventos dentro e fora da USP, movimentos sociais e os Comitês de Bacias Hidrográficas são pouco mencionados nas três fases.
- A falta de chuva foi, em todas as fases, a causa mais mencionada, mas as referências à má gestão aumentam a partir da segunda fase. Desmatamento e alterações de uso do solo não receberam o devido destaque.
- Até o início de 2015, a integração dos sistemas de abastecimento era apontada como a principal solução. Depois, o consumo e o reúso passam a receber mais atenção. Em todas as fases, a maioria das soluções apontadas era de caráter emergencial. Sete em cada 10 notícias analisadas tratavam de alguma possível solução para a crise.
- Apenas na terceira fase, foram destacadas as ações tomadas em relação à crise. Uma em cada cinco matérias mencionava a diminuição da pressão da água. As obras de integração dos sistemas aparecem logo em seguida entre as mais comentadas. Oito em cada 10 notícias tratavam de medidas emergenciais.

Dentre os diversos fatores que levaram à crise hídrica no estado de São Paulo, poucas vezes a mídia mencionou a degradação ambiental das áreas de mananciais. Esse alerta havia sido percebido quando a primeira fase da pesquisa foi finalizada, em novembro de 2014.

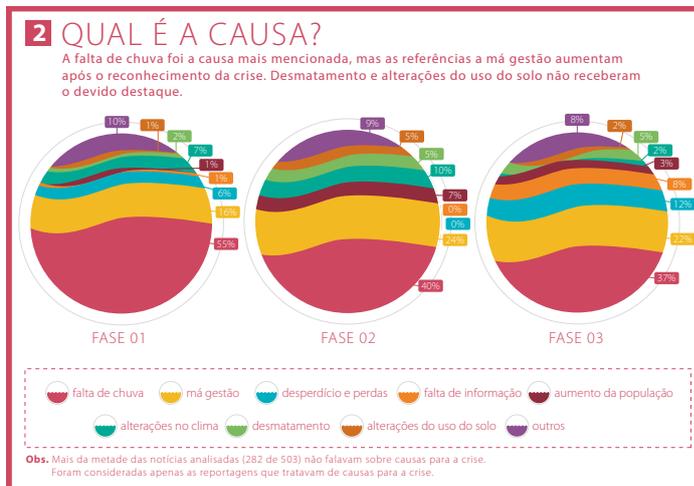
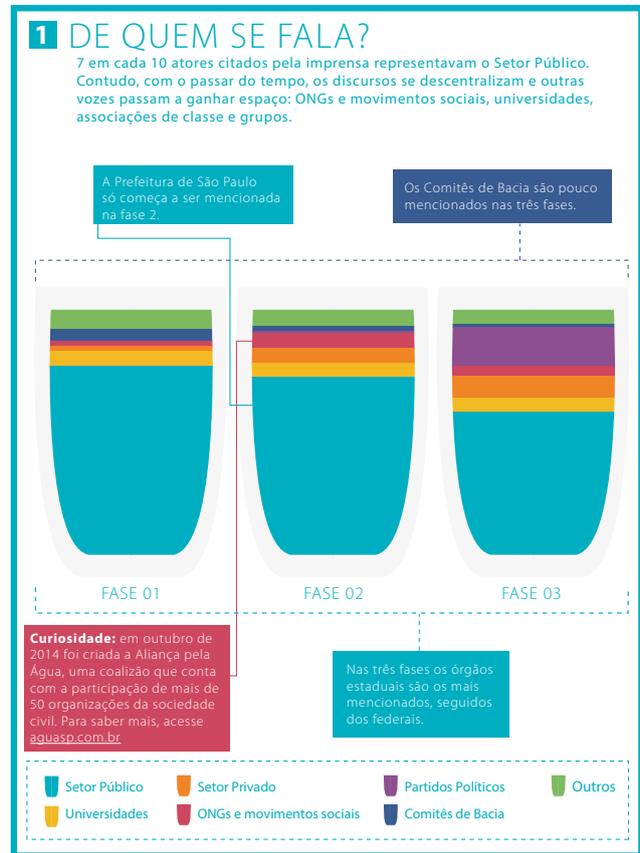
# CRISE HÍDRICA E A MÍDIA

## Governança e gestão hídrica à luz da imprensa no estado de SP

Infográfico:



**METODOLOGIA**  
503 notícias avaliadas, entre janeiro de 2014 e abril de 2015.





Pesquisa realizada pelo IDS em parceria com IEE/USP, no âmbito do acordo de cooperação técnico-científica. Foram avaliadas 503 notícias, publicadas entre janeiro de 2014 e abril de 2015, nos jornais O Estado de São Paulo, Folha de S. Paulo e O Globo. Não foram consideradas notícias que tratavam exclusivamente de variações nos volumes dos reservatórios.

**Figura1-** A comunicação da crise hídrica do Estado de São Paulo  
 Fonte: IDS, IEE e Data4Good (2015).

## Estratégias, alternativas e respostas

Durante todo o período da crise da água multiplicou-se a disseminação de respostas inovadoras e iniciativas que promovem respostas pautadas por uma abordagem de sustentabilidade. Trata-se de alternativas que abrangem vários tipos de ações, escalas e alcances.

O “Movimento Cisterna Já”, iniciativa independente de cidadãos preocupados em aumentar a resiliência urbana diante da crise da água, é um movimento totalmente colaborativo e horizontal. Foi criado para ensinar as pessoas a fazerem suas próprias cisternas. A página tem o objetivo de promover

a capacitação para a captação e aproveitamento de água de chuva. Mais informações no link: <[https://pt.wikiversity.org/wiki/Cisterna\\_Já](https://pt.wikiversity.org/wiki/Cisterna_Já)>.

Outro tema de fundamental importância está associado ao aproveitamento de água subterrânea. A USP tem tido um papel muito relevante, e o vice-diretor do Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas, Prof. Ricardo Hirata, ao apresentar diagnóstico que 10 mil l/s de água, que estão estocados debaixo da terra poderiam ser aproveitados na rede pública, propôs um programa de incentivo do governo para que o setor privado invista na abertura planejada de mais 12 mil poços artesianos legalizados, considerando que se estimam em 60% dos poços na região como clandestinos.

A ênfase de diversos docentes da USP é na implementação de soluções no contexto da crônica escassez hídrica na região, destacando o fortalecimento de políticas que enfatizem água de reúso para consumo humano, que tem no professor Ivanildo Hespanhol da Poli/USP uma liderança nacional. Segundo o professor Hespanhol, é muito importante o desenvolvimento de ações de educação ambiental, no sentido de promover a valorização da qualidade da água e a revisão das normas de uso da água não potável, e existe a tecnologia para tratar água de qualquer esgoto e produzir água potável. Mais informações no link: <<http://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,sabesp-faz-mapa-de-200-pocos-particulares-em-sp,1752714>>.

Ainda cabe destacar as diversas métricas na gestão da água, enfatizando o enfoque da Pegada Hídrica. Nos últimos 10 anos, os temas de métricas e a definição de coeficientes de eficiência do uso da água começaram a ser discutidos por órgãos do Estado e pelo setor produtivo. A elaboração do método da Pegada Hídrica impulsionou internacionalmente essa discussão, o que levou inclusive à criação de uma ISO específica para a água (ISO 14046), lançada em 2014. Tais métricas se propõem a auxiliar no entendimento do volume de água alocado no processo produtivo e assim desenvolver práticas e tecnologias que levem a melhoria da eficiência do uso de tal recurso. Inicialmente, a Pegada Hídrica foi utilizada para entendermos os fluxos de água virtual que ocorrem no momento em que bens são exportados, assim como a quantidade de água alocada no processo produtivo. Ao mesmo tempo, essa ferramenta de gestão passou a ser utilizada por empresas para acompanhar e definir estratégias de uso eficiente da água no seu processo produtivo.

A Pegada Hídrica surge como um indicador de sustentabilidade da água doce, e sua aplicação nos diferentes tipos de consumo estimula ações que promovem uso mais sustentável e racional da água. No contexto da metrópole, a Pegada Hídrica nos ajuda a entender como a população dessa área não depende apenas da água física presente e disponível no local, ao consumirmos produtos agrícolas e industriais produzidos em outras regiões. A água disponível nas metrópoles é principalmente alocada para o abastecimento público e atividades econômicas localizadas em seu território. As metrópoles, em geral, não são autossuficientes com relação à produção alimentar ou à geração de energia.

A Pegada Hídrica contribui, assim, na observação e identificação de novas fontes de água e na reflexão sobre o desenvolvimento de sistemas integrados que consideram diferentes fontes de água e suas diferentes utilizações. Nesse sentido, o manejo e a gestão da água nas metrópoles poderiam assumir uma nova dimensão ao proporcionar uma reflexão sobre o modelo predominante utilizado hoje para garantir a sua segurança hídrica e o acesso à água por seus habitantes e atividades econômicas.<sup>1</sup>

A seguir, destacam-se diversas iniciativas baseadas em métricas que têm aberto interessantes possibilidades de promover ações efetivas para mudar comportamentos, hábitos e práticas empresariais e de gestão da água em diversas escalas, escopos e atividades no intuito de promover eficiência e governança. O maior desafio é que empresas, todos os níveis de governo e comunidades locais colaborarem para garantir que a água seja governada e compartilhada de forma responsável.

**Tabela 2** - Métricas de cálculo de alocação da água

Iniciativas	Responsáveis	Informações
Global Reporting Initiative (GRI)	Setor privado e org. Sociedade civil	<a href="http://www.globalreporting.org">www.globalreporting.org</a>
Global Water Tool (WBCSD)	Org sociedade civil e setor privado	<a href="http://www.wbcds.org">www.wbcds.org</a>
ISO 14046 Water Footprint – Principles, Requirements and Guidelines	Estado, setor privado e universidades	<a href="http://www.iso.org/iso/home.htm">www.iso.org/iso/home.htm</a>
McKinsey water report: Changing our Water Future	Consultoria	<a href="http://www.mckinsey.com/clientservice/water/char ting_our_water_future.aspx">www.mckinsey.com/clientservice/water/char ting_our_water_future.aspx</a>
The Ruggie Framework for Business and Human Rights	ONU, setor privado	<a href="http://www.reports-and-materials.org/Ruggie-report-7-Apr-2008.pdf">www.reports-and-materials.org/Ruggie-report-7-Apr-2008.pdf</a>
Strategic Water Management Framework (Australia Minerals)	setor de mineração	<a href="http://www.bom.gov.au/water/standards/w asb/awas.shtml">http://www.bom.gov.au/water/standards/w asb/awas.shtml</a>

1. Cf. disponível em: <<http://www.ihu.unisinos.br/entrevistas/544637-pegada-hidrica-e-o-uso-consciente-da-agua-nas-metropoles-entrevista-especial-com-vanessa-empinotti>>.

Iniciativas	Responsáveis	Informações
Global Reporting Initiative (GRI)	Setor privado e org. Sociedade civil	<a href="http://www.globalreporting.org">www.globalreporting.org</a>
Global Water Tool (WBCSD)	Org sociedade civil e setor privado	<a href="http://www.wbcd.org">www.wbcd.org</a>
ISO 14046 Water Footprint – Principles, Requirements and Guidelines	Estado, setor privado e universidades	<a href="http://www.iso.org/iso/home.htm">www.iso.org/iso/home.htm</a>
McKinsey water report: Changing our Water Future	Consultoria	<a href="http://www.mckinsey.com/clientservice/water/char ting_our_water_future.aspx">www.mckinsey.com/clientservice/water/char ting_our_water_future.aspx</a>
The Ruggie Framework for Business and Human Rights	ONU, setor privado	<a href="http://www.reports-and-materials.org/Ruggie-report-7-Apr-2008.pdf">www.reports-and-materials.org/Ruggie-report-7-Apr-2008.pdf</a>
Strategic Water Management Framework (Australia Minerals)	setor de mineração	<a href="http://www.bom.gov.au/water/standards/w asb/awas.shtml">http://www.bom.gov.au/water/standards/w asb/awas.shtml</a>
UN CEO Water Mandate	ONU, Pacific Institute e setor privado	<a href="http://www.unglobalcompact.org/what-is-gc/our-work/environment/water">www.unglobalcompact.org/what-is-gc/our-work/environment/water</a>
UNEP/SETAC Life Cycle Initiative	Universidade e setor privado	<a href="http://fr1.estis.net/sites/lcinit/">fr1.estis.net/sites/lcinit/</a>
Water Footprint Network	Universidades, ONU, IFC, org. não governamentais e setor privado	<a href="http://www.waterfootprint.org">www.waterfootprint.org</a>
Water Footprint Neutrality and Efficiency Project	ONU	<a href="http://www.unep.fr/en/about/index.htm">www.unep.fr/en/about/index.htm</a>
Water Neutral Offset Calculator	Org. Sociedade Civil	<a href="http://www.allianceforwaterefficiency.org/w ater-offset-report-release.aspx">http://www.allianceforwaterefficiency.org/w ater-offset-report-release.aspx</a>
WaterSense Certification Scheme	Estado	<a href="http://www.epa.gov/WaterSense/">www.epa.gov/WaterSense/</a>
Water Stewardship Initiative	Org. Sociedade Civil	<a href="http://www.waterstewardshipinitiative.com">www.waterstewardshipinitiative.com</a>
Water Witness International	Org. Sociedade civil	<a href="http://www.waterwitness.org">www.waterwitness.org</a>
World Economic Forum Water Initiative	Setor privado e org. não governamentais	<a href="https://www.weforum.org/projects/global-water-initiative">https://www.weforum.org/projects/global-water-initiative</a>

## O desafio de propor uma Nova Cultura da Água

Para Arrojo (2006), o avanço para sociedades sustentáveis é parte componente do desafio ético para promover uma nova cultura da água. O autor enfatiza que o modelo de globalização reforça o enfoque tradicional da gestão da água que tem os cidadãos como um recurso, promovendo sua mercantilização, assim como a liberalização dos serviços de abastecimento e saneamento. Cabe observar que esse modelo baseado no consumo tem provocado uma crescente escassez da água doce no planeta. A água, portanto, deve ser reconhecida como prioritária e garantida desde a perspectiva da ética, equidade, governabilidade participativa, sustentabilidade e dos direitos humanos.

Esse olhar implica um “fazer coletivo” que configura importantes estratégias, que englobam um conjunto de atores e práticas, podendo ser um elemento inovador para a construção de pactos de governança no futuro da gestão ambiental, fomentando a compreensão e o acolhimento de novos paradigmas que possam informar novas escolhas do poder público e da sociedade, numa perspectiva de avanço rumo à sustentabilidade socioambiental.

Na Espanha a missão da Fundación Nueva Cultura del Agua, por exemplo, consiste em recolher, integrar, gerar e transmitir conhecimento e valores para promover a adoção dessa nova cultura, entendida como uma mudança de paradigma em direção à sustentabilidade ambiental, econômica, social e cultural com foco numa visão ecossistêmica e patrimonial da água. Iniciou-se a partir de meados dos anos 1990, formada por profissionais de diversas áreas de conhecimento que propunham uma mudança na política de gestão das águas visando ações mais racionais e sustentáveis. Os valores que permeiam essa proposta se assentam em ações baseadas na geração e transmissão de conhecimento e valores humanos para promover a adoção de uma Nova Cultura da Água, que demanda uma participação ativa da sociedade.<sup>2</sup>

Para Pedro Arrojo, um dos iniciadores e principal multiplicador dessa abordagem, os valores a serem transmitidos para a sociedade civil são principalmente: a independência, a transparência, a integridade, a responsabilidade, o espírito crítico, a transdisciplinaridade e a equidade com as gerações presentes e futuras.

Isso demanda um compromisso com educação focada na água em uma perspectiva ampla que possa promover mudanças no nível pessoal e cultural na direção de sociedades mais sustentáveis e solidárias. Para que esses objetivos sejam atingidos torna-se essencial desenvolver instrumentos de educação, que possibilitem promover mudanças profundas nas escalas de valores e no modo de

---

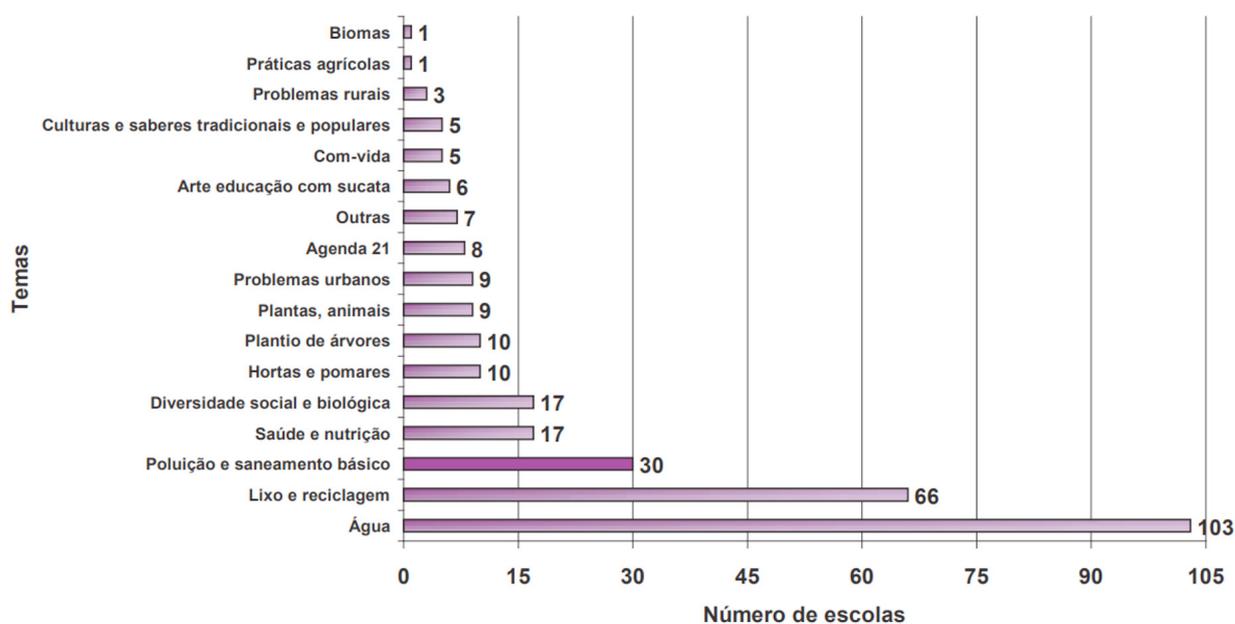
2. Para saber mais acesse: <<http://www.fnca.eu/>>.

vida, sob uma ética que reorienta as relações sociais quanto aos usos e a percepção da água e da natureza como um todo.

## Práticas educativas para transformar a relação da sociedade com a água

No ano de 2007, a Secad (2007) lançou o documento intitulado “Educação na diversidade: o que fazem as escolas que dizem que fazem educação ambiental.” A publicação foi fruto de uma pesquisa realizada com 418 escolas brasileiras e, infelizmente, foi uma das últimas que trouxeram de forma mais sistematizada as temáticas desenvolvidas pelas escolas relacionadas à Educação Ambiental.

Nesse documento, a “água” foi a citada como a temática mais trabalhada nas escolas por meio de projetos e atividades de Educação Ambiental (Figura 2).



**Figura 2** - Distribuição das escolas segundo a temática abordada nos projetos (primeira prioridade)

Fonte: Secad, 2007.

Apesar de falta de informação, a água ainda certamente ocupa os primeiros postos na preferência das escolas, juntamente com temas como resíduos, poluição, hortas e biodiversidade.

Esse quadro já histórico relacionado ao tema da água na Educação Formal certamente se repete, dentro de determinados parâmetros, na educação não formal e informal, especialmente naqueles territórios que enfrentam de forma mais intensiva o desafio da escassez hídrica.

Nessa direção, a crise hídrica, que atingiu dezenas de municípios entre os anos 2013 e 2016, trouxe novamente a temática da água como fundamental, tanto em sua prevenção como em seu enfrentamento.

Dessa forma, a prevenção e enfrentamento da crise hídrica por meio da educação depende do envolvimento direto de diferentes atores por meio do diálogo, a fim de trazer à tona toda a complexidade desse desafio e deixar claras as muitas incertezas e interesses relacionados a esse, bem como diversos outro desafio socioambiental.

O caminho da participação e da busca por soluções consensuadas colabora no desenvolvimento de uma visão integrada do mundo e de como tem se dado o estabelecimento das diversas relações do ser humano entre si e com a natureza (Bacci; Pataca, 2008).

Na contramão dessa necessidade, o processo educativo, historicamente, tem fragmentado, isolado e criado diferentes frentes de conhecimento especializado, dificultando (ou impedindo) o estabelecimento de conexões de causa e consequência, de atores e suas responsabilidades, tornando as ações educativas apolíticas e desmobilizadoras.

Somado a esse fator, mais recentemente, a nova Base Nacional Curricular Comum deixa de trazer de forma explícita a importância do desenvolvimento de programas, projetos e atividades de Educação Ambiental. De fato, até a última versão disponível, a expressão “Educação Ambiental” não havia sido citada sequer uma única vez em todo documento. Grupos ligados à Educação Ambiental têm se mobilizado e marcado presença nessa discussão, a fim de não permitir um esvaziamento ainda maior da temática socioambiental no ensino formal.

Tal fato coloca o ensino brasileiro na direção oposta ao que está sendo pensado, construído e já executado em diferentes países da América Latina e, em especial, da Europa, onde a Educação para a Sustentabilidade tem inspirado novas formas de organização escolar e do currículo, colocando o ambiente como eixo norteador de ações, promovendo, dessa forma, uma nova relação pautada na ética, na solidariedade e no senso de coletividade, estabelecendo, com isso, uma nova relação entre ensino e aprendizagem.

Apesar de a pauta socioambiental ter recebido pouca atenção, muitas instituições de ensino, em seus diferentes níveis, já têm sedimentadas práticas de Educação Ambiental, fruto de um processo histórico de mais de 50 anos no Brasil. Mais recentemente, muitas universidades têm se dedicado a instaurar em seus campi e comunidade projetos de ambientação, tanto do espaço quanto curricular, seguindo a tendência também observada em diferentes países.

A temática da água traz consigo enorme potencial didático-pedagógico e de transformação, pois serve como eixo aglutinador para temas como alimentação, consumo consciente, manutenção da biodiversidade e serviços ecossistêmicos, saneamento, entre tantos outros. Tal fato, certamente, colabora para a realização de um trabalho verdadeiramente interdisciplinar focado na complexidade dos atores e processos ambientais, sociais, culturais e políticos.

## Considerações finais

Diante da crise, em 2014 e 2015, ao se observar a sociedade civil e sua participação, verificou-se a emergência de iniciativas que demonstraram a capacidade de articulação de múltiplos atores diante do paradigma da escassez e da construção de uma visão crítica sobre a gestão da água.

A mobilização de vários atores e iniciativas demonstrava a preocupação no que diz respeito a formas de enfrentar a situação de crise. Nesse contexto emergem diversas articulações que apoiadas no ativismo via internet ampliam o debate e os espaços públicos para contribuir com a construção da segurança hídrica em São Paulo.

Essas iniciativas começaram a se multiplicar no sentido de mobilizar e alertar empresas, governos e a sociedade civil para a urgência de ações concretas para o uso racional de água, para consumo consciente de água, que contou com diversas ações integradas e apoio de organizações da sociedade civil. E a principal demanda se deu por transparência em face da cidadania que cobrava informações sobre o abastecimento e a redução da pressão de água alegando omissão dos órgãos responsáveis. A mobilização durante o longo período de crise foi importante, destacando-se o papel das mídias e redes sociais como ferramentas de articulação e motivadores de mobilização. Entretanto, na medida em que a situação hídrica se recuperou a partir de 2016, praticamente todas as articulações perderam sua capacidade de mobilização e o tema da segurança hídrica ficou esvaziado. Mesmo se alguns atores sociais envolvidos enfatizam a importância de multiplicar a percepção sobre a necessidade de uma Nova Cultura da Água, que envolve principalmente maior participação da sociedade em solidariedade nos períodos de escassez prolongados, a criatividade e a busca por soluções simples e de baixo custo para enfrentar esses momentos ganham lugar no imaginário e na prática da população. Da mesma forma, volta-se para a Educação, mais especificamente para a Educação para a Sustentabilidade, como caminho para a formação de novos cidadãos mais informados sobre sua participação como parte do problema, mas, também, parte da solução.

Quanto à imprensa, por sua vez, reproduziu os poderes constituídos e proporcionou pouco espaço para que a identidade da sociedade civil pudesse se manifestar pela sua perspectiva, fato evidenciado durante a crise hídrica. Porém, também é importante destacar o papel das mídias alternativas, na medida em que as mídias tradicionais pouco espaço criaram para debater temas que são coletivos. As mídias alternativas como os blogs e os grupos que se organizam nas redes sociais, diante da injustiça social que envolvia o tema, cumpriram um papel relevante que possibilitou atingir um nível de organização e mobilização em face de uma imprensa que escamoteava informação mais detalhada sobre as assimetrias regionais, notadamente nos bairros mais distantes de um acesso equitativo à água.

Não se pode falar em ética da água sem que haja uma distribuição solidária dos recursos hídricos. As necessidades de todos os segmentos da sociedade devem ser consideradas, partindo-se do princípio da isonomia, para que todos os setores tenham seu acesso a esse bem garantido. Também devem ser analisados os benefícios dessa distribuição em oposição aos custos sociais e econômicos, cabendo considerar as diferenças regionais.

A ênfase em práticas que estimulam a interdisciplinaridade e a transversalidade revela o potencial que existe para sair do lugar-comum, e o trabalho com temáticas que estimulam mudanças no comportamento, responsabilidade social e ética ambiental estimula outro olhar. Trata-se da importância de se compreender a complexidade envolvida nos processos e o desafio de ter uma atitude mais reflexiva e atuante, por conseguinte tornando os envolvidos mais responsáveis, cuidadosos e engajados em processos colaborativos com o meio ambiente, e particularmente com a água. Observam-se mudanças, na medida em que se multiplicam processos de certificação, articulações dos empresários para promover estruturas globalmente consistentes e localmente adaptáveis para inspirar decisões e incentivar a ação coletiva para promover o uso sustentável de água doce, e planos de recuperação de áreas degradadas.

O caminho para sociedades sustentáveis se fortalece na medida em que se desenvolvam práticas educativas que, pautadas pelo paradigma da complexidade, aportem para a escola e os ambientes pedagógicos uma atitude reflexiva em torno da problemática ambiental. Vivemos numa sociedade cada vez mais pragmática, e a formação de novas mentalidades, conhecimentos e comportamentos implica a necessidade de se multiplicarem as práticas sociais baseadas no fortalecimento do direito ao acesso à informação e à educação em uma perspectiva integradora (Jacobi; Grandisoli, 2017).

Para a construção real de práticas capazes de estruturar as bases de uma sociedade sustentável, coloca-se a necessidade de fortalecimento de comunidades de prática (Wenger, 1998)<sup>3</sup> e da Aprendizagem Social (Jacobi, 2011). Essas são caracterizadas como processos que permitem ampliar o número de pessoas no exercício do conhecimento e a comunicação entre essas pessoas, de modo a potencializar interações que tragam avanços substanciais na produção de novos repertórios e práticas de mobilização social para a sustentabilidade.

Os referenciais da Aprendizagem Social se inserem nas práticas socioambientais educativas de caráter colaborativo, que têm se revelado como veículo importante na construção de uma nova cultura de diálogo e participação (Jacobi et al., 2009). Como *práxis educativa* engajada e política, abre-se

---

3. Conforme Wenger (1998): “Comunidades de prática são grupos de pessoas que compartilham uma preocupação ou paixão por algo que fazem e aprendem como fazê-lo melhor na medida em que interagem com regularidade”.

um estimulante espaço para a construção de eixos interdisciplinares em torno dos quais se tece uma nova cultura para uma formação abrangente, a partir de uma abordagem sistêmica e complexa.

A Aprendizagem Social demonstra que o aprendizado conjunto é fundamental para as tarefas comuns e isso reforça a dimensão da participação, compartilhamento e corresponsabilização para decidir quais cenários de sustentabilidade são desejados. Isso implica promover mais colaboração e desenvolver práticas comunicativas que estimulem um engajamento cooperativo e não diretivo dos diversos atores envolvidos. As atividades de educação ambiental, decorrentes de processo participativo, podem oferecer oportunidades de aprendizagem e mudança, potencializando ganhos mútuos por meio das interações, na medida em que nos diálogos os diferentes atores envolvidos aprofundam o conhecimento sobre os aspectos que mais os afetam e têm a possibilidade de novas aprendizagens e instrumentos de ação.

Num processo de Aprendizagem Social, novas práticas sociais e conhecimentos sobre os contextos socioambientais são estratégicos, sendo muito importante que os participantes aceitem a diversidade de interesses, de argumentos e de conhecimento e que também percebam que um problema complexo poderá ser resolvido por meio de práticas colaborativas, que se sustentam na disseminação de informação, conhecimento e atividades em rede.

Na experiência reflexiva do ser humano se assenta, assim, o seu potencial de produzir cultura e intervir na história. Se entendermos as experiências de vida como berço das interações socioambientais que o indivíduo estabelece na formação contínua de sua identidade, veremos, que a formação de uma sensibilidade ambiental e o engajamento nas causas ecológicas estão associados à disponibilidade e à qualidade das experiências de aprendizagem que o indivíduo vivencia, e mais sintonizadas com a cultura da paz, da justiça social e da sustentabilidade (Jacobi; Grandisoli, 2017).

Num contexto de escassez hídrica, o desafio de promover uma mudança na dinâmica de consumo evidencia cada vez mais a necessidade de ampliar o envolvimento público por meio de iniciativas que possibilitem um aumento do nível de percepção dos problemas ambientais dos moradores, garantindo a informação e a consolidação institucional de canais abertos para a participação numa perspectiva pluralista. A educação ambiental para a sustentabilidade deve não apenas destacar os problemas ambientais que decorrem da desordem e degradação da qualidade de vida nas cidades e regiões, mas gerar propostas alternativas que contribuam para a melhoria da qualidade de vida.

## Referências

AITH, F. M. A.; ROTHBARTH, R. O estatuto jurídico das águas no Brasil. *Estudos Avançados*, v.29, n.84, p.163-177, ago. 2015.

ARROJO, P. Los retos éticos de La nueva cultura Del água. *Polis, Revista de La Universidad Bolivariana*, v.5, n.14, 2006.

BACCI, D. L. C.; PATACA, E. M. Educação para a água. *Estudos Avançados*, v.22, n.63, 2008.

DE STEFANO, L. et al. Public participation and transparency in water management. In: DE STEFANO, L.; LLAMAS, M. R. (Ed.) *Water, Agriculture and the Environment in Spain can we square the circle?* Leiden: CRC Press, 2012. p.217-25.

JACOBI, P. R.; CIBIM, J.; SOUZA LEÃO, R. Crise hídrica na MMP e respostas da sociedade civil. *Estudos Avançados*, v.29, n.84, 2015.

JACOBI, P. R.; FRACALANZA, A. P. Comitês de bacias hidrográficas no Brasil: desafios de fortalecimento da gestão compartilhada e participativa. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*, n.11-12, p.41-9, jan./dez. 2005.

JACOBI, P.R. et al. A função social da educação ambiental nas práticas colaborativas: participação e engajamento. *Cadernos CEDES*, v.29, n.77, 2009

JACOBI, P. R. (coord). *Aprendizagem Social- Dialogos e Ferramentas Participativas: Aprender Juntos para Cuidar da Água*. São Paulo:IEE/PROCAM, 2011.

JACOBI, P. R.; GRANDISOLI, E. *Água e sustentabilidade: desafios, perspectivas e soluções*. São Paulo: IEE-USP; Reconnectta, 2017.

JACOBI, P. R.; GÜNTER, W. M. R.; GIATTI, L. L. Agenda 21 e Governança. *Estudos Avançados*, v.26, n.74, p.331-9, 2012.

LÓPEZ-GUNN, E. La participación de los ciudadanos y usuarios en La directiva Marco Europea: El caso de España. In: AIH-GE Presente y futuro Del água subterrânea em Espanha y La Directiva Marco Europea. Zaragoza: Outubro, 2002.

MARENGO, J. A et al. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. *Revista USP*, n.106, p.31-44, jul./ago./set., 2015.

SECAD. *Educação na diversidade: o que fazem as escolas que dizem que fazem educação ambiental*. Org. Rachel Trajber, Patrícia Ramos Mendonça. Brasília: Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização e Diversidade, 2007.

TARROW, S. *O poder em movimento: movimentos sociais e confronto político*. Petrópolis: Vozes, 2009.

UN-WATER ANNUAL REPORT, 2013. Acesso em 20 jul. 2017.

UNITED NATIONS. Resolution adopted by the General Assembly on 28 July 2010. A/RES/64/292. The human right to water and sanitation, 2010. Disponível em: <<http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/64/292&lang=E>>. Acesso em: 13 jun. 2017.

WENGER, E. *Communities of practice: Learning, meaning and identity*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1998.

# 9

## Nascentes de inovação

*Para os bichos e rios  
nascer já é caminhar.*

*João Cabral de Melo Neto, O rio (1953)*

### **Rumo à sociedade do conhecimento**

“*Para os bichos e rios nascer já é caminhar*”, proclamava o notável poeta e diplomata João Cabral de Melo Neto há exatos 65 anos, em sua obra *O Rio ou Relação da Viagem que faz o Capibaribe de sua nascente à cidade do Recife*.

Dois eventos não conectados, ambos ocorridos no biênio 1999-2000, às vésperas da entrada no novo milênio, são marcos da trajetória do Brasil contemporâneo rumo à transformação numa sociedade que valoriza adequadamente o conhecimento. Em junho de 1999 é lançado na Reitoria da Universidade de São Paulo (USP) o livro *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*.<sup>1</sup> O texto contém 21 artigos, escritos por 31 especialistas de diferentes áreas, numa realização do Instituto de Estudos Avançados (IEA-USP) e da Academia Brasileira de Ciências (ABC).

---

Guilherme Ary Plonski\*

\* Instituto de Estudos Avançados (IEA-USP); Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEA-USP); e Escola Politécnica (Poli-USP)

1. O livro foi publicado pela Escrituras Editora.

A obra consolida resultados de estudos sobre a preservação, uso e gerenciamento dos recursos hídricos brasileiros, desenvolvidos ao longo de vários anos no âmbito do Instituto. O reconhecimento da sua importância é ilustrado pela referência do conhecido ambientalista João Paulo Ribeiro Capobianco.<sup>2</sup> “É exatamente por contribuir para o entendimento de que a gestão deste recurso vital deve considerar toda a sua complexidade que o livro [...] é um marco na literatura até hoje disponível sobre o tema”.<sup>3</sup>

Por sua vez, em outubro de 2000 o então senador Roberto Freire submete ao senado o Projeto de Lei n.257, que “dispõe sobre Incentivo à pesquisa e à inovação tecnológica”. Inspirado em medida legal adotada na França no ano anterior,<sup>4</sup> a proposta de formalização do arcabouço legal segue curso tortuoso, finalizado em dezembro de 2004 com a sanção da chamada Lei da Inovação.<sup>5</sup>

Coincidentemente, ambos os marcos passaram por reformulações no biênio 2015-2016. Já sem a participação de um dos organizadores,<sup>6</sup> o livro *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação* tem a sua quarta edição, revisada e atualizada, publicada em 2015. Conforme ali indicado,

[...] o objetivo deste trabalho é estimular a migração do Brasil-problema para o Brasil-potencial. Para tanto, o que mais falta não é água, mas determinado padrão cultural que agregue ética e melhore a eficiência do desempenho político dos governos, da sociedade em geral, das empresas públicas e privadas, promotoras do desenvolvimento, em geral, e dos recursos hídricos, em particular.<sup>7</sup>

Já o arcabouço legal da inovação passou por uma reformulação fundamental no biênio 2015-2016. Decorre ela de um movimento coordenado das comunidades acadêmica, empresarial e política, frustradas pelas limitações da Lei da Inovação e aparato legal associado para prover as condições

---

2. Foi instituidor da Fundação SOS Mata Atlântica, fundador do Instituto Socioambiental e Secretário Executivo do Ministério do Meio Ambiente.

3. Citação extraída da resenha disponível em <<http://site-antigo.socioambiental.org/website/parabolicas/edicoes/edicao55/resen55.htm>> (Acesso em jan.2016).

4. Loi n.99-587 du 12 Juillet 1999 sur l'innovation et la recherche. *Journal Officiel de la République Française*. 13 Juillet 1999.

5. A importância de dotar o Brasil de um arcabouço legal para promover a inovação foi validada pela II Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação em 2001. Com a concordância do proponente, o projeto original foi substituído por proposta submetida em regime de urgência ao Congresso, em agosto de 2002, pelo presidente Fernando Henrique Cardoso. Resistências iniciais da equipe do presidente Luiz Inácio Lula da Silva frearam o seu andamento por numerosos meses. A tramitação de uma versão modificada foi concluída em dezembro de 2004, com a sanção da Lei n. 10.973, que “dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo”.

6. O professor Rebouças, especialista em Hidrogeologia e um dos fundadores da Associação Nacional de Águas Subterrâneas, faleceu em 2011.

7. A indicação consta do material de promoção da obra, disponível em <<http://www.escrituras.com.br/products.php?product=%C3%81guas-Doces-no-Brasil%3A-capital-ecol%C3%B3gico%2C-uso-e-conserva%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 26 jan. 2016.

imprescindíveis ao progresso da pesquisa e sua transposição em inovação.<sup>8</sup> Iniciado em 2011, com a proposta de elaboração de um Código Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação o movimento atinge parcela expressiva dos seus objetivos com a entrada em vigor de um conjunto de dispositivos legais, entre os quais os dois a seguir referidos.

Merece destaque, em primeiro lugar, a Emenda Constitucional n.85, de fevereiro de 2015, que “altera e adiciona dispositivos na Constituição Federal para atualizar o tratamento das atividades de ciência, tecnologia e inovação”. Uma ilustração dos numerosos avanços que propicia é a ampliação do Artigo 23 da Carta Magna, a saber: “É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios [...] proporcionar os meios de acesso à cultura, à educação, à ciência, à *tecnologia*, à *pesquisa* e à *inovação*” (os acréscimos estão em itálico).

Amparada na Emenda Constitucional mencionada, a Presidência da República sanciona em janeiro de 2016 a Lei n.13.243, que “dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação...”, assim como altera a Lei da Inovação e diversos outros dispositivos legais. É ainda cedo para apreciar os benefícios e eventuais limitações do novo marco legal.<sup>9</sup> Mas é certo que o processo de sua elaboração foi robusto, pois envolveu estudiosos e praticantes. E que os sucessivos aprimoramentos ao longo de sua tramitação na Câmara dos Deputados tiveram caráter agregador.

Essa construção coletiva alicerça a expectativa de que a Lei facilite, entre outros, o estabelecimento de parcerias público-privadas para inovação e a simplificação dos procedimentos de gestão de atividades de ciência, tecnologia e inovação. Por ter caráter nacional, espera-se também que o novo arcabouço legal colabore para a maior cooperação entre as esferas de governo, contribuindo para a constituição de um Sistema Brasileiro de Ciência, Tecnologia e Inovação consistente e integrado.

Na sequência, este capítulo busca evoluir da coincidência para a convergência entre os dois movimentos. Por um lado está a rápida ascensão da inovação no repertório cognitivo e na escala de valores da sociedade. Pelo outro, a percepção crescente da magnitude e complexidade do desafio de assegurar água, elemento imprescindível à existência da humanidade.

---

8. Já em dezembro de 2006 se realizou o Seminário Inovação Tecnológica e Segurança Jurídica, convocado em face da situação assim resumida pela presidente do Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE) na Apresentação do relato do evento: Os avanços ainda não são suficientes e não contam com o amparo de uma institucionalidade adequada para reduzir as incertezas inerentes aos processos de inovação. É consenso entre os estudiosos do assunto que a insegurança jurídica, que ganha ainda maior dimensão em razão de uma institucionalidade inadequada que a alimenta, dificulta a criação de confiança de investidores privados nas atividades de inovação e sua expansão no país. Disponível em: <<https://goo.gl/kCjDBg>> Acesso em: jan. 2016.

9. Cabe observar que o processo relativo à recente Lei ainda não foi completado no momento da redação do presente texto (janeiro de 2018). Os nove vetos presidenciais, introduzidos por solicitação dos ministérios da Fazenda e do Planejamento, Organização e Gestão, não foram revertidos no Congresso Nacional. Ademais, será preciso regulamentar os dispositivos legais não autoaplicáveis e fazer os novos mecanismos passar pelo teste da prática.

## Abeberando-se nas águas da inovação

A instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos e a criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, mediante a Lei n.9.433, de 1997, ensejam uma transformação positiva duradoura do tratamento desse tema em nosso meio. Não causa surpresa o fato de esse modelo sistêmico deixar de mencionar a inovação nas diretrizes, instrumentos, planos, ação do poder público ou organizações componentes do Sistema. Pois a Lei precede, ainda que por poucos anos, a introdução desse termo no discurso nacional e o seu florescimento, ocorridos no presente século, conforme esboçado no tópico anterior. Mas não há como desconhecer a ausência nesse abrangente e moderno documento normativo da contribuição possível da ciência e da tecnologia ao atendimento dos objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos, que são (Art. 2º):

- I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; e
- III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

A única menção feita na Lei referida à “ciência” ou à “tecnologia” aponta o então Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)<sup>10</sup> como destinatário de uma fração da compensação financeira pelo resultado da exploração de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica, conforme previsto na Constituição Federal.

Chama a atenção o fato de a legislação básica de outros setores ou segmentos ser contemporânea à de recursos hídricos sem explicitar a importância da ciência e da tecnologia. Por exemplo, a do Sistema Único de Saúde (SUS), instituído em 1990, define ciência e tecnologia como uma das atividades que devem ser objeto de articulação na formulação de políticas e programas.<sup>11</sup> E sem utilizar o termo, pela razão temporal já aludida, direciona o SUS à inovação, como evidencia o Art. 46 da Lei que o constituiu: “O Sistema Único de Saúde (SUS) estabelecerá mecanismos de incentivos à participação do setor privado no investimento em ciência e tecnologia e estimulará a transferência de tecnologia das universidades e institutos de pesquisa serviços de saúde nos Estados, Distrito Federal e Municípios, e às empresas nacionais”. Essa presença é reforçada pela inclusão na Emenda Constitucional de 2015, anteriormente referida, de disposição que amplia o escopo do Art. 200 da Constituição Federal, o qual passa a vigorar com seguinte teor: “Ao sistema único de saúde compete, além de outras atribuições, nos

---

10. A partir de 2011 a denominação passou a ser Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

11. Art. 13 da Lei n. 8.080, de 1990.

termos da lei [...] incrementar, em sua área de atuação, o desenvolvimento científico e tecnológico e a inovação.”

A análise das razões do contraste na presença da ciência, tecnologia ou inovação em diplomas legais fundamentais de setores que mantêm nexos tão expressivos entre si como os da saúde e de recursos hídricos, foge ao escopo do presente trabalho. Não obstante essa diferença cabe reconhecer a existência de programas de apoio ao desenvolvimento e utilização de conhecimento científico-tecnológico em ambos. Por exemplo, os dois setores são contemplados nos 16 Fundos Setoriais de Ciência e Tecnologia, criados a partir de 1999 como instrumentos de financiamento de projetos de pesquisa, desenvolvimento e inovação no país.

As ênfases dos dois fundos são distintas, em parte pelas peculiaridades inerentes a cada setor, e em parte pela sua maturidade diversa com relação à inovação.<sup>12</sup> O Fundo Setorial de Saúde tem por foco “estimular a capacitação tecnológica nas áreas de interesse do SUS (saúde pública, fármacos, biotecnologia, etc.), aumentar os investimentos privados em P&D, promover a atualização tecnológica da indústria brasileira de equipamentos médico-hospitalares, difundir novas tecnologias que ampliem o acesso da população aos bens e serviços na área de saúde”.<sup>13</sup> Por sua vez, o Fundo Setorial de Recursos Hídricos focaliza a “capacitação de recursos humanos e desenvolvimento de produtos, processos e equipamentos com propósito de aprimorar a utilização dos recursos hídricos, por meio de ações nas áreas de gerenciamento de recursos hídricos, conservação de água no meio urbano, sustentabilidade nos ambientes brasileiros e uso integrado e eficiente da água”.<sup>14</sup>

Os valores alocados a esses fundos, que já eram modestos, passaram a ser ínfimos. Em 2016 montaram, respectivamente, a R\$ 69 milhões (CT-Saúde) e R\$ 3 milhões (CT-HIDRO),<sup>15</sup> com pagamentos no exercício, respectivamente, de R\$ 46 milhões e R\$ 2 milhões.

Todavia, não houve novas ações para implementação em 2014 pela Financiadora e Estudos e Projetos (Finep) ou pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Como indica o Relatório referido, a execução dos recursos foi focada em ações autorizadas pelo

---

12. Ver, por exemplo, o artigo “O complexo econômico-industrial da saúde no Brasil: dinâmica de inovação e implicações para o Sistema Nacional de Inovação em saúde”, de Carlos Augusto Grabois Gadelha, da Fundação Oswaldo Cruz e outros, publicado na *Revista Brasileira de Inovação*, v.12 n.2, jul./dez. 2013.

13. Portal do MCTI. Disponível em: < [www.mct.gov.br/index.php/content/view/1417/CT\\_\\_\\_Saude.html](http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/1417/CT___Saude.html)>. Acesso em: 26 jan. 2016.

14. Portal do MCTI. Disponível em: <[www.mct.gov.br/index.php/content/view/1412/CT\\_\\_\\_Hidro.html](http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/1412/CT___Hidro.html)>. Acesso em: 26 jan. 2016.

15. Relatório de Gestão 2016 do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), disponível em: <<http://www.finep.gov.br/acesso-a-informacao-externo/transparencia/114-relatorios/relatorios-de-gestao/5470-prestacao-de-contas-2016>>. Acesso em: 24 jan.2018).

Comitê Gestor do Fundo CT-HIDRO em exercícios anteriores.<sup>16</sup> A Chamada 01/2013 selecionou propostas para apoio financeiro a projetos em rede de pesquisa e desenvolvimento tecnológico de produtos e processos inovadores, inclusive aplicados à gestão de Recursos Hídricos, vinculados a um ou mais dos seguintes objetivos.

- Desenvolvimento e/ou aperfeiçoamento de alternativas/técnicas/ processos tecnológicos inovadores, preferencialmente de baixo custo, de alta sensibilidade e de fácil utilização;
- Geração de capacidade de PD&I das instituições participantes, com vistas a desenvolver, conservar e fortalecer a excelência nos temas tratados;
- Capacitação de recursos humanos nos temas tratados na chamada (Detecção e Remoção de Micropoluentes Emergentes e Produtos e Processos Inovadores);
- Geração e disseminação de conhecimentos técnicos e científicos sobre os temas tratados nos projetos, disponibilizando como fonte de aprendizado; e
- Incentivo ao segmento privado nacional de equipamentos e sistemas aplicáveis no setor de recursos hídricos.

É interessante observar que três classes de usuários dos recursos hídricos foram contemplados pela criação de fundos setoriais específicos, a saber: agronegócio, aquaviário e energia. Todavia, o segmento usuário mais intimamente relacionado ao de recursos hídricos e prioritário em situações de escassez, que é o de abastecimento de água, parte do setor de saneamento básico, não foi contemplado com essa modalidade de financiamento.

Por um lado, convém verificar a presença da ciência, tecnologia ou inovação (CT&I) na Lei n.11.445, de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Talvez pelo curto espaço transcorrido da entrada em vigor da Lei da Inovação, o documento não menciona esse termo. Por outro lado, trata de ciência e/ou tecnologia em quatro ocasiões:

(i) No Art. 2º, que relaciona os princípios fundamentais que orientam a prestação dos serviços de saneamento básico: “utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas”;

(ii) No Art. 29, que trata da cobrança dos serviços, ao subordinar a instituição das tarifas, preços públicos e taxas para os serviços de saneamento básico a um conjunto de diretrizes, entre as quais o “estímulo ao uso de tecnologias modernas e eficientes, compatíveis com os níveis exigidos de qualidade, continuidade e segurança na prestação dos serviços”;

(iii) No Art. 48, ao definir como uma das diretrizes que a União deve seguir no estabelecimento de sua política de saneamento básico o “fomento ao desenvolvimento científico e tecnológico, à adoção de tecnologias apropriadas e à difusão dos conhecimentos gerados”; e

---

16. A execução dos recursos orçamentários do CT-HIDRO foi de 48,9%, com atingimento de 70,3% da meta física com apoio de 26 projetos (op.cit.).

(iv) No Art. 49, ao incluir entre os objetivos da Política Federal de Saneamento Básico “fomentar o desenvolvimento científico e tecnológico, a adoção de tecnologias apropriadas e a difusão dos conhecimentos gerados de interesse para o saneamento básico”.

A presença da ciência e tecnologia ganha intensidade e latitude no Plano Nacional de Saneamento Básico (Plansab).<sup>17</sup> Publicado em 2014, com horizonte de 20 anos, alicerçou-se em 13 Cadernos Temáticos, sendo o de número 8 dedicado ao tema Desenvolvimento Tecnológico. O Plano tem cinco blocos de macrodiretrizes, um dos quais contempla o desenvolvimento tecnológico, incluindo as seguintes diretrizes:

- Apoiar o desenvolvimento científico e tecnológico no campo do saneamento básico, visando avaliar, criar e consolidar soluções tecnológicas e apropriadas para a gestão dos serviços, considerando as especificidades regionais, e
- Consolidar, em nível prioritário, atividades sistemáticas de elaboração de estudos e pesquisas, com ênfase para o desenvolvimento institucional e tecnológico, e para a avaliação e monitoramento das políticas e programas.

Dentre as 138 estratégias ali previstas, pelo menos três se relacionam diretamente ao tema, a saber:

42 - Promover a racionalização e o reúso da água, inclusive da água de chuva e dos esgotos tratados, considerando as especificidades socioambientais e levando em conta a inovação e a modernização de processos tecnológicos e a utilização de práticas operacionais sustentáveis;

79 - Avaliar a criação de fundo setorial específico para o desenvolvimento científico e tecnológico no campo do saneamento básico, aportando recursos oriundos do orçamento para o setor de saneamento básico, com o propósito de ampliar a avaliação, criação e consolidação de soluções tecnológicas e para a gestão dos serviços; e

80 - Incentivar a implementação de linhas de financiamento e apoio à pesquisa e ao desenvolvimento científico e tecnológico, tendo em vista os desafios de universalização, qualidade e eficiência na gestão e prestação dos serviços de saneamento básico, realizando parcerias com Capes<sup>18</sup>, CNPq, CT-HIDRO, fundações estaduais de amparo à pesquisa, dentre outros.

---

17. O Plano está disponível em <<http://www.cidades.gov.br/saneamento-cidades/plansab/texto-do-plansab>>. Acesso em: 17 out. 2015.

18. A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) é uma fundação do Ministério da Educação, atuante principalmente na expansão e consolidação da pós-graduação *stricto sensu* (mestrado e doutorado) em todos os estados da federação.

Finalmente, ao tratar dos programas do Plansab, o texto explicita a importância da inovação: “durante o detalhamento dos programas, dever-se-ão incorporar incentivos à inovação tecnológica e na gestão do saneamento básico. A aplicabilidade proposta para tais incentivos abrange tanto o melhor desempenho das medidas estruturais como, também, das estruturantes, sempre fundamentado em conhecimento. Assim, podem receber incentivo e indução soluções que focalizem, entre outras dimensões” (transcrição seletiva do Plansab):

- A preservação da qualidade das águas com base no avanço do conhecimento sobre os requisitos ambientais; soluções orientadas para a mitigação e à prevenção dos efeitos das mudanças climáticas globais; a adoção de mecanismos de desenvolvimento limpo;
- A inovação nos modelos de gestão, com vistas à sua eficiência e efetividade; modelos tarifários inovadores, que promovam equidade, racionalidade no uso dos recursos naturais e sem abandono do princípio do equilíbrio econômico-financeiro dos serviços;
- A racionalização e o reuso controlado das águas, bem como o uso dos esgotos tratados; e
- Medidas inovadoras para a redução de perdas de água; o uso eficiente de recursos energéticos; o aproveitamento das águas chuvas nas cidades e no campo; a reciclagem e reutilização dos resíduos sólidos.

O Primeiro Relatório anual do Plansab, referente ao exercício de 2014, indica o andamento das ações relativas ao bloco de macrodiretrizes relativas ao desenvolvimento tecnológico e ações em áreas especiais,<sup>19</sup> incluindo as seguintes:

i - Ações desenvolvidas no Governo Federal pelos Ministérios signatários do Plansab Pelo Ministério das Cidades: desenvolvimento do Projeto de Aproveitamento Energético do Biogás em Saneamento Básico;

Pelo Ministério da Saúde, por intermédio da Fundação Nacional de Saúde: implementação do Programa de Pesquisa em Saúde e Saneamento;

Pelo Ministério do Meio Ambiente: apoio ao desenvolvimento de tecnologia de dessalinização de água no âmbito do Programa Água Doce; e

Pelo Ministério do Meio Ambiente, por intermédio da Agência Nacional de Águas (ANA).

ii - Ações desenvolvidas no Governo Federal pelos Ministérios não signatários do PLANSAB: Pelo MCTIC: apoio ao desenvolvimento de tecnologias para cidades sustentáveis, incluindo o saneamento ambiental.

---

19. O Relatório, aprovado em 17.12.2015 pelo Grupo de Trabalho Interinstitucional de Acompanhamento da Implementação do Plansab está disponível em: <[http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/relatorio\\_anual\\_avaliacao\\_plansab\\_2014\\_15122015.pdf](http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/relatorio_anual_avaliacao_plansab_2014_15122015.pdf)>. Acesso em: 27 jan. 2016.

Diferentemente de setores que utilizam intensamente águas doces, como os de agronegócios e energia, os de saneamento e de recursos hídricos não possuem estruturas motrizes de pesquisa e desenvolvimento próprias, com orçamentos apropriados. Assim, uma apreciação do posicionamento da água nas políticas públicas do Governo Federal relacionadas à produção e aproveitamento do conhecimento de base científico-tecnológica requer o exame das propostas sob a responsabilidade do MCTIC. O documento de referência para balizar essas políticas é a Proposta da Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) 2016-2019, cujo lema é “Ciência Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional.”<sup>20</sup>

Salta aos olhos a elevada importância atribuída às questões da água na ENCTI.<sup>21</sup> Já na Introdução ela é destacada como um dos “desafios globais, para a solução dos quais o sistema brasileiro de Ciência, Tecnologia e Inovação detém responsabilidades crescentes”. Na apreciação das tendências mundiais das políticas de CT&I a água é apontada como um dos focos importantes das tecnologias emergentes baseadas na convergência entre diversas disciplinas, em particular na abordagem integrada entre nanotecnologia, biotecnologia, tecnologia da informação e ciências cognitivas.

O ENCTI 2016-2019 elenca onze temas estratégicos para o desenvolvimento nacional, que foram selecionados observando os critérios de relevância e impacto para o alcance dos objetivos da Política Nacional de CT&I, potencial de oportunidades ou de solução dos desafios ou de aproveitamento das vantagens competitivas nacionais, importância para a soberania nacional, e capacidade de elevar competitividade e inserção internacional do país.

Dos onze temas selecionados para a ENCTI, o segundo é justamente a água, para o que se oferece a seguinte argumentação:

Para superar o desafio global da segurança hídrica, o Brasil necessitará investir esforços em pesquisa e desenvolvimento de novas ferramentas para a gestão dos recursos hídricos aliado a tecnologias adaptativas. Esses esforços visam a superar tanto desafios mais antigos quanto recentes, como, por exemplo, as recorrentes secas no Nordeste ou a recuperação de bacias hidrográficas, como a do Rio Doce. Outras abordagens deverão ser dadas a esse tema, como: (i) o aproveitamento do potencial de pesca e aquicultura nacional em águas continentais e marinhas, contribuindo com geração de emprego e renda e na segurança alimentar da população, (ii) o uso sustentável de recursos energéticos e minerais dos oceanos, com grande potencial para gerar riqueza e desenvolvimento econômico e social do País, e (iii) os usos múltiplos da água, especialmente por meio do desenvolvimento e uso de tecnologias de uso sustentável e reutilização. Temáticas ligadas à mudança do clima também têm relação a esse tema, bem como os estudos das relações oceano-atmosfera-continente, inundações e eventos extremos.

---

20. O documento está disponível em: <[http://www.propesq.unir.br/uploads/76767676/arquivos/Estrat\\_gia\\_Nacional\\_de\\_Ci\\_ncia\\_\\_Tecnologia\\_e\\_Inova\\_\\_o\\_2016\\_2019\\_1248378469.pdf](http://www.propesq.unir.br/uploads/76767676/arquivos/Estrat_gia_Nacional_de_Ci_ncia__Tecnologia_e_Inova__o_2016_2019_1248378469.pdf)> Acesso em 25 jan. 2018.

21. Numa coincidência auspiciosa, o titular da Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento do Ministério, responsável pela elaboração do ENCTI foi, também, o presidente do Grupo Gestor do Fundo Setorial de Recursos Hídricos.

A apreciação conjunta desses documentos do Governo Federal indica uma explicitação crescente, mas ainda não suficiente, do valor da produção de conhecimento científico-tecnológico e da sua transposição para processos de inovação como condições para o moderno enfrentamento dos desafios da segurança hídrica. Porém, há necessidade de construir uma agenda integrada inspiradora, capaz de mobilizar os agentes de um ainda latente Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação em Recursos Hídricos, que envolva todas as esferas de governo, o segmento empresarial, a comunidade acadêmica, os movimentos da sociedade civil organizada, os usuários, os beneficiários e outros agentes relevantes.

Um passo inicial nesse sentido será examinado à sequência.

### **Montando uma agenda**

Uma bem-vinda proposição de agenda específica para a produção e utilização de conhecimento no campo dos recursos hídricos é exposta em duas obras publicadas pela Academia Brasileira de Ciências (ABC). Ambas expõem reflexões e conclusões do Grupo de Estudos sobre Recursos Hídricos, estruturado pela Academia em 2008.

A primeira versão da agenda integra o livro *Águas do Brasil – Análises estratégicas*, publicado em 2010 em parceria com o Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.<sup>22</sup>

O capítulo 11 “Ciência, tecnologia, inovação e recursos hídricos: oportunidades para o futuro” se explora “[...] o papel da Ciência, da Tecnologia e da Inovação como um dos componentes e marcos necessários para a implantação de novos e criativos processos de abordagens na gestão, monitoramento, aplicação de tecnologias e resolução de problemas na tarefa de disponibilizar quantidades adequadas de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, com a melhor qualidade no rumo e, portanto, da sustentabilidade ambiental”.

Observam os autores que “apesar dos progressos indiscutíveis na gestão das águas no Brasil [...] e dos avanços tecnológicos e de conhecimento científico que ocorreram nos últimos 10 anos [...] ainda é necessário um investimento expressivo em Ciência, Tecnologia e Inovação, para suprir o sistema de gestão de recursos hídricos com uma base científica e tecnológica capaz de consolidar os avanços já verificados e promover novas perspectivas para o futuro”. E são claros em apontar “os três grandes problemas que afetam a gestão de recursos hídricos no Brasil e que necessitam de forte suporte acadêmico”, a saber, a melhor compreensão das interações entre os sistemas terrestres e os aquáticos, o progressivo

---

22. O texto está disponível em: <[http://www.abc.org.br/article.php?id\\_article=1437](http://www.abc.org.br/article.php?id_article=1437)> Acesso em 27.jan.2016.

desequilíbrio entre disponibilidade de água e demanda e a crescente contaminação e eutrofização, tornando indisponíveis volumes expressivos de água, especialmente nas regiões Sudeste e Sul.

Segundo os autores, os insumos de pesquisa necessários são:

a) Para lidar com complexos sistemas de eutrofização e contaminação:

- Novos sistemas de tratamento de água e descontaminação;
- Avaliação epidemiológica do impacto da eutrofização e contaminação na saúde humana;
- Novos e avançados sistemas de monitoramento em tempo real;
- Pesquisas em técnicas de descontaminação e controle da eutrofização;
- Pesquisas referentes à bioindicadores e tolerância de organismos a diferentes concentrações de substâncias tóxicas; e
- Desenvolvimento de metodologias adequadas para aplicação de técnicas certificadas ou de mensuração dos efeitos de toxicidade.
- Para a contaminação por Poluentes Orgânicos Persistentes (POP) se requer ainda:
- Investigação científica e investimentos em sistemas de detecção e monitoramento;
- Elaboração de processos sofisticados de tratamento; e
- Avaliação dos efeitos dos disruptores endócrinos na saúde humana.

b) Para poder aproveitar o potencial de dessalinização:

- Investimentos tecnológicos para desenvolver sistemas eficientes de dessalinização com capacidade para abastecer vilas ou pequenos conjuntos habitacionais no interior;
- Pesquisas com sistemas de floculação de água salina, como floculação, sedimentação e filtração, que permitam a redução de custos;  
Investimentos em pesquisa e tecnologia em sistemas de membranas; e
- Investimentos em mitigação do impacto ambiental das dessalinizadoras, mediante redução de resíduos salinos acumulados, de adição de produtos químicos agressivos ao meio ambiente e de poluição térmica.

c) Para ensejar o reúso de água:

- Estudo e o desenvolvimento de padrões de qualidade;
- Desenvolvimento tecnológico para o aproveitamento de águas de reúso e o acompanhamento de cada etapa do processo;
- Avanços na tecnologia para maior eficiência no tratamento;
- Estudos na capacidade de recarga dos aquíferos com águas de reúso;

- Eficiência na irrigação na agricultura com águas de reúso;
- Caracterização de problemas de saúde humana relacionados com o reúso de águas residenciais tratadas; e
- Tecnologias de controle e disponibilização das águas de precipitação para os usos múltiplos.

d) Para monitoramento de recursos hídricos:

- Avanços e investimentos tecnológicos para promover um banco de informações adequadas sobre a qualidade das águas superficiais e subterrâneas envolvendo:
- Monitoramento em tempo real de águas superficiais e subterrâneas, com terminais à disposição dos usuários;
- Monitoramento da qualidade e quantidade da água em tempo real, com estações hidrometeorológicas; e
- Desenvolvimento tecnológico em sensores de qualidade da água para diminuir os custos da implantação das estações automáticas.

A segunda publicação, denominada *Recursos hídricos no Brasil – problemas, desafios e estratégias para o futuro*, veio à luz em 2014.<sup>23</sup> Ela reforça o diagnóstico presente na obra anterior, ao indicar que “a integração entre pesquisa e gerenciamento necessita de um impulso mais forte, tanto no exterior quanto no Brasil”. O estudo aponta diversas necessidades de investimento em ciência e tecnologia, várias coincidentes com a agenda esboçada no livro anterior do Grupo de Estudo. As que estão ali indicadas para atenção prioritária são:

i. Estudos e avaliações dos poluentes orgânicos persistentes (POPs), de seus impactos nos ecossistemas aquáticos e nos organismos, e de efeitos potenciais na saúde humana, incluindo a instalação de laboratórios para o seu estudo e caracterização;

ii. Estudos e desenvolvimento de tecnologias para avaliação dos efeitos de substâncias tóxicas: metais tóxicos, xenobiontes orgânicos e de suas consequências na biodiversidade e na saúde humana. Incluem-se avaliações dos impactos da eutrofização e de cianobactérias tóxicas; estudos de acumulação de metais tóxicos na rede alimentar; estudos sobre bioindicadores envolvendo a sua identificação, caracterização e avaliação de bioindicadores da qualidade de água e toxicidade; e metodologia para desenvolvimento de novos grupos de bioindicadores e teste de ecotoxicidade com espécies nativas;

---

23. O texto está disponível em: <<http://www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-5923.pdf>>. Acesso em: 27 jan. 2016.

iii. Pesquisa das interações entre bacias hidrográficas e seus usos e a qualidade de águas superficiais e subterrâneas, a dinâmica dos processos de impactos dos usos das bacias hidrográficas nos ecossistemas aquáticos continentais e costeiros, assim como as interações entre processos biogeofísicos, econômicos e sociais em bacias hidrográficas de diferentes latitudes no Brasil;

iv. Avaliação dos serviços ecossistêmicos dos sistemas aquáticos abrangendo a importância econômica da biodiversidade aquática no Brasil e a valoração dos serviços de biodiversidade aquática e dos sistemas aquáticos em geral;

v. Desenvolvimento de pesquisa e da tecnologia para técnicas de dessalinização de águas costeiras, estuarinas e marinhas, com custo acessível;

vi. Estudo da hidrodinâmica de rios, lagos e reservatórios, com a finalidade de determinar a circulação vertical e horizontal nesses ecossistemas e o destino de poluentes na água e no sedimento;

vii. Promoção de estudos avançados sobre mudanças globais e seus impactos nos recursos hídricos;

viii. Ampliação e aprofundamento de pesquisas na interface água e saúde humana; aperfeiçoamento das estatísticas na área de saúde humana, para detectar a situação real dos efeitos do nível da qualidade da água na saúde humana;

ix. Ampliação da capacidade de modelagem matemática de ecossistemas aquáticos, com elaboração de cenários e capacidade preditiva; e

x. Atenção especial e apoio decisivo e contínuo à pesquisa básica em recursos hídricos na Amazônia e no Semiárido, que são fundamentais para o desenvolvimento sustentável dessas regiões.

A agenda inicial de pesquisa proposta nesses dois documentos é alentadora. A comunidade acadêmica brasileira é vigorosa e, com as dificuldades conjunturais, conta com apoio das agências de financiamento, que são sensíveis à importância da matéria. Mas é questão a ser tratada a existência das condições necessárias para fazer com que o novo conhecimento seja incorporado às políticas públicas, aos usuários e às técnicas das firmas de engenharia consultiva, fabricantes e operadoras.

## Hidrografia e inovação

A literatura especializada diferencia classes de nascentes de cursos d'água: fixas, móveis, perenes, intermitentes, temporárias, efêmeras, autóctones, alógenas, de olho d'água, difusas, mineral, de encosta, de fratura, de fissura, de contato, de depressão, artesianas, termais e outros.

Analogamente, há variadas categorias de nascentes de inovação.<sup>24</sup> Por exemplo, em termos do originador as nascentes podem ser inventores independentes, universidades e outras instituições de ensino, institutos e centros de pesquisa, empresas estabelecidas, *spin offs*, *startups*, agências de fomento, usuários, ambientes de inovação (em especial incubadoras de empresas e parques tecnológicos), órgãos e entidades de governo, organizações da sociedade civil, sociedades profissionais, comunidades usuárias, agências de desenvolvimento e outros.

Curiosamente, os termos caracterizadores de algumas das classes de nascentes de curso d'água fazem sentido também para diferenciar categorias de nascentes de inovação. Por exemplo, quanto à duração do fluxo: há nascentes de inovação permanentes, como os centros de pesquisa e desenvolvimento de empresas que são inovadoras sistemáticas. Uma alusão a esse caráter permanente se encontra no relatório anual obrigatório referente ao exercício de 2014-2015 encaminhado ao governo norte-americano pela Apple, empresa mais inovadora no mundo segundo a edição de 2018 da classificação feita pela consultoria estratégica The Boston Consulting Group (BCG)<sup>25</sup> ao indicar a sua atividade em pesquisa e desenvolvimento (tradução livre):

Uma vez que os setores em que a Companhia compete são caracterizados por rápidos avanços tecnológicos, a habilidade da Companhia de concorrer com sucesso depende fortemente da sua capacidade de assegurar um fluxo contínuo e tempestivo de produtos, serviços e tecnologias competitivas ao mercado. A Companhia continua a desenvolver novas tecnologias por meio de pesquisa e desenvolvimento (P&D), licenciamento de propriedade intelectual e aquisição de tecnologia e firmas de terceiros, a fim de aprimorar produtos existentes e expandir a gama de produtos ofertados. O total de dispêndios em P&D nos anos de 2015, 2014 e 2013 foi, respectivamente de 8,1 bilhões, 6,0 bilhões e 4,5 bilhões de dólares americanos<sup>26</sup>.

---

24. A popularização do termo “inovação” levou a uma proliferação de definições. A partir da reflexão sobre as dezenas de conceitos de variados jaezes registradas na literatura especializada, o autor propõe a ideia abrangente de que “inovar é gerar novas realidades”. Ela deixa clara a necessidade de efeitos concretos de uma proposta nova, diferenciando inovação de invenção.

25. Disponível em: <<https://www.bcg.com/publications/collections/most-innovative-companies-2018.aspx>>.

A clareza de a condição do investimento em P&D, mesmo que alto, ser condição apenas necessária, mas não suficiente, para ser uma empresa presente no topo da maioria das classificações de firmas inovadoras do mundo é expressa no item referente à Estratégia de Negócios do mesmo Relatório (em tradução livre): A Companhia acredita que o contínuo investimento em P&D, marketing e publicidade é crítico para o desenvolvimento e comercialização de produtos e tecnologias inovativas.

A mensagem essencial do conciso texto é reforçar o entendimento de que, sem conseguir a adesão de usuários potenciais, os resultados do esforço de pesquisa e desenvolvimento permanecerão invenções e não chegarão a ser inovações.<sup>27</sup> Ademais, a existência de proteção à propriedade intelectual por si só não muda essa condição, como indica o nome de uma de suas modalidades, a “patente de invenção”. A compreensão da distância entre invenção e inovação é essencial, pois não se trata de filigrana terminológica.

A proteção à propriedade intelectual tem expressões contraditórias para a sociedade, uma benévola e a outra perniciosa. O cuidado com a proteção da propriedade intelectual pode contribuir, por vezes decisivamente, para o fluxo decorrente da pesquisa e desenvolvimento que culmina com soluções inovadoras. Na verdade, é este o fundamento da concessão de “proteção dos direitos relativos à propriedade industrial, considerado o seu interesse social e o desenvolvimento tecnológico e econômico do País”.<sup>28</sup> Todavia, no mundo real, que não infrequentemente dista do das intenções, parcela significativa dos pedidos de patente é depositada com o propósito principal de atrasar o processo de inovação, de forma a estender a fruição econômica da comercialização de produtos da linha já existente por parte do depositante.

Em contraposição às nascentes de cursos d’água permanentes, há inumeráveis nascentes efêmeras que surgem nas chuvas e duram poucos dias ou horas”.<sup>29</sup> Fenômeno assemelhado é o das incontáveis pesquisas que são passadiças e apesar disso incapazes de gerar ou contribuir para “cursos de inovação”. Não poucas vezes essas pesquisas derivam de resposta a edital de chamada de projetos

---

26. Cf. Annual Report pursuant to Section 13 or 15(d) of the Securities Exchange Act of 1934 - for the fiscal year ended September 26, 2015. Disponível em: < [http://files.shareholder.com/downloads/AAPL/1438249075x0x861262/2601797E-6590-4CAA-86C9-962348440FFC/2015\\_Form\\_10-K\\_As-filed\\_.pdf](http://files.shareholder.com/downloads/AAPL/1438249075x0x861262/2601797E-6590-4CAA-86C9-962348440FFC/2015_Form_10-K_As-filed_.pdf)>. Acesso em: 1 fev. 2016.

27. Um dos pioneiros e, até hoje, dos mais importantes estudiosos da inovação, Chris Freeman, da Universidade de Sussex (Reino Unido), alertava, já há mais de três décadas, que um dos problemas em gerir a inovação é a variedade de entendimentos que as pessoas têm desse termo, frequentemente confundindo-o com invenção. [...] Inovação é o processo de tornar oportunidades em novas ideias e colocar estas em prática de uso extensivo (cf. Freeman, C. The economics of industrial innovation. 2.ed. London: Frances Pinter, 1982).

28. Lei n.9.279, de 1996, que regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial.

29. Cf. “Nascentes do Brasil: estratégias para a proteção de cabeceiras em bacias hidrográficas”. Coordenação Samuel Roiphe Barreto, Sergio Augusto Ribeiro, Mônica Pilz Borba. São Paulo : WWF - Brasil : Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2010.

feita por agências públicas, legitimamente interessadas em contribuir com soluções a problemas reais, de modo a dar consequência prática aos recursos que devem repassar.

Trata-se de atuação consistente com o paradigma clássico do processo de transposição do conhecimento do laboratório de pesquisa para sua utilização extensiva, que é habitualmente denominado “modelo linear”, prevalente durante a segunda metade do século XX. Esse modelo tem como uma de suas origens o desejo de replicar, no ambiente da sociedade civil, o êxito da aplicação de resultados da pesquisa acadêmica ao esforço de guerra das nações aliadas, em particular dos Estados Unidos da América, durante a Segunda Guerra Mundial. É ilustrativo o trecho inicial da carta enviada em 17.11.1944 pelo então presidente norte-americano Franklin Delano Roosevelt ao Dr. Vannevar Bush em 1945, que liderava o Escritório de Pesquisa Científica e Desenvolvimento (tradução livre):

O Escritório de Pesquisa Científica e Desenvolvimento, do qual o senhor é o Diretor, constitui um experimento singular de trabalho em equipe e de cooperação na coordenação da pesquisa científica e na aplicação de conhecimento científico existente para a solução de problemas técnicos primordiais na guerra. O seu trabalho foi conduzido com o máximo segredo e foi conduzido sem qualquer espécie de reconhecimento público; todavia, os seus resultados tangíveis podem ser encontrados nos comunicados que chegam das frentes de batalha em todo o mundo. Algum dia a história completa dessas façanhas poderá ser contada. Contudo, não há qualquer razão para que as lições desse experimento deixem de ser proveitosamente utilizadas em tempos de paz. A informação, as técnicas e a experiência de pesquisa desenvolvidas no Escritório e por milhares de cientistas nas universidades e no setor privado devem ser utilizadas nos dias de paz à frente para o aprimoramento da saúde nacional, a criação de novas empresas, trazendo novos empregos e a melhoria do padrão de vida na Nação.<sup>30</sup>

A partir dos anos 1980 avolumaram-se as críticas ao modelo linear. Veja-se, por exemplo, a seguinte frase inaugural de artigo de pesquisadora do MIT sobre inovação em engenharia de tecidos, publicado num dos mais rigorosos periódicos internacionais arbitrados sobre política de CT&I (em tradução livre): “A questão de como exatamente a ciência é transformada em tecnologia e chega ao mercado é antiga e importante. Os trabalhos iniciais modelaram esse processo como uma ‘cascata’, mas trabalhos mais recentes aprimoraram consideravelmente o quadro.”<sup>31</sup>

---

30. O teor completo da carta está disponível em: <<https://www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.htm#letter>>. Acesso em: 2 fev. 2016. Ali também se encontra o relatório seminal preparado por Vannevar Bush: “Science - the Endless Frontier - A Report to the President by Vannevar Bush, Director of the Office of Scientific Research and Development, July 1945”.

31. In: Murray F. Innovation as co-evolution of scientific and technological networks: exploring tissue engineering. *Research Policy*, v.31, p.1389-403,, 2002.

Se há razões importantes para crítica ao modelo linear em si, cabe reconhecer que parcela não pequena dos insucessos decorre de sua implementação apenas parcial, quando não equivocada. Veja-se a prescrição, de relevância para a crise contemporânea da zika,<sup>32</sup> contida no Relatório de Vannevar Bush em resposta à segunda das quatro questões formuladas pelo presidente Roosevelt na missiva citada, cujo teor é (tradução livre): “No que se refere em particular à guerra contra a doença, o que pode ser feito agora para organizar um programa que prossiga os trabalhos que têm sido feitos na medicina e ciências correlatas? O fato de que as mortes causadas no país por apenas uma ou duas doenças superam em muito o total de vidas que perdemos em batalhas durante esta guerra nos deve tornar conscientes do dever que temos para com as futuras gerações”.

O encaminhamento proposto por Bush se inspirava na prática usada durante o monumental confronto militar que então se aproximava do término vitorioso. E, como reconhecido no trecho inicial da carta presidencial anteriormente transcrita, a guerra estava sendo vencida graças a uma estratégia abrangente e bem articulada de transposição dos resultados de pesquisa científica a inovações. Segue o trecho específico do Relatório (em tradução livre):

#### Ataque Coordenado a Problemas Especiais

A penicilina alcançou as nossas tropas a tempo de salvar incontáveis vidas em razão de ter o Governo coordenado e apoiado o programa de pesquisa e desenvolvimento desse medicamento. O desenvolvimento moveu do estágio laboratorial inicial para a produção em grande escala numa fração do tempo que teria demorado sem essa liderança. A busca de melhores antimaláricos, que progrediu num ritmo moderado por numerosos anos, foi extraordinariamente acelerada durante a guerra pelo apoio governamental. Podem ser citados outros exemplos nos quais o progresso da medicina obteve avanços similares. Para alcançar esses resultados o Governo proveu coordenação global e apoio; ele não determinou como o trabalho deveria ser realizado no interior de cada instituição cooperante.

A descoberta de novos agentes e métodos terapêuticos geralmente resulta de estudos básicos de medicina e das ciências subjacentes. O desenvolvimento desses materiais e métodos até o ponto em que ficam disponíveis aos médicos praticantes requer trabalho de equipe, envolvendo faculdades de medicina, os departamentos de ciências das universidades, o Governo e o setor farmacêutico. A iniciativa, suporte e coordenação do Governo podem ser bastante eficazes no desenvolvimento dessa fase.

A iniciativa e o suporte do Governo para o desenvolvimento para o desenvolvimento de recém-descobertos materiais e métodos terapêuticos pode reduzir o tempo requerido para trazer os benefícios ao público.

---

32. Segue trecho da declaração da Diretora-Geral da Organização Mundial da Saúde em 1.2.2016: “*I am now declaring that the recent cluster of microcephaly cases and other neurological disorders reported in Brazil, following a similar cluster in French Polynesia in 2014, constitutes a Public Health Emergency of International Concern*”. O teor completo está disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/news/statements/2016/emergency-committee-zika-microcephaly/en/>>. Acesso em: 2 fev. 2016.

A solução bem-sucedida de questões dessa magnitude e complexidade requer, portanto, trabalho em equipe interdisciplinar envolvendo de maneira convergente e concomitante a comunidade acadêmica, o governo e o segmento empresarial. A formulação do processo de inovação feita por Bush, ao mesmo tempo coordenado e respeitador da autonomia dos cooperantes, vai além do que costumeiramente se representa como modelo linear. Esse é mostrado como uma sequência de etapas quase estanques, em que há “passagem de bastão” da pesquisa básica para a pesquisa aplicada, desta para o desenvolvimento tecnológico, em seguida para a engenharia e, finalmente, para a comercialização. Cada qual tem um responsável institucional distinto (universidade, instituto de pesquisa, empresa de engenharia, empresa produtora).

Ao contrário da “interdependência sequencial” sugerida pelo modelo linear *tout court*, a proposta de Bush enfatiza o valor da “interdependência recíproca”.<sup>33</sup> A propósito, esta forma de interdependência está na essência de alguns dos paradigmas de inovação que vieram à luz décadas depois e que são até hoje considerados modernos.<sup>34</sup>

A seção seguinte explora essa matéria mediante exame de algumas práticas relevantes de coordenação do processo de inovação no estado de São Paulo relacionadas com temas associados à água.

## **Cartografia das nascentes de inovação paulistas**

O Diretório de Grupos de Pesquisa no Brasil – Base Corrente, mantido pelo CNPq, registra 1.723 grupos no verbete “água” e 494 envolvidos com “recursos hídricos”.<sup>35</sup> Parcela significativa desse número expressivo de grupos está no Estado de São Paulo. É também marcante a importância do tema “água” na carteira de pesquisas apoiadas pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp).<sup>36</sup> Pretende-se apresentar na sequência fluxos de inovação derivados de nascentes “não canônicas”, uma empresarial e a outra oriunda de organização profissional do terceiro setor.

---

33. Os termos são extraídos da tipologia estabelecida pelo sociólogo norte-americano James D. Thompson em sua obra clássica *Organizations in Action* (1967).

34. Destacam-se o Triângulo de Sábato, proposto em 1967 pelos argentinos Jorge Sábato e Natalio Botana, e a Hélice Tríplice de Relações Universidade-Empresa-Governo, proposta em 1996 pelo norte-americano Henry Etzkowitz e pelo holandês Loet Leydesdorff.

35. O Diretório está disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/web/dgp>>. Acesso em: 2 fev. 2016.

36. A Fundação compilou em março de 2015 uma copiosa coletânea de “Notícias sobre água publicadas na revista *Pesquisa Fapesp* a partir de projetos apoiados pela Fapesp – 2001-2015”.

## Nascentes empresariais

Duas importantes nascentes de inovação em temas relacionados à água no estado de São Paulo decorrem da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp). Essa é uma empresa de economia mista, responsável pelo fornecimento de água, coleta e tratamento de esgotos de 364 dos 645 municípios do estado de São Paulo. Os 28 milhões de pessoas abastecidas com água e 22 milhões de pessoas com coleta de esgotos a tornam a segunda maior empresa do mundo em número de clientes num mesmo país.

Como empresa líder em saneamento no estado de São Paulo e protagonista histórica da modernização tecnológica e inovação no setor, a Sabesp considera que lhe cabe o papel de agente indutor de projetos de pesquisa que produzam conhecimento e tecnologias que apontem para:<sup>37</sup>

- A ampliação da eficiência operacional do ciclo de saneamento:
- Redução de custos e de perdas;
- Ganhos de produtividade;
- Eliminação de gargalos e promoção de inovações incrementais nas tecnologias em operação;
- Melhoria das práticas de operação e manutenção.
- O desenvolvimento e integração de esforços de inovação:
- Estímulos aos esforços de P&D e à implantação dos resultados inovadores em instalações reais (scale up);
- Ampliação das competências de buscar, comprar, adotar e integrar tecnologias;
- Capilarização de soluções localmente apropriadas, aproveitando o caráter administrativamente descentralizado e tecnologicamente diversificado da empresa.
- Novas oportunidades:
- Transição para novos padrões tecnológicos;
- Novos negócios que permitam diversificação e atendimento de demandas específicas.

---

37. As pretensões foram extraídas dos Fundamentos da Primeira Chamada de Propostas de Pesquisa - Acordo de Cooperação para Desenvolvimento Tecnológico entre Fapesp e Sabesp. Disponível em: <<http://www.fapesp.br/5518>>. Acesso em 2.fev.2016.

A Sabesp conta com uma Superintendência de Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação, que responde pela estratégia e pela política de inovação na Companhia, tendo como principais atribuições:<sup>38</sup>

- Os estudos prospectivos para avaliação de tendências tecnológicas; os processos de gestão de propriedade intelectual;
- A definição da carteira de projetos de pesquisa
- A captação de recursos financeiros junto às agências de fomento de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação;
- O acompanhamento e avaliação dos resultados e impactos dos projetos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação na Companhia;
- Os trabalhos de elaboração, divulgação e disponibilização de normas internas, bem como atuar junto aos órgãos normativos externos; e
- A organização e disponibilização do acervo técnico da Empresa.

Uma das nascentes tem a parceria da Fapesp. É fruto de acordo de cooperação celebrado em 2009, válido por dez anos, para “desenvolver e apoiar projetos de pesquisa científica e tecnológica cooperativos, a serem estabelecidos entre pesquisadores de Instituições de Ensino Superior e de Pesquisa, públicas ou privadas, no Estado de São Paulo”<sup>39</sup>. O aporte para financiar projetos no âmbito desse acordo é no máximo de R\$ 50 milhões, compartilhados em partes iguais pelas duas entidades, desembolsados ao longo de cinco anos. Nesse modelo, o temário das chamadas é inicialmente proposto pelo parceiro empresarial. O processo seletivo das propostas submetidas é feito de forma articulada pelos dois parceiros.

---

38. Apresentação da Sabesp disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=471>>. Acesso em 01 fev.2016.

39. Informação da Fapesp, disponível em <<http://www.fapesp.br/5172>>. Acesso em: 1 fev. 2016. A Fundação celebrou cerca de 30 acordos de cooperação com empresas nacionais e estrangeiras.

Os temas relevantes para as duas chamadas de Propostas de Pesquisa já realizadas estão indicados a seguir:<sup>40</sup>

Tema 1: Tecnologia de membranas filtrantes nas estações de tratamento de água e de esgoto.

Subtema 1.1: Critérios de decisão para escolha de membranas filtrantes em sistema de água e esgoto.

Tema 2: Alternativas de tratamento, disposição e utilização de lodo de estações de tratamento de água (ETA) e estações de tratamento de esgotos (ETE)

Subtema 2.1: Utilização de lodo de ETA como material de recobrimento de aterro sanitário.

Subtema 2.2: Elaboração de Procedimento para a utilização do lodo retirado de lagoas de estabilização como material de recuperação de áreas degradadas.

Subtema 2.3: Beneficiamento de areia extraída em ETE para reutilização na indústria de construção civil.

Subtema 2.4: Melhorias no processo de digestão de lodo de ETE.

Subtema 2.5: Melhorias no processo de tratamento de lodo de ETE por compostagem.

Tema 3: Novas tecnologias para melhorias dos processos de operações unitárias.

Subtema 3.1: Tratamento de águas subterrâneas com contaminantes.

Subtema 3.2: Remoção de nutrientes em ETE.

Tema 4: Novas tecnologias para implantação, operação e manutenção de sistemas de distribuição de água e coleta de esgoto.

Subtema 4.1: Aquisição e transmissão de informações para gestão de sistemas de distribuição de água e coleta de esgoto.

Subtema 4.2: Modelo de Otimização da Operação do Sistema Adutor da RMSP em Tempo Real.

Subtema 4.3: Tecnologia para Redução de perdas em sistemas de abastecimento de água.

Tema 5: Monitoramento da qualidade da água.

Subtema 5.1: Cargas difusas.

Subtema 5.2: Metodologias analíticas para detecção de cianotoxinas.

Subtema 5.3: Sistemas automatizados de detecção de compostos geradores de gosto e odor na água.

---

40. Os sete temas foram idênticos nas duas chamadas já realizadas. A versão detalhada, com subtemas, encontra-se no Anexo I da Segunda Chamada, disponível em: <<http://www.fapesp.br/7488.phtml>>. Acesso em: 2 fev. 2016.

Subtema 5.4: Utilização de imagens com resolução multiespectral como ferramenta de monitoramento e gestão da qualidade dos corpos d'água.

Tema 6: Eficiência Energética.

Subtema 6.1: Aproveitamento Energético do Biogás em Estações de Tratamento de Esgoto (ETE).

Tema 7: Economia do saneamento.

Subtema 7.1: Universalização do saneamento em comunidades de interesse social.

Subtema 7.2: Gestão de riscos operacionais e financeiros em empresas de saneamento.

O temário acima converge parcialmente com a agenda de pesquisa exposta nos documentos produzidos pela ABC, conforme anteriormente enunciado.

Outra nascente da inovação suscitada pela SABESP se encontra no Parque Tecnológico de São José dos Campos.<sup>41</sup> Parques tecnológicos são modalidades de ambientes de inovação especializados, profissionalmente geridos para promover a cooperação entre empresas e instituições científico-tecnológicas (como universidades e institutos de pesquisa). Tipicamente abrigam centros de pesquisa e desenvolvimento de companhias estabelecidas, contribuem ao desenvolvimento de firmas nascentes intensivas em conhecimento, geralmente mediante uma incubadora de empresas, assim como acolhem firmas pós-período de incubação.

Uma particularidade do Parque Tecnológico São José dos Campos são seus cinco Centros de Desenvolvimento Tecnológico. Cada um deles conta com uma empresa ou instituição âncora, que apresenta demandas tecnológicas a serem desenvolvidas pelos demais integrantes do respectivo Centro, a saber, outras empresas e instituições de pesquisa. Um deles é Centro de Desenvolvimento Tecnológico de Águas e Saneamento Ambiental (CDTASA), que se dedica ao desenvolvimento de tecnologias para saneamento ambiental e para o melhor aproveitamento de recursos hídricos. Estão presentes nesse Centro: SABESP, FINEP, FAPESP, Universidade Federal de São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT) e o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA).

---

41. Esse Parque foi o primeiro credenciado no Sistema Paulista de Parques Tecnológicos (dezembro de 2010). Os demais centros são: Centro de Inovação Tecnológica em Saúde, Centro de Desenvolvimento de Tecnologias de Informação e Comunicação e Multimídia, Centro de Desenvolvimento Tecnológico de Aeronáutica e Centro de Desenvolvimento Tecnológico para a Construção Civil. Informação disponível em: <<http://www.pqtec.org.br/quem-esta-no-parque/centros-de-desenvolvimento-tecnologicos.php>>. Acesso em: 28 jan.2016.

## Nascentes do Terceiro Setor

Esse tipo de nascente é ilustrado pelo caso da Rede de Saneamento e Abastecimento de Água (RESAG), abrigada pela Rede Metroológica do Estado de São Paulo (Remesp). Trata-se de uma associação sem fins lucrativos, criada em 1998 por empresários, entidades de ensino, de ciência e tecnologia, com a incumbência de congregar pessoas físicas e jurídicas para a promoção e o desenvolvimento da Metrologia no âmbito do Estado de São Paulo.<sup>42</sup> A compreensão do valor dessa Rede para a inovação em temas relacionados à água requer uma contextualização prévia.

Num artigo/manifesto pela criação de um movimento pela inovação tecnológica no Brasil publicado em princípios de 2005, poucas semanas apenas após a sanção da Lei da Inovação, indicam-se quatro bases para introjeção desse conceito no tecido institucional do país.<sup>43</sup> Uma delas, a segunda na ordem apresentada, é a valorização de cada componente relevante para a inovação tecnológica.<sup>44</sup> São componentes relevantes do processo de inovação tecnológica, sem a eles se limitar, o empreendedorismo inovador, o marketing (entendido em seu sentido lato), a pesquisa científica e tecnológica, a invenção, o desenvolvimento tecnológico, a engenharia não rotineira, a Tecnologia Industrial Básica (TIB), o *design* (por vezes incluído na TIB), o financiamento (incluindo o capital empreendedor), os mecanismos de estímulo (fiscais, financeiros e outros), a extensão tecnológica, a educação em diversos níveis (inclusive a educação continuada), a comunicação social, a gestão do conhecimento e o gerenciamento de programas e projetos complexos.

Justifica-se ali a inclusão da referida base pelo fato de “a inserção da inovação tecnológica no processo de desenvolvimento econômico e social requer das políticas públicas e da gestão das organizações inovadoras tratamento equitativo e integrado de seus elementos contributivos. Todavia, na prática nacional, alguns componentes são desconsiderados e outros são encorpados; há componentes que são tomados pelo todo e é muito baixo o grau de integração no seu tratamento”.

Um dos componentes que volta e meia é obliterado das discussões sobre como melhorar o desempenho inovador é a Tecnologia Industrial Básica (TIB). Esse termo foi concebido pela Secretaria de Tecnologia Industrial do antigo Ministério da Indústria e do Comércio no fim da década de 1970, com

---

42. Informações sobre a Remesp estão disponíveis em: <<http://www.remesp.org.br/historia>> Acesso em: 2 fev. 2016.

43. Plonski, G.A. - Bases para um Movimento pela Inovação Tecnológica no Brasil. *São Paulo Em Perspectiva*, v. 19, n. 1, p. 25-33, jan./mar. 2005.

44. As outras são: Base 1 – Compreensão do que é (e do que não é) inovação tecnológica; Base 3 – Reconhecimento do caráter sistêmico e autocoordenado da inovação tecnológica; e Base 4 – Estabelecimento de suporte adequado à inovação tecnológica.

o objetivo de expressar, em um conceito único, as funções básicas do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.<sup>45</sup>

Um espaço importante para potencializar a capacitação nacional em TIB é a criação em 2007, pelo então MCT, do Sistema Brasileiro de Tecnologia (Sibratec). Operado pela Finep, é um instrumento de articulação e aproximação da comunidade científica e tecnológica com empresas, sendo a demanda empresarial a sua motriz. O Sibratec está organizado em três tipos de redes – de inovação, de extensão tecnológica e de serviços tecnológicos. Essas devem ofertar às empresas soluções capazes auxiliá-las na superação de exigências técnicas para o acesso aos mercados interno e externo. Para tanto, é preciso consolidar a infraestrutura nacional de TIB, ou seja, dos serviços de avaliação da conformidade (metrologia, ensaios, análises e certificação), normalização e regulamentação técnica.

A Resag foi criada pelo Sibratec em 2011 no âmbito dos serviços tecnológicos, por representar uma das áreas estratégicas do país, associada à importância para segmentos diversos, como habitação, agricultura, indústria, saúde e meio ambiente. Como ilustração desse desafio, a água potável no Brasil, de acordo com a Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde, pode conter 27 tipos de agrotóxicos, 14 de metais pesados, 18 de solventes e 7 de desinfetantes. É um desafio medir todos esses elementos nos limites fixados, dadas a necessidades de padrões, muitas vezes não disponíveis, assim como de equipamentos analíticos sofisticados.<sup>46</sup>

Uma adequada competência laboratorial, nas diversas regiões, capaz de avaliar a qualidade da água em seus diferentes parâmetros físicos, químicos e biológicos, qualifica a tomada de decisão quanto às possibilidades de sua utilização para as diferentes finalidades. Por sua vez, “o monitoramento e a avaliação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas são fatores primordiais para a adequada gestão dos recursos hídricos, permitindo a caracterização e a análise de tendências em bacias hidrográficas, sendo essenciais para várias atividades de gestão, tais como: planejamento, outorga, cobrança e enquadramento dos cursos de água.”<sup>47</sup>

---

45. O conciso, mas abrangente, documento “Programa Tecnologia Industrial Básica e Serviços Tecnológicos para a Inovação e Competitividade” foi publicado pelo então MCT em 2001, como parte do esforço de introduzir a ideia de inovação na sociedade. A expressão TIB é usada apenas no Brasil. Na Alemanha utiliza-se a denominação Messen, Normen, Prüfen, Qualität (MN PQ). Nos EUA se adota o nome Infrastructural Technologies ou, alternativamente, Metrology, Standardization, Testing and Quality (MSTQ). O documento está disponível em: <[http://mct.gov.br/upd\\_blob/0001/1012.pdf](http://mct.gov.br/upd_blob/0001/1012.pdf)>. Acesso em 2 fev.2016.

46. Conforme indicado pela Coordenadora, Dra. Vera Ponçano no artigo “Rede de saneamento e abastecimento de água – criação e atividades”. In: Anais Congresso Encontro da Qualidade em Laboratórios - Enqualab 2014, IFUSP, p. 1-6 Brasil: São Paulo.

47. Essa afirmação insere-se na exposição da ANA sobre o tema da avaliação da qualidade, disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/avaliacao.aspx>>. Acesso em: 2 fev.2 016.

A Resag tem por objetivo o desenvolvimento de um conjunto de ações direcionado a melhorar a prestação de serviços tecnológicos oferecidos pelas organizações integrantes da Rede para atender às demandas de mercado das micro, pequenas e médias empresas na área de qualidade, saneamento e abastecimento de água. Compreende 37 laboratórios, de 19 institutos de pesquisa tecnológica, centros universitários federais, estaduais e organizações não governamentais localizados em 10 estados do País, nas regiões Norte, Nordeste, Sul e Sudeste.

A estruturação na forma de rede objetiva ao desenvolvimento de recursos metrológicos de forma articulada, potencializando as capacitações regionais existentes no país no atendimento às demandas do sistema produtor, saúde e meio ambiente. A distribuição dos participantes em dez estados permite o uso e apoio às potencialidades laboratoriais regionais, com vistas a fortalecer os polos tecnológicos nas áreas contempladas, de acordo com leis de incentivo nacional. Ao todo, entre pesquisadores e técnicos dos laboratórios, estão cadastrados 307 membros participantes.<sup>48</sup>

As atividades da Rede visam apoiar o desenvolvimento da infraestrutura de serviços tecnológicos oferecidos à sociedade e à melhoria da capacidade de avaliar e certificar produtos, processos e serviços. O apoio é orientado às micro, pequenas e médias empresas brasileiras, com o objetivo de melhorar a qualidade de produtos, processos e serviços na indústria, no comércio interno e nas exportações. Materializa-se por intermédio da avaliação da conformidade, certificação, ensaios, treinamento, realização de ensaios de proficiência, produção de materiais de referência e correlatas.

No primeiro projeto de apoio à consolidação da Resag, a sua organização se dá por meio de subprojetos nos temas gestão, calibração, capacitação, programas de comparação interlaboratorial, materiais de referência certificados, acreditação, competência analítica e caracterização de materiais para abastecimento.

Dessa forma, contribui para a materialização de tópico da quarta base do movimento antes referida, que é estabelecimento de suporte adequado à inovação tecnológica.

---

48. Uma descrição ampla da Resag e de suas atividades está disponível em: <<http://resag.org.br/>>. Acesso em: 2 fev. 2016.

## Avolumando a corrente da inovação

Assegurar quantidade e qualidade da água para os múltiplos usos é um desafio global. Tanto que constitui o Objetivo 6 da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que é o de garantir disponibilidade e manejo sustentável da Água e Saneamento para todos.<sup>49</sup> No arrazoado que detalha esse objetivo chama a atenção a ausência à menção da importância de potencializar a inovação para lidar com os desafios da água, mormente num período em que a escassez de recursos financeiros é aguda e tende a se estender ao longo do primeiro triênio do período 2016-2030.

Não que a inovação esteja ausente do amplo elenco dos 17 Objetivos. Ela consta do Objetivo 9, que é “construir infraestrutura resiliente, promover a industrialização inclusiva e fomentar a inovação”.<sup>50</sup> No entanto focaliza questões de outra natureza, como a mudança do perfil da economia das nações em desenvolvimento. E, ademais, reflete o problema habitual de tomar a parte pelo todo, ou seja, de limitar a busca da inovação ao crescimento das atividades de pesquisa e desenvolvimento.

A oportuna coincidência, retratada no presente texto, entre os avanços recentes da sociedade brasileira nos temas da inovação e da água merece atenção e justifica explorar oportunidades de aumentar a convergência. Felizmente, há múltiplas e diversas nascentes de inovação no campo temático da água situadas em território nacional. Alguns tipos que fogem ao paradigma clássico foram ilustrados no presente artigo, mediante casos no estado de São Paulo.

Todavia, constitui ainda desafio nacional estabelecer formas pelas quais dessas nascentes sejam geradas correntes de inovação, com efeitos substantivos de mitigação do expressivo leque de problemas estruturais e contratempos conjunturais dos recursos hídricos apontados nos estudos citados.

---

49. A Agenda, aprovada pela Assembleia da Organização das Nações Unidas em setembro de 2015, está disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>> Acesso em: 2 fev.2016. Algumas das metas inscritas no Objetivo 6 convergem com questões consideradas prioritárias pela comunidade especializada brasileira no campo da água. Entre elas estão: Implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado; Proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos; e Ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reúso.

50. As proposições relativas à inovação são: Fortalecer a pesquisa científica, melhorar as capacidades tecnológicas de setores industriais em todos os países, particularmente os países em desenvolvimento, inclusive, até 2030, incentivando a inovação e aumentando substancialmente o número de trabalhadores de pesquisa e desenvolvimento por milhão de pessoas e os gastos público e privado em pesquisa e desenvolvimento; e Apoiar a desenvolvimento tecnológico, a pesquisa e a inovação nacionais nos países em desenvolvimento, inclusive garantindo um ambiente político propício para, entre outras coisas, a diversificação industrial e a agregação de valor às commodities.

# 10

## As águas subterrâneas na Macrometrópole de São Paulo e o enfrentamento da crise hídrica

As águas subterrâneas são um importante recurso para a abastecimento público na bacia hidrográfica do Sorocaba Médio Tietê (SMT), onde mais de 40% dos seus municípios são total ou parcialmente supridos por águas advindas de aquíferos (IPT, 2008). Já nas bacias hidrográficas do Alto Tietê (AT) e Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ), o uso das águas subterrâneas pelas concessionárias é mais limitado, não ultrapassando 1% (FUSP, 2009) e 7% (Cobrape, 2010), respectivamente. Entretanto, embora as vazões extraídas nessas duas bacias sejam bastante restritas, a importância da água subterrânea não é menor. Avalia-se que na bacia do AT haja mais de 12 mil poços extraíndo mais de 10 m<sup>3</sup>/s, o que representa 14% do total de sua produção em épocas regulares; fazendo desse recurso o quarto mais importante manancial em volume (Bertolo et al., 2015; Hirata et al., 2015b). Já no PCJ, a quase totalidade das indústrias perfurou poços tubulares para abastecer suas atividades, bem como nas áreas rurais, inclusive na irrigação, como é o caso dos citros na região norte da bacia (Pinhatti et al., 2015).

---

Ricardo Hirata\*

\* Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas (Cepas), do Instituto de Geociências (IGc-USP)

A importância das águas subterrâneas nas bacias hidrográficas do PCJ, AT e SMT é inquestionável e começa a ser percebida pelos órgãos públicos mais recentemente, embora a sua gestão ainda seja bastante limitada. Qualquer estimativa nas três bacias dá conta que mais de 60% de seus poços tubulares – aqueles que exigem outorga – não as têm, dificultando a avaliação do papel real do suprimento de água dessas bacias, bem como o seu manejo adequado. Recentemente devido à crise em razão da crise hídrica (2012-2014), houve uma verdadeira corrida aos poços como forma de minimizar a restrição da água da rede pública. Em épocas passadas, quando esse fenômeno ocorreu, as águas subterrâneas foram uma estratégia para minimizar a carência de água em um primeiro momento e acabou se tornando uma solução permanente, pelos seus custos comparativamente menores que as da rede pública (Foster et al., 2010). O usuário privado já notou que a amortização da perfuração e instalação de um poço tubular se faz em um ano no município de São Paulo, pelo não pagamento da água da rede pública nesse período. O resultado disso é a intensificação das perfurações de poços em toda a região da macrometrópole paulista.

É previsto que os problemas de escassez de água serão mais frequentes no sudeste brasileiro (Hirata; Conicelli, 2012), fazendo que a busca por água subterrânea seja intensificada. Assim, estima-se que no futuro haja muito mais usuários privados de água subterrânea nas três bacias. Estudos conduzidos pelo Cepas/USP têm indicado que a disponibilidade de água na bacia do AT permitiria um incremento de mais 10 m<sup>3</sup>/s de seus aquíferos (totalizando 20 m<sup>3</sup>/s), desde que essas captações sejam localizadas em áreas distantes dos grandes aglomerados na região central e centro-norte de São Paulo e municípios do ABCD (Conicelli, 2014; Fabhat; Servmar, 2012). Ademais, parte da recarga dos aquíferos em áreas urbanas vem de fugas das redes de água e esgoto. No caso da bacia do AT, isso representa entre 40%-60% na zona urbana de São Paulo. Assim, no futuro, com a redução dessas perdas, pelo incremento do serviço de manutenção e melhores materiais dessas tubulações, haverá diminuição importante da recarga dos aquíferos, com impacto na disponibilidade hídrica subterrânea. A redução das fugas da rede de esgoto também trará melhor qualidade nas águas subterrâneas, que reduzirá sobretudo os problemas de contaminação por nitrato, muito comum em cidades de todo o país (Hirata et al., 2015b).

O uso da água subterrânea pelo usuário privado, embora traga evidentes benefícios à segurança hídrica das cidades, tem que ser avaliado em um contexto mais amplo. Geralmente, as concessionárias não se opõem à existência de poços privados, pois a produção de água é aquém da sua demanda. Entretanto, quando a empresa tem como fornecer a totalidade da água requerida, a prática de uso de poços pode trazer prejuízos econômicos importantes. A renúncia ao serviço de abastecimento somente na bacia do AT, pelo não fornecimento de 10 m<sup>3</sup>/s, traz o não pagamento de mais de R\$ 946 milhões ao ano (custo de R\$ 3/m<sup>3</sup>). Por outro lado, tem-se que considerar que o abastecimento privado traz

tal montante de água sem nenhum investimento público. Estima-se que os 12 mil poços existentes custaram aos seus proprietários mais de R\$ 480 milhões. A mesma conta pode ser feita, caso haja o interesse em incrementar o parque produtor de água em cidades e as companhias de água não contem com o capital necessário.

Os aquíferos igualmente apresentam uma grande vantagem na regulação da oferta de água em épocas de estiagem, pois têm características complementares aos rios e represas. Os aquíferos possuem um grande armazenamento, permitindo extrações intensas, mesmo superando a recarga, por longos períodos, desde que exista um manejo adequado do recurso de longo prazo. As cidades e empreendimentos que podem se utilizar de recursos de diversas fontes, incluindo a subterrânea, a superficial e a de reúso, oferecerão maior segurança hídrica. Obviamente, os aquíferos nas três bacias hidrográficas apresentam diferentes características de produção, e a exceção de aquíferos localizados a oeste e norte da Bacia Hidrográfica do SMT, incluindo os sistemas Bauru e Guarani, as vazões individuais por poço são baixas, o que dificulta utilizá-los amplamente para o abastecimento público.

A qualidade natural das águas subterrâneas, que geralmente são potáveis, é outro fator que contribui para a sua ampla utilização. São poucos os problemas reportados de anomalias químicas naturais, sobretudo em grandes aquíferos. Há registros de problemas associados ao ferro e ao manganês (aquíferos cenozoicos) e mais restritamente ao flúor (sistemas aquíferos Guarani e Serra Geral e Aquífero Itararé). Entretanto, é nas três bacias que estão localizadas as 3.704 áreas declaradas contaminadas (Cetesb, 2015) – que afetam o solo e os aquíferos – que geralmente são casos de impactos locais (<3 km<sup>2</sup>) – mas não menos preocupantes. As avaliações de fontes de contaminação multipontual, advinda das fugas das antigas redes de esgoto urbano, e de aplicação excessiva de agrotóxico e fertilizantes, em fontes dispersas, não foram sistematicamente estudadas nessas bacias. Novamente, acredita-se que o problema seja subestimado e que haja pelo menos dez vezes mais áreas contaminadas que as declaradas.

Trabalhos desenvolvidos nas áreas das três bacias paulistas estudaram as fontes de contaminação potencial (em oposição aos casos provados), avaliando tão somente os riscos de contaminação em escala regional (Hirata et al., 1997). Já na bacia do AT, o estudo mais detalhado permitiu avaliar 96 regiões com forte indício de contaminação (Fabhat; Servmar 2012).

Embora haja restrições, essas são ainda pequenas perto do potencial que o recurso subterrâneo tem a oferecer para aumentar a segurança hídrica das cidades localizadas na macrometrópole de São Paulo. Essa potencialidade deve ser avaliada em três situações:

a) *usuários localizados em áreas onde ocorrem aquíferos de elevada produção*: os sistemas aquíferos como o Guarani (formações Botucatu e Piramboia) e Bauru (formações Adamantina e Marília) e mais restritamente o Aquífero Serra Geral apresentam vazões individuais por poços que permitem a sua utilização para incrementar o abastecimento público. Nestas localidades é necessária uma avaliação da disponibilidade de água baseada na recarga de longo prazo, bem como das outras funções do aquífero, como a manutenção do fluxo de base. A combinação de águas subterrâneas e superficiais, utilizadas de forma integrada e inteligente, diminui a vulnerabilidade a estiagens. Igualmente, é notável, a partir da análise dos Planos das bacias hidrográficas das três bacias hidrográficas paulistas (IPT 2008, COBRAPE 2010, FUSP 2009), que o uso das águas subterrâneas poderia ser incrementado sem comprometer a sua sustentabilidade ou mesmo os seus serviços ecológicos.

b) *usuários localizados em áreas onde ocorrem aquíferos de baixa produção, mas onde há forte demanda por água*: a maior parte do território da área de interesse e sobretudo onde se encontram grandes aglomerados populacionais não está localizada sobre aquíferos de alta produção. Entretanto, em razão da alta demanda, há um grande número de poços tubulares que extraem água para suprir de forma complementar o abastecimento público. São nítidas as oportunidades que as águas subterrâneas trazem para o sistema de abastecimento público, sobretudo em tempos de crise, quando a perfuração de novos poços privados aumenta a oferta de água e reduz, na mesma medida, o uso da água da rede pública, sem inclusive exigir grandes investimentos das concessionárias ou do Estado. Acredita-se inclusive que a concessionária pública poderia incentivar o uso da água (cobrando pelo serviço de esgoto) em áreas onde haja potencial. É certo que medidas como essas somente serão sustentáveis se o Estado gerir de forma eficiente a exploração e a perfuração das captações.

c) *usuários localizados em áreas de baixa produção aquífera, mas próximos a grandes áreas produtoras*: há casos em que grandes aquíferos poderiam ser utilizados para gerar água que seria utilizada em outras partes da bacia. Esse é particularmente o caso do Sistema Aquífero Guarani, em sua área de afloramento. Um estudo recente (DAEE 2014, Hirata et al 2015a), baseado em avaliações preliminares (Labac-IGCE-Unesp 2004, Cobrape/DAEE 2013), quantificou em nível de projeto exploratório, o potencial e os custos em se extrair água do Sistema Aquífero Guarani desde Itirapina (SP) e trazê-la por gravidade até Limeira, passando por Rio Claro, Santa Gertrudes, Cordeirópolis, Iracemápolis. Muito embora o Guarani tivesse capacidade de produzir 1 m<sup>3</sup>/s, a partir de um campo de 24 poços tubulares de 250 m de profundidade, com custos de perfuração e instalação de bombas e quadros de comandos de R\$ 40 milhões (a preços de 2014), a reservação e sobretudo a adutora de 80 km até as áreas consumidoras, acrescentaria outros R\$ 340 milhões. Assim, embora o aquífero

possa produzir quantidades expressivas de água a baixo custo, o sucesso da alternativa dependerá da avaliação de outras possibilidades concorrentes e a maior proximidade das áreas de demanda com às de consumo.

d) *usuários localizados em áreas onde haja aproveitamento de águas do aquífero freático para usos de consumo não humano*: Nesse caso, a extração de água poderia ser feita por poços rasos ou mesmo pelo recolhimento das águas dos rebaixamentos em obras subterrâneas. A depender da qualidade da água e do uso, essas poderiam ser tratadas. Essa alternativa reduziria o consumo de água de melhor qualidade. Igualmente seria possível desenvolver sistemas de recarga artificial de aquíferos com uso de águas de reuso, para aumentar a disponibilidade de água no aquífero ou como forma de dar “polimento” às águas de reuso, que seriam injetadas no aquífero após tratamento (recarga gerenciada de aquíferos).

Assim, vê-se claramente que a importância das águas subterrâneas para a segurança hídrica de cidades é muito maior que a percepção da sociedade, governo ou dos tomadores de decisão na macrometrópole de São Paulo. Os poços privados têm beneficiado o abastecimento público de cidades, mas têm mostrando também a sua fragilidade, sobretudo porque mais de 60% dessas captações são ilegais (não possuem outorga) ou desconhecidas do poder público. Portanto, é necessário que os planos de bacias hidrográficas incorporem o recurso hídrico subterrâneo de forma integrada aos outros recursos, que as oportunidades do abastecimento privado sejam consideradas no incremento de uma política de segurança hídrica de cidades e a gestão das águas subterrâneas evolua para além do simples mecanismo de comando-e-controle e o Estado aja como um parceiro do usuário, ao invés de limitar-se no seu papel de polícia.

## Referências

BERTOLO, R. et al. Água subterrânea para abastecimento público na Região Metropolitana de São Paulo: é possível utilizá-la em larga escala? *Revista DAE*, v.63, p.6-17, 2015.

CETESB. 2015. Áreas contaminadas. Disponível em: <<http://areascontaminadas.cetesb.sp.gov.br/relacao-de-areas-contaminadas/>>. Acesso em: 2 nov. 2015.

COBRAPE. 2010. Planos das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí 2010-2020. Agência de Água PCJ, Consórcio PCJ/Comitê PCJ. Relatório 11/07. São Paulo. 2010. 788p.

COBRAPE/DAEE. 2013. Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista (PDMM), Cobrape/DAEE, Relatório Final. São Paulo, 2013.

CONICELLI, B. 2014. Gestão das águas subterrâneas na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (SP). Tese de Doutorado. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo (Inédita). São Paulo

DAEE. 2014. Perfuração de poços em área de afloramento do Aquífero Guarani e adução para bacias PCJ. Departamento de Aguas e Energia Elétrica. Relatório Técnico encomendado ao CEPAS|USP. São Paulo, 2014.

FOSTER, S. et al. *Urban groundwater use policy: balancing the benefits and risks in developing nations*. Washington, DC: The World Bank, 2010. v.1.

FUSP. 2009. Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. Fundação da Universidade de São Paulo. Relatório Final. São Paulo, 2009. 4v.

FUSP; SERVMAR. 2013. Estudo Mapeamento de áreas com potenciais riscos de contaminação das águas subterrâneas da UGRHI-06 e suas regiões de recarga, contratado pela Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (FABHAT) e executado pela Servmar Ambiental & Engenharia. São Paulo, 2013.

HIRATA, R.; BASTOS, C. ; ROCHA, G.. Mapeamento da vulnerabilidade das águas subterrâneas no Estado de São Paulo. 1. ed. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 1997, v.2.

HIRATA, R.; CONICELLI, B. Groundwater resources in Brazil: a review of possible impacts caused by climate change. *Anais da Academia Brasileira de Ciências (Impresso)*, n.84, p.297-312, 2012.

HIRATA, R. et al. (Coord.) *Mapeamento da vulnerabilidade e risco poluição das águas subterrâneas do Estado de São Paulo*. São Paulo: IG-SMA/CETESB/ DAEE, 1997. 2v.

HIRATA, R. et al. O Sistema Aquífero Guarani e a crise hídrica das regiões de Campinas e São Paulo (SP). *Revista USP*, n.106, p.59-70, 2015a.

HIRATA, R. et al. *Águas subterrâneas no Brasil: avaliação para uma gestão sustentável*. São Paulo: Instituto de Geociências – USP; Fapesp, 2015b.112p.

IPT. 2008. Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI 10) – Relatório Final. Relatório Técnico 104.269-205. São Paulo, 2008.

LABAC-IGCE-UNESP. 2004. Estudo de viabilidade técnico-econômica de abastecimento de água da Região Metropolitana de São Paulo pelo Aquífero Guarani. Relatório Técnico. ABAS. Disponível em: <[http://www.abas.org/publicacoes\\_estudos.php](http://www.abas.org/publicacoes_estudos.php)>.

PINHATTI, A. et al. Gestão dos recursos hídricos na citricultura: o papel complementar das águas subterrâneas. *Citricultura*, Cordeirópolis, p.24-25, 1 maio 2015.

# 11

## Água, saúde e desenvolvimento sustentável

### Saúde e desenvolvimento

O economista sueco Gunnar Myrdal, prêmio Nobel em 1974 no auge do prestígio das teorias desenvolvimentistas que descreviam um círculo vicioso da pobreza e da doença, chamou-o “causação circular” (Nunes, 1994). Desde então, discussões sobre a relação entre doença e desenvolvimento econômico amudaram. Em grande proximidade, geográfica e conceitual, com a Organização Mundial da Saúde (OMS), em Genebra, surgiram iniciativas como a Commission on Health Research for Development, em 1990. Essa apontou uma realidade preocupante: no mundo, menos de 10% dos recursos financeiros são destinados a pesquisa em saúde nos *Developing Countries*, países que concentram mais que 90% de todas as mortes preveníveis. Outra instituição, Global Forum for Health Research, cunhou a expressão “10/90 gap” para identificar essa discrepância. Desde então, o mote da “brecha 10/90” domina o terreno e deu origem a novas “iniciativas” voltadas a “doenças negligenciadas”. Assim chamadas por referência ao pouco interesse das multinacionais farmacêuticas em produtos que não tenham perspectiva de sucesso financeiro. Entidade global “*non profit*”, o Council on Health Research

---

José R. Carneiro\*

\* Departamento de Medicina Social, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP-USP)

for Development (COHRED) tem a meta: “maximizar o potencial de investigação e inovação para oferecer soluções sustentáveis para os problemas de saúde e desenvolvimento de pessoas que vivem em países de renda baixa e média”. Como é habitual, essas altruístas instituições estão permanentemente voltadas para a tragédia dos *have nots*, como chamam os pobres.

Na mesma década, o Banco Mundial dedicou o Relatório de Desenvolvimento Mundial a “Investir em Saúde” (World Bank, 1993). Qualificou as ações de saúde, relacionadas com o desenvolvimento econômico, pelo modo como se inserem no mercado. Atribui ao Estado um papel nas ações de “grande externalidade” ou aquelas que não podem ser cobradas individualmente, como a despoluição do ar e da água ou a vacinação em massa, de doenças transmissíveis entre pessoas. Ações de “fraca externalidade”, que podem ser cobradas individualmente, devem ser privatizadas, especialmente a assistência médica e seus componentes diagnóstico e terapêutico. Reconhecendo a dificuldade de impor, universalmente e sem traumas, essa proposta, atribui ao Estado a execução de uma “cesta básica” de ações de baixa complexidade: vacinação, aleitamento materno, planejamento familiar, reidratação oral, entre outras. Novidade marcante no *Investing in Health* foi a substituição dos tradicionais “Indicadores de Saúde”, da Epidemiologia, pelas novas ideias de “Carga da Doença” (*Burden of Disease*). Essa tem o indicador principal (*disability-adjusted life years* ou DALY) impregnado de notável significado econômico ao incluir o “custo financeiro” além dos indicadores tradicionais, mortalidade e morbidade.

Em janeiro de 2000, no final da década, a OMS inclui em sua estrutura um programa especial destinado ao empolgante e ainda atual debate sobre o desenvolvimento sustentável. A Comissão de Macroeconomia e Saúde, estabelecida pela então Diretora Geral da OMS, Gro Harlem Brundtland, buscava colocar a saúde no centro da agenda de desenvolvimento mais amplo nos países (WHO, 2015). Voltaremos a mencionar a Dra. Brundtland e os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio (ODM), associados à ideia dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).

## **Desenvolvimento sustentável**

Desenvolvimento sustentável é conceito polissêmico, frequentemente associado exclusivamente ao ambiente físico. Adotamos ideia mais abrangente: é a maneira de desenvolver o mundo que melhor atende os interesses da atual geração, sem prejudicar os previsíveis (sic) interesses das gerações futuras.

Essa ideia está consagrada na “Agenda 21”, adotada na Cúpula da Terra realizada no Rio de Janeiro em 1992. Em trabalho anterior (Carvalho, 2015) demos o devido crédito à Dra. Brundtland, que presidiu a “Rio 92” e ficou associada definitivamente à ideia de “desenvolvimento sustentável”.

Nessa “Cúpula da Terra” ficou consagrado que desenvolvimento sustentável está ancorado em três eixos: social, econômico e ambiental.

### **Importância da água como indicador**

No eixo ambiental do desenvolvimento sustentável é frequente lembrar apenas a questão climática: as emissões do efeito estufa e o aquecimento da atmosfera. A questão da água, no entanto, ganhou destaque na “Rio 92” em relação à satisfação de necessidades humanas primárias, de nutrição, higiene e limpeza, além de ser fonte potencial de doenças e agravos. Foi associada, também, a questões que indiretamente se ligam ao bem-estar das pessoas: energia, agricultura, clima e biodiversidade.

A “Agenda 21” inclui a deliberação de consagrar 22 de março como “Dia Mundial da Água”. Em cada ano, uma das agências multilaterais das Nações Unidas assume a tarefa pela celebração do “Dia da Água”. Em 2001, coube essa missão à Organização Mundial da Saúde (OMS). O Relatório produzido (WHO, 2001), “*Water for Health-Taking Charge*”, tem prefácio que exhibe uma visão da relação entre água, saúde e desenvolvimento. Na sequência, o Relatório considera: “água e saúde: dois recursos preciosos” e prossegue na mesma trilha esmiuçando a relação “água e desenvolvimento: a conexão saúde”. Obviamente, o papel da água como fonte de patógenos (orgânicos e inorgânicos) é largamente discutido. Exploramos esse relatório em trabalho anterior (Carvalho, 2015).

### **OPAS Brasília: os três eixos do desenvolvimento e a saúde como síntese**

Em trabalho anterior (Carvalho, 2015), exploramos a contribuição que a Representação em Brasília da Organização Pan Americana da Saúde faz a esse debate. Mencionamos a publicação do primeiro número de uma série dedicada ao “Desenvolvimento Sustentável e Saúde” (OPAS, 2014). Citando o “Brundtland Report” (da “Rio 92”), os autores lembram que considera a saúde na interseção dos três eixos ou dimensões do desenvolvimento sustentável (social, ambiental e econômica): “saúde é uma condição prévia, um resultado e um indicador das três dimensões do desenvolvimento sustentável”.

Os autores associam esses quatro componentes de sua análise aos Objetivos do Milênio (ODM) (PNUD, 2014) e escolhem um indicador para traduzir cada um deles. A partir dessas escolhas, o estudo da OPAS apresenta as tendências dos indicadores no Brasil, de 1991 a 2010, tendo como fonte os Censos Demográficos do IBGE. A maneira como os autores escolheram os indicadores reforça a ideia da estreita e relevante associação da saúde com o acesso à água encanada como alicerces do desenvolvimento sustentável. Não há amostragem, o trabalho emprega dados censitários, adotando como unidades os 5.565 municípios e como níveis de análise as macrorregiões e o país como um todo, em três momentos (1991, 2000 e 2010).

Recentemente, o mesmo grupo publicou um *Atlas de Desenvolvimento Sustentável e Saúde*, adotando os Estados como nível de análise (OPAS, 2015). Além disso, ainda empregando os mesmos indicadores, acrescentou aos correspondentes Objetivos do Milênio (ODM) escolhidos para cada eixo os mais recentes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (United Nations, 2015), inclusive o que se refere à saúde. Temos assim:

Dimensão social: ODM 2 (universalizar a educação primária); ODS 4 (garantir educação inclusiva e equitativa de qualidade, ao longo da vida, para todos); Indicador (taxa de analfabetismo).

Dimensão econômica: ODM 1 (erradicar a extrema pobreza e a fome); ODS 1 (acabar com a pobreza em todas suas formas, em todos os lugares); Indicador (proporção de pobres).

Dimensão ambiental: ODM 7 (garantir a sustentabilidade ambiental); ODS 6 (garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos); Indicador (taxa de cobertura de água encanada).

Saúde (interseção): ODM 4 (reduzir a mortalidade na infância); ODS 3 (assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos); Indicador (taxa de mortalidade infantil).

Dessa forma, com essa nova contribuição (OPAS, 2015), é possível analisar a “crise hídrica” em São Paulo e seu impacto no processo de desenvolvimento sustentável. Considerando o impacto sobre a vida cotidiana das pessoas, o debate reduz-se à “taxa de cobertura de água encanada”. O trabalho da OPAS define esse indicador:  $\text{Proporção (\% da população com acesso a água encanada)} = \text{Proporção (\% de pessoas que vive em domicílios com água canalizada para um ou mais cômodos. Acrescenta que “a água pode ser proveniente da rede geral, de poço, de nascente ou de reservatório abastecido por água das chuvas ou carro pipa”}.$  Sendo os censos demográficos as fontes originais, presumimos que essa definição é usada pelo IBGE embora os autores apresentem como referência (PNUD, 2014).

## **Domicílios com água encanada em São Paulo**

Com a devida precaução, analisamos os resultados encontrados para o Brasil e para o estado de São Paulo. Comparamos o estado de São Paulo com o Brasil e, eventualmente, com a macrorregião Sudeste. Tabelas, gráficos e mapas, que não são exibidos mas apenas comentados, figuram nos mencionados trabalhos (OPAS, 2014; OPAS, 2015).

No primeiro trabalho (OPAS, 2014), além dos eixos que estamos analisando, há outros indicadores que fazem parte do esforço de análise das desigualdades. Considerando, apenas, a “Taxa da água”, ela mostra notável avanço no período, no Brasil como um todo. A mediana, valor que limita 50% da distribuição (da proporção da população com acesso a água encanada), varia de 57,3%, em 1991, para 76,2%, em 2000, e 90,3%, em 2010. Isso quer dizer que, em 2010, em metade dos municípios

brasileiros, 90,3% (ou mais) da população residente tinham acesso a água encanada. O estado de São Paulo se destaca como o mais bem servido (OPAS, 2015).

O trabalho inicial (OPAS, 2014) apresenta a distribuição dos 5,565 municípios do Brasil correlacionando a taxa de acesso a água encanada nos anos 1991 e 2010. A diagonal do gráfico indica igualdade: seria a posição de todos os pontos, que representam municípios, se não tivesse havido nenhuma alteração do quadro de acesso a água encanada. A quase totalidade dos municípios está representada por pontos acima da diagonal, mostrando que tiveram melhoria. É notável que as duas macrorregiões de maior desenvolvimento urbano, Sudeste e Sul, são as únicas que apresentam municípios abaixo da diagonal. Nessas macrorregiões, os pontos se concentram próximo de 100% de cobertura, o que mostra que é mais difícil melhorar quando já se tem acesso elevado.

No segundo trabalho (OPAS, 2015), apresentam-se os indicadores dos três eixos do Desenvolvimento Sustentável, além do indicador de saúde, em São Paulo e nos demais estados. Os autores decidiram substituir o indicador de acesso a água pelo seu complemento “a proporção da população sem acesso”. Recalculamos as taxas de água como proporção do acesso, seu complemento.

Emprega-se uma criativa maneira de mostrar a evolução da falta de acesso a água no estado de São Paulo, no período estudado. Tomando como referência a distribuição, por quintis, do ano 2000, mostra pior acesso em 1991 e muito melhor em 2010. Com destaque positivo aparente visualmente para a Região Metropolitana de São Paulo.

Empregando mediana, amplitude de variação e intervalo interquartil, apresenta-se a evolução, no período em estudo, das distribuições dos quatro indicadores para o estado de São Paulo. Comparam-se com os mesmos valores da Região Sudeste e do Brasil. No início do período (1991) São Paulo se destaca, com medianas inferiores em todos indicadores. Pela maneira como se adotaram os indicadores, quanto menor, melhor. As medianas vão se aproximando e quase não há diferenças em 2010, salvo na distribuição da condição de pobreza. A amplitude de variação e o intervalo interquartil, ambos diminuindo no período, demonstram redução das desigualdades no estado de São Paulo.

Os dados comentados exibem, em todos indicadores, uma situação privilegiada do estado de São Paulo. Em particular quanto ao acesso a água encanada na Região Metropolitana de São Paulo. Como associar essa impressão preliminar, simplificada, ao desatino do debate público a respeito da “nossa crise hídrica”? Estaria esse embate cruento reclamando do poder público um total descompromisso com o desenvolvimento sustentável? Afinal de contas, a quem incomoda mais a tão apregoada “crise hídrica”?

## À guisa de ingresso no debate político: “fechem as torneiras!”

Nos estritos limites da simplificação mencionada, interpreta-se aqui o que se passou no período indicado (1991 a 2010) no estado de São Paulo. Com os riscos inerentes a qualquer simplificação, adotamos o acesso a água potável em pelo menos um cômodo da casa como indicador relativo da associação da água ao desenvolvimento sustentável. Que se transforma em indicador absoluto da “crise hídrica” de 2013-2014 se assumirmos o conforto das famílias como o impacto de maior relevância. Ainda mais dramático, considerando a saúde humana um bem supremo, quando a sociedade recebe a ordem imperial: “fechem as torneiras!”.

O dia mundial da água, proposto na “Rio 92”, teve sua primeira celebração no ano seguinte, 1993. Adotou-se então um dos motes mais curiosos de toda a série: “não usar as torneiras da casa durante todo esse dia (22 de março)”. Evidentemente, procurava-se conter a exacerbação da crise hídrica. A população mundial era chamada a colaborar, numa incômoda maneira autoritária de culpabilizar as vítimas.

No ano 2015, em São Paulo, as notícias da mídia estiveram sempre repletas de reclamações populares sobre “torneiras secas”. Tomavam “os governos”, genericamente, como principais culpados pela falência hídrica. Muitas vezes, gestores dos diversos níveis, sentindo-se injustamente atacados, vinham a público e procuravam se explicar.

Entre essas duas sentenças sobre torneiras, devem ser buscadas as razões do problema. Várias pistas estão no “Dossiê Recursos Hídricos”, publicado por *Estudos Avançados* e comentado brevemente pelo editor (Bosi, 2015). Um modelo cientificamente amparado de análise do problema (crise hídrica) é transdisciplinar. Há, até mesmo, quem afirme que, em problemas dessa complexidade, não bastam as disciplinas científicas. O epistemólogo argentino Juan Samaja repetidas vezes afirmou que, no processo de explicação do mundo, é indispensável aproveitar contribuições advindas de áreas não reconhecidas como disciplinas científicas. Inclui aí a linguagem artística, religiosa, os chistes etc. Devem ser incluídos outros “saberes dignos” num processo mais amplo de “trans sapiência” (Samaja, 2000, citado em Carvalheiro, 2003).

Remete-se aqui aos artigos desse dossiê de *Estudos Avançados*, desafiando o leitor a um exercício “trans sapiente” de comparação de seu conteúdo com o dos trabalhos produzidos pela OPAS Brasília.

Trata-se de comparar o “acesso potencial” do nosso indicador (presença de água encanada, pelo menos num cômodo, identificada em censo demográfico) com o “acesso real” que depende da chegada da água ao domicílio. As polêmicas se sucedem quando se buscam soluções individuais, incluindo condomínios residenciais, clubes e empreendimentos comerciais, abandonando a luta comum de considerar água um bem público cujo acesso é responsabilidade do Estado (Carvalheiro, 2015).

## Acesso e cobertura: os casos da saúde e da água e a falácia ecológica

É importante assinalar a maneira como se desenvolve, neste trabalho, a questão da controvérsia “cobertura x acesso”, aplicada tanto à saúde quanto à água. Reiteramos a referência ao “Brundtland Report” (da “Rio 92”) que considera a “saúde uma condição prévia, um resultado e um indicador das três dimensões do desenvolvimento sustentável”. Escolhemos (falta de) acesso a água encanada como indicador do eixo ambiental e a mortalidade infantil como indicador de (falta de) saúde. Ambos são coeficientes, referidos a bases populacionais (por cento e por mil, respectivamente). Não procuramos algum tipo de “associação causal” entre esses dois indicadores, até porque essa questão está estabelecida por consenso desde os trabalhos da escola de Hipócrates, quatro séculos antes de Cristo. Em Epidemiologia, diríamos que a relação atende os tradicionais “Critérios de Bradford Hill”, para associações causais. Sempre lembrando que devemos evitar a “falácia ecológica”, que ocorre quando associações encontradas com valores agregados são interpretadas como válidas no nível individual. Em geral os resultados apresentam diferenças e podem dar margem a análises incorretas sobre determinado fenômeno, quando se altera o “nível de ancoragem” da análise. Há uma tendência clara para que doenças diarreicas, por exemplo, sejam mais frequentes (incidência, por mil) em localidades com pouco cuidado no manejo da água de uso domiciliar. Não é, obrigatoriamente, verdade para uma casa em particular.

Em ambos os casos, água de abastecimento domiciliar e ações de saúde, a cobertura é de responsabilidade de agentes públicos ou privados. São esses que apregoam suas vantagens comparativas: “oferecemos tais e quais serviços”. Já o acesso, em geral motivo de legislação, só pode ser confirmado pelos beneficiários. Por essas razões, tanto na água quanto na saúde, há discrepâncias entre o que diz o “policy maker” e o que diz o cidadão comum. Gestores imediatamente ligados às ações na periferia do sistema procuram se justificar mediante as reclamações sobre insuficiências que não são sua responsabilidade.

Na crítica à Cobertura Universal de Saúde, atualmente preconizada pela OMS, os sanitaristas brasileiros discordam com a ideia de que devem ser criados mecanismos que livrem as pessoas da miséria (hardship), por gastos no cuidado com sua saúde. O que a OMS apregoa como “universal” só poderia ser levado a sério se confirmado como “acesso” (Noronha, 2013).

O mesmo poderia ser pensado em relação à água encanada nos domicílios, mas há uma diferença. É uma questão que tem sido analisada ao tratar da distinção entre bens públicos (commons) e direitos (rights). Nas origens e, ainda hoje, em comunidades primitivas remanescentes, são bens públicos coletivos (commons) o ar, a água e a terra. É evidente que a posse coletiva da terra foi abandonada no curso da história e a água corre sério risco de passar a ser considerada definitivamente

uma mercadoria. Disponível apenas “nas torneiras e nas gôndolas dos supermercados” (Judt, 2014). Nas últimas, ninguém duvida que pertencem cada vez mais a multinacionais que a engarrafam para vender. Nas torneiras, há quem lute para que sejam bens públicos, mas, ainda que a distribuição seja feita pelo Estado, há cobrança. Mais ainda, há uma quase generalizada entrega da captação, tratamento e distribuição a empreendimentos privados, com ações na bolsa de valores. Portanto, com lucro presumível para os acionistas. É importante mencionar que, na falta de mecanismos menos autoritários de induzir a redução do consumo domiciliar de água, a cobrança mensal é a arma favorita. Quem reduz o consumo é gratificado com desconto, e quem aumenta é punido com multa.

Estamos em via de aceitar, na área da saúde, que temos no Brasil um sistema híbrido. Violando a Constituição, a proposta atual da OMS, de Cobertura Universal de Saúde, abandona a ideia de acesso e adota a de cobertura, ou oferta, que só garante acesso pleno para quem pode pagar. Propõe um atalho, criando um fundo especial que socorre os que estão ameaçados de ficar na miséria devido a gastos em saúde. No caso da água isso já é uma verdade e “demonstra até que ponto você pode degenerar a civilização e ainda achar que está progredindo ao tornar tudo privado” (Judt, 2014).

Superar a falácia ecológica exige um esforço para interagir com as realidades da periferia do sistema. Apenas interrogando a realidade na “última milha” (ver adiante) podemos aquilatar a que ponto a atual geração está satisfeita com o modelo de desenvolvimento. Será esse sustentável para todos?

## **O problema da última milha (*last mile problem*) e a governança**

Em todos os documentos da OMS a que tivemos acesso, sempre existe uma preocupação com a transmissão de doenças relacionadas com o manejo da água nos domicílios. De conhecimento próprio, vamos mencionar duas experiências singulares.

De 1991 a 1993, São Paulo esteve ameaçada pela pandemia de cólera que chegou à América do Sul pelo Peru e, em poucos meses, alcançou o Brasil. Tivemos casos importados (22, com 1 óbito) e autóctones (11, com 2 óbitos). Sanitaristas da Secretaria Municipal de Saúde, auxiliados por publicitários, promoveram a campanha “São Paulo vai ‘dar um pau’ no cólera”, com mensagens curtas veiculadas pelo rádio. Atento ao problema, o IEA/USP promoveu, em maio de 1992, um seminário com os idealizadores da campanha e convidou o (já falecido) professor Victor Valla, da Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP/Fiocruz), especialista em educação em saúde. A doença é transmitida pela água contaminada pelo vibrião colérico e o controle baseia-se no manejo cuidadoso da água. Valla considerava necessária uma “construção compartilhada do conhecimento em saúde” a maneira como se dá essa interação com os moradores: “compreendida como uma produção onde se inter cruzam o saber científico acumulado e o saber popular produzido a partir de condições e experiências de vida da população” (Oliveira; Valla,

2001). Nem pensar em dar conselhos que implicam “usar água em abundância para lavar as mãos”. Nas condições de moradia prevalentes nas favelas, água é líquido precioso que precisa ser manejado com todo cuidado, sem desperdício.

Em 1981, Cuba sofreu misteriosa invasão de *Aedes*, transmitindo variante de vírus da dengue de inusitada patogenicidade. A epidemia de dengue hemorrágico, iniciada a partir de diversos pontos da ilha é, ainda hoje, considerada a maior jamais vista. Em Cuba, com 10 milhões de habitantes na época, foram 344.203 notificações, com 116.143 casos (10.312 graves), com 158 óbitos (Martines Torres, 2005; Guzman, 2012). Desde que se descreveu a transmissão de doenças por vetores, no final do século XIX, a ação preferencial sempre foi o combate ao transmissor, nesse caso um inseto. No caso do *Aedes*, a melhor medida é combater as larvas nos criadouros domiciliários. São pequenas coleções de água em continentes variados e inusitados como pneus, copinhos plásticos de sorvete ou pratos de vasos de violetas. Nem é necessário usar inseticida, basta esgotar os continentes de água parada. O que é mais complicado é ter acesso a todas as casas das diversas comunidades de qualquer cidade. Desde o triunfo da Revolução, diante das reiteradas ameaças de invasão da ilha, foram criados em Cuba os Comitês de Defesa de la Revolución (CDR). Composto por moradores, havia um CDR em cada quadra de todas as cidades da ilha. No caso da epidemia de dengue hemorrágico deveu-se à atuação dos CDR o sucesso no controle do *Aedes* nos domicílios com o consequente esgotamento da epidemia.

Ambas as experiências relatadas nos fazem pensar na questão da governança, relacionada com ações de saúde. Quando dependemos da adesão da população a medidas de saúde pública, estamos em posição semelhante à de Oswaldo Cruz, no início do século XX. Quando iniciou a vacinação antivariólica, ele se defrontou com a “Revolta da Vacina” no Rio de Janeiro. Canção popular “A vacina obrigatória”, gravada em 1904, chamava os autores da proposta truculenta e invasiva de “manatas da sabença”.

Atualmente, é grande a dificuldade de atingir todos os domicílios de qualquer cidade para o controle de coleções hídricas onde se multiplicam os *Aedes*. A solução encontrada, pelos novos “manatas da sabença”, foi a de filmar as periferias com “drones” e incluir militares e policiais nas equipes de agentes de saúde que incursionam pelos domicílios.

Autoridades de saúde de grande cidade do interior de São Paulo (Ribeirão Preto) anunciam que: “a Defesa Civil do Estado de São Paulo coordena uma ação que deslocará mil soldados do exército e mil policiais militares para ajudarem os agentes de saúde nos mutirões” (jornal *A Cidade*, 2016). Reclamam que só o estado de São Paulo tem um déficit de 12 mil agentes e consideram normal o socorro militar para exercer missão típica de “construção compartilhada” com os moradores, parafraseando Victor Valla. O ministro da Saúde é ainda mais ambicioso: afirmou “ter esperança de cumprir a meta de que agentes de endemias e do Exército visitem 100% dos imóveis do país até o fim de janeiro de 2016;

o objetivo é realizar inspeções e eliminar criadouros do mosquito *Aedes aegypti*.<sup>1</sup> Parecem, todos, ignorar ou desconhecer a experiência histórica da “Revolta da Vacina”, quando o exército foi às ruas para controlar a revolta, resultando dezenas de mortos no embate.

Teremos que aguardar os resultados da nova política de combate ao Aedes. Seu sucesso depende da interação com os existentes “grupos de interesse”. Lícitos ou não, interferem na ação da “burocracia ao rés-do-chão”. Mais ainda, tem tudo a ver com o “problema da última milha” (*last mile problem*). O problema com “grupos lícitos” tem sido largamente discutido no terreno dos interesses do mercado, relacionado com a concentração ou dispersão dos “custos”. A ideia do “last mile problem” foi inicialmente introduzida na análise do acesso a TV a cabo. Foi estendida a outros campos, como o de medicamentos e, mesmo, de água. No caso da água, é notável que o modelo apresentado não menciona o consumo nos domicílios, mas sim no terreno agrícola: irrigação “por gotejamento” (*drip irrigation*).

Os exemplos de São Paulo e de Cuba nos impõem uma reflexão a respeito de como é difícil interagir, “na última milha”, com populações tão distintas quanto as que existem em qualquer país do mundo. Não deve ser diferente com os povos dos chamados países do Primeiro Mundo, em contraposição aos desprovidos (*have nots*). Há que se ter presente que medidas autoritárias, no terreno da educação em saúde, quase sempre dão péssimo resultado.

## **Os bens públicos (commons) e os direitos (rights)**

Neste capítulo, água e saúde foram chamados de “bens públicos”. A esse respeito, há intenso debate nacional e internacional. Constituem-se em entidades “da sociedade civil” que se dispõem a defender ideias específicas, verdadeiros “grupos de interesse”. No “Dossiê Crise Hídrica” (Bosi, 2015), já mencionado, há artigos com extensas análises sobre essas entidades. Também comentamos uma delas, o “Coletivo de Luta pela Água” (Carvalho, 2015). Consideramos promissora a ideia de ter um vínculo partidário, sem o qual esses coletivos esgotam sua ação “nos desfiles”, quando desfilam.

Ao adotarmos o critério dos artigos da OPAS (2014 e 2015), água representa o eixo do ambiente nas dimensões do desenvolvimento sustentável. Isso quer dizer que água de boa qualidade deve existir hoje (para nossa geração) e sempre (para as vindouras). Na realidade, o acesso a água de qualidade para beber transita pelo significado social do bem-estar: deve ser considerado como um direito humano e não uma mercadoria.

---

1. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2015/05/1628271-dossie-do-mosquito-entenda-tudo-sobre-o-transmissor-da-dengue.shtml>>

## Referências

BOSI, A. Dossiê Crise Hídrica – Editorial. *Estudos Avançados*, v.29, n.84, maio/ago. 2015

CARVALHEIRO, J. R. A saúde na metrópole. *Estudos Avançados*, v.17, n.48, p.203-8, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php>>.

\_\_\_\_\_. Água e saúde: bens públicos da humanidade. *Estudos Avançados*, v.29, n.84, p.139-49, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php>>.

GUZMAN, M. G. Thirty years after the cuban hemorrhagic dengue epidemic of 1981. *Medic rev.*, v.14, n.2, p.46-51, 2012. Disponível em: <[http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1555-79602012000200012&lng=en&nrm=iso](http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1555-79602012000200012&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 30 jan. 2016.

JUDT, T. *Pensando o século XX*. Rio de Janeiro: Objetiva, p.380, 2014.

MARTINES TORRES, E. *Dengue*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2005.

NORONHA, J. C. Cobertura universal de saúde: como misturar conceitos, confundir objetivos, abandonar princípios. *Cad. Saúde Pública*, v.29, n.5, p.847-9, 2013.

NUNES, E. D. Saúde coletiva: história de uma idéia e de um conceito. *Saúde e Sociedade*, v.3, n.2, p.5-21, 1994.

OLIVEIRA, R. M.; VALLA, V. V. As condições e as experiências de vida de grupos populares no Rio de Janeiro: repensando a mobilização popular no controle do dengue. *Cad. Saúde Pública*, v.17(Suplemento), p.77-88, 2001.

OPAS. *Desenvolvimento Sustentável e Saúde: tendências dos indicadores e desigualdades no Brasil*. Brasília, DF: Opas, 2014.

OPAS. *Atlas de Desenvolvimento Sustentável e Saúde*. Brasil: 1991 a 2010. Brasília, DF: Opas, 2015.

PNUD. Os objetivos de desenvolvimento do milênio. ODM, 2014. Disponível em: <<http://www.pnud.org.br/ODM.aspx>>. Acesso em: 27 dez. 2015.

UNITED NATIONS. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. New York: Sustainable Development UN.ORG, 2015.. Disponível em: <<https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld/publication>>. Acesso em: 27 dez. 2015.

WHO. World Water Day Report. Geneva: WHO, 2001. Disponível em: <[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/takingcharge.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/takingcharge.html)>. Acesso em: 22 dez. 2015.

WHO/Programmes. Macroeconomics and Health (CMH). Disponível em: <<http://www.who.int/macrohealth/en/>>. Acesso em: 22 dez. 2015.

WORLD BANK. World Development Report 1993: Investing in Health. New York: Oxford University Press. © World Bank, 1993. Disponível em: <<http://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/5976>>. Acesso em: 22 dez. 2015.

# 12

## A visão econômica da crise hídrica 2014/2015

Ao trabalhar na avaliação econômica da crise hídrica 2014/2015, podemos abordá-la de duas maneiras. Uma é a avaliação macroeconômica, examinando o contexto socioeconômico em que vive a metrópole São Paulo e a maneira pela qual é delegado poder às instituições públicas (por meio de impostos e taxas pagas pelos munícipes), para cuidar das nossas necessidades hídricas. Essa análise é complexa e exige a visão detalhada de como se organizou e se organiza a distribuição da riqueza, a acumulação de capitais, a poupança e renda, resultando em melhor ou pior oferta de bens e serviços; bem como, saber se as demandas da sociedade local estão sendo atendidas?

Outra análise, por certo compatível com nossa proposta (GT Crise Hídrica/IEA), é avaliar num determinado setor, no caso a oferta de água e saneamento básico, suas contas e agregados do órgão, empresa pública ou estabelecimento comercial responsável pela oferta dos serviços. Como se estabelecem preços dos bens e serviços ofertados e se atende a demanda? Como se organiza para atender essa demanda?

Diante do exposto, este capítulo enquadra-se na segunda alternativa, pretendendo responder e avaliar se a empresa responsável (Sabesp) ampliou a oferta de água, se o público atendido por ela (Sabesp) está satisfeito com serviços prestados e se a empresa atende as demandas da metrópole São Paulo.

---

Marcio Miguel Automare\*

\* Associação Scientiae Studia. Grupo de Pesquisa Filosofia, História e Sociologia da Ciência e da Tecnologia, do Instituto de Estudos Avançados (IEA-USP)

Feito esse necessário esclarecimento, vemos que a análise econômica da crise hídrica 2014/2015 na cidade de São Paulo e sua Região Metropolitana despertou desde então muitas contribuições, porém poucas foram aprofundadas, debatidas e consideradas, pelos cidadãos e pesquisadores.

É necessário voltar no tempo e entender que até meados do século XX a cidade de São Paulo e Região Metropolitana foram abastecidas pelos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí.<sup>1</sup> Devemos lembrar que a cidade de São Paulo não foi preparada para atender o rápido crescimento populacional e econômico no último quarto do século XX, em razão do acelerado crescimento econômico do Brasil ocorrido naquele período. Como os três rios morreram ou deixaram de atender demandas humanas, no sentido de fornecimento de água, é fundamento primeiro para entender por que não encontramos soluções para futuras crises de abastecimento. Prevalece entre nossos gestores públicos, entre cientistas e acadêmicos, o conceito de que as águas dos rios privilegiam essencialmente o seu rápido escoamento. Dessa forma, não se criou e se abandonou uma possível estocagem das águas acumuladas nesses “piscinões”, instalados desde o ano 2005, pois nunca nossos gestores tiveram a ideia de preservar água acumulada pelas chuvas, que depois de tratadas poderiam ser distribuídas, diminuindo assim a demanda das águas dos reservatórios. Repetimos que o objetivo único é evitar as enchentes, causadas pela canalização de todos os riachos e córregos que preponderavam na metrópole, até metade do século XX.

Outro fator guiado pelo mesmo modelo de urbanização, como dissemos antes, foi a correção e canalização indiscriminada dos córregos da cidade, visto que o crescimento da população, a instalação de indústria automobilística (1960) exigiram vias de acesso e não havia outro local senão as várzeas e vales da cidade. Quase todas as grandes avenidas, construídas desde 1960, correm sobre leitos de grandes riachos e córregos existentes na nossa cidade, e eles não morreram, daí a necessidade de piscinões, pois quando chove essa água não tem para onde ir. Entretanto não devemos deixar de lembrar que a metrópole São Paulo continua o centro das mudanças aceleradas que ocorrem no Brasil desde a metade do século XX. Apesar de esforços, é aqui na metrópole que ainda se centralizam setores importantes de serviços, indústria e comércio, atendendo e se destacando no estado e, porque não dizer, em todo Brasil.

---

1. Entretanto, a observação de um mapa da rede hidrográfica do município, na primeira metade do século XX, revela um paradoxo: como uma cidade estabelecida inicialmente entre três volumosos rios – Rio Tietê, Rio Pinheiros e Rio Tamanduateí – pode sucumbir à falta de água? A resposta é óbvia: esses rios estão degradados e transformaram-se, ao longo do tempo, em canais de esgotamento sanitário (cf. <<https://confins.revues.org/10884?lang=pt>>).

Na questão hídrica, lembrarmos que a água faz parte de toda a vida do homem, e é o maior recurso natural que produz energia elétrica. Diante dessa demanda, cabe lembrar que há setenta anos, precisamente no final da década de 1930, existiu um grande aumento da demanda por eletricidade. Os administradores da produção e distribuição de energia elétrica, a São Paulo Light & Power Company, tomaram a iniciativa de desenhar um novo layout, uma nova estrutura de uso das águas na cidade de São Paulo. Resumidamente, a Light Company fez investimentos elevados para a ocasião, conseguindo inverter o curso das águas do Rio Pinheiros, aumentando o reservatório da Represa Billings, e assim fornecer vazão suficiente para viabilizar a Hidroelétrica de Henry Borden situada ao pé da Serra do Mar.<sup>2</sup>

Concordamos que foi uma iniciativa acertada, pois trouxe bons resultados, permitindo a instalação da Siderúrgica Cosipa e da Refinaria Artur Bernardes (Petrobras) na Baixada Santista; bem como o surgimento de indústrias químicas na região e a instalação do polo petroquímico de importância nacional em Cubatão (SP).

Ainda a economia chama a nossa atenção ao examinar a cidade de São Paulo, destacando que desde a segunda metade do século XX a transformação dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí em condutores de esgotos trouxe dificuldades para formação de outros reservatórios hídricos, com água para uso humano. Assim mesmo, com vultosos investimentos e apoio internacionais realizados ao longo das últimas décadas, não se conseguiu despoluir as águas<sup>3</sup> desses três principais rios.

Com certeza a opção adotada de transformação de rios em canais de esgotos é um dos motivos para falta de água potável e a conseqüente poluição da Represa Billings, pois as águas desses rios, sem tratamento adequado, desaguam na represa Billings, impedindo qualificar suas águas para consumo humano, tornando-a um imenso reservatório de águas poluídas. Uma nova questão deve ser respondida: Por que não fazer a despoluição da Represa Billings e aproveitar suas águas, diminuindo a dependência do Sistema Cantareira? Desde já sabemos da resposta, pois qualquer iniciativa nesse sentido não acontece enquanto os dois rios não forem despoluídos<sup>4</sup> e infelizmente já se reconhece a impossibilidade.

---

2. Fonte: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/RegiaoMetropolitana.aspx?rme=2>>.

3. Convém ressaltar que mesmo depois de lucros recordes, nesses dois últimos anos, a Sabesp reduziu seus investimentos, para despoluições das águas dos rios Tietê, Pinheiros e da Represa Billings. Fonte: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/com-lucro-recorde-sabesp-reduz-investimento-para-despoluicao-do-rio-tiete.ghtml>>.

4 Contudo, esse objetivo parece estar longe de ser alcançado. Em 2012, a empresa Sabesp foi alvo de processo do Ministério Público que exigiu a indenização de 11,5 bilhões de reais pela companhia, por conta do lançamento, em ambos os rios, do esgoto doméstico lançado pelos municípios da Região Metropolitana, cujos sistemas de saneamento ainda não foram assumidos totalmente pela estatal. Fonte: <<http://www.ambientelegal.com.br/rio-pinheiros-por-um-fio/>>.

Para avançarmos na nossa análise, precisamos explicitar melhor os custos ambientais envolvidos. O que são e quais são? Uma breve resposta, são custos que deveriam ser assumidas pela sociedade, mediante o pagamento de impostos e taxas. Entretanto sabemos que a sociedade não paga, ou melhor, não gosta de pagar e resiste, apoiada pelo legislativo estadual e municipal sem visão ampla do ambiente sobre o qual legisla, acabando por derrotar todas as demais iniciativas de proteção dos mananciais. Dessa forma, sem aceitar o trabalho de explicar e justificar, respaldam a decisão do cidadãos e empresas de não assumirem os custos, via impostos e taxas, para preservação dos recursos naturais necessários à preservação e manutenção dos grandes reservatórios.

Diante desse cenário, de ausência da cobrança política da sociedade (população), questões importantes<sup>5</sup> de disponibilidade de recursos hídricos deixam de ser atendidos. Não podemos deixar de comparar a metrópole e capital São Paulo com outras capitais de países mais cuidadosos na gestão dos seus recursos hídricos, onde o cuidado com as questões ambientais são preventivas<sup>6</sup> e não adquirem as proporções tais como ocorridas na metrópole São Paulo. Sabemos e não damos a importância devida ao que deixamos de fazer com respeito a prevenção de riscos ambientais. É necessário, neste texto, comparar nosso aporte de recursos com a Alemanha, com um parque industrial maior, cuidando permanentemente dos seus recursos naturais (ar, água e florestas), reservando 3% do PIB alemão para esses cuidados. Caso adotássemos algo parecido e destinássemos um mesmo percentual para enfrentar questões relativas a preservação de recursos hídricos, reflorestamento, matas ciliares, despoluição dos rios e tratamento de esgotos, teríamos de investir algo próximo a R\$ 51 bilhões/ano (PIB/SP/R\$ 1,7 trilhão/2013) das receitas orçamentárias da metrópole/capital São Paulo, destinados a cuidar da segurança hídrica e ambiental; com certeza teríamos uma metrópole em situação bem melhor de se viver. Entretanto, os gastos com gestão ambiental nas capitais brasileiras, destinados ao meio ambiente, são insuficientes e apenas quatro capitais gastaram no período 2010/2014 acima de R\$ 40 mi/ano. A metrópole São Paulo gastou nesse período cerca de 162 milhões (Guandalinia et al., 2013), dez vezes menos que calculamos ser necessário. Podemos afirmar então que estamos longe de pretender mudanças no cenário de escassez hídrica.

Então, quanto seria necessários para resolver toda a questão hídrica na metrópole de São Paulo? Esses números não existem, pois não tratamos as questões ambientais no seu conjunto. Nossas

---

5. Servimo-nos de Scaramuccií (1995), em seu artigo “A poluição na Billings: uma análise econômica”, para construir este texto, pois ainda são de inegável qualidade suas análises.

6. Vejamos o acidente de Mariana, responsabilidade da Samarco, ocorrido em novembro de 2015, cujas medidas preventivas não foram dadas, redundando em mortes e prejuízos ambientais que demorarão séculos para ser refeitos (<file:///C:/Users/Marcio/OneDrive/11377-44451-1-PB.pdf>).

abordagens são limitadas e vivemos numa nuvem de informações que não permite dizer quanto custa a nossa degradação ambiental, perpetrada ao longo de muitas décadas passadas.

Iniciativas nesse sentido dependem do sucesso na recuperação do patrimônio ambiental existente antes da aceleração industrial ocorrida no século XX, da recuperação dos rios, aquíferos e florestas existentes no nosso entorno, e boa parte dessas ações cabe ao governo do estado, sendo necessário acrescentar a desproporção entre os valores produzidos pela economia estadual (PIB) e nossas aplicações na recuperação e preservação ambiental. Observar que a receita orçamentária da metrópole alcançou R\$ 189 bilhões, pouco em relação ao total do PIB estadual (11% do PIB estadual/2013). Com esses valores não é possível esperar qualquer melhora nesses cenários de degradação ambiental, pois entendemos que os investimentos necessários para recuperação são insignificantes.

Desde longa data governos se sucedem, tentando resolver a questão hídrica, destacando-se a última, pensada no auge da crise hídrica de 2014/2015: Tansposição das águas da Represa Jaguari (Rio Paraíba do Sul) para o Sistema Cantareira, percorrendo a distância de 15 quilômetros.<sup>7</sup> A obra começou em janeiro de 2015 ao custo de cerca de R\$ 830 milhões, com previsão de conclusão para 2017. O que representa esse investimento? Feito em caráter de emergência, deixou de considerar as reais necessidades da população de abastecimento de água e saneamento. Diante das reais necessidades, o que fazer para trazer tranquilidade para a população paulistana nas próximas décadas? A resposta é decepcionante, não existe nenhuma expectativa positiva e transparente. Vamos continuar tendo de adaptar remos para tocar o barco, num sentido figurado, mas real.

Pode-se destacar na crise de 2014/2015 a medida providencial e que permitiu a economia de água durante a fase aguda da crise, que foi o racionamento adotado em variados graus em determinadas regiões da cidade/metrópole. Na chamada Grande São Paulo, em bairros na periferia faltou água e a população desses bairros promoveu manifestações, atraiu a imprensa, cobrou providências dos gestores (Sabesp), inclusive com a participação e apoio da academia (Universidades, Associações e Pesquisadores), e se mobilizou, buscando uma solução que diminuísse as dificuldades da maioria da população que habita a periferia da metrópole. Existem críticas contundentes aos resultados, mas agora vivemos momentos de calma, passado o auge da crise 2014/2015, um alívio no abastecimento de água em razão da regularidade das chuvas que ocorrem na região de São Paulo desde o início de 2016. Notícias sobre a falta de água, que estampavam a primeira página e manchetes dos jornais, praticamente desapareceram. Entretanto, é necessário lembrar que deixamos de cobrar dos atuais gestores da água ações e providências que garantam menores riscos de falta de água no futuro, com reservatórios vazios, aumento de população de insetos transmissores de doenças gravíssimas.

---

7. Fonte: <<http://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,represa-que-vai-salvar-cantareira-tem-clima-similar,1146762>>.

## A Sabesp é um negócio rentável, organizada por gestores de bens comuns para dar lucro?<sup>8</sup>

Estimativas feitas com base nos dados divulgados em março de 2014 pela Diretoria Econômica/ Financeira e de Relações com os Investidores apontam que, entre 2003 e 2013, cerca de um terço do lucro líquido da Sabesp foi repassado aos acionistas. No citado período a Sabesp teve lucro líquido de R\$ 13,113 bilhões, e R\$ 4,372 bilhões foram destinados aos acionistas. Data de 2003 a abertura do capital e colocação de ações ordinárias nas Bolsas de São Paulo e New York. É necessário dizer que os valores investidos pela Sabesp para melhoria da rede, da captação de água e esgotamento de esgotos, é inferior ao total pago aos acionistas a título de remuneração de capital, entre eles se incluí o próprio estado. O Estado trata dos bens comuns advindos de recursos naturais, por princípio de toda sociedade, apenas com o objetivo do lucro.

Comprar ações da Sabesp é um negócio de muito lucro para acionistas, boa parte deles estrangeiros<sup>9</sup> (Sabesp distribuiu até 60% dos lucros aos acionistas no período 2010/2014, conforme demonstram em seus relatórios anuais).

Desde que se lançou no mercado de capital, a companhia colocou papéis à venda em duas ocasiões. A primeira em 2002, com prospecto inicial totalizando 3.364 bilhões de ações ordinárias na oferta brasileira, e 1.252 bilhão ofertadas no exterior. Em 2004, a Sabesp retornou ao mercado com oferta de 5.273 bilhões de ações ordinárias, equivalente a 18,51% do capital social da empresa, por meio de uma distribuição pública realizada simultaneamente no Brasil e no exterior. Dessa vez, 3.841 milhões de ações ADS<sup>10</sup> foram para o exterior. Do total, pelo menos R\$ 1,11 bilhão foi parar no caixa do governo estadual a partir da venda de ações da Sabesp no período 2002 e 2004. Então devemos perguntar: por que privatizar uma empresa que bem administrada por quadros nacionais não pode dar lucro e esse lucro ser investido integralmente nas necessidades de saneamento?

Diante do exposto, como fazer frente a todas as necessidades de investimento, para evitarmos o risco de nova crise nas proporções de 2014/2015? Temos uma melhor sugestão, qual seja, desfazer-

---

8. Fonte: <<http://jornalgggn.com.br/noticia/sabesp-distribui-ate-60-dos-lucros-aos-acionistas-durante-governo-alcmin>>. Convém destacar, no geral, como todos os governantes das Américas não assimilam o conceito importante de Bens Comuns (commons). De forma geral, quase em todo o mundo, especialmente entre os subdesenvolvidos e emergentes, suas riquezas naturais são transformadas em moeda de troca e em cima dessas riquezas são criadas empresas que beneficiam apenas investidores e o povo paga essa conta.

9. Fonte: <<http://csbbrasil.org.br/sabesp-distribui-ate-60-dos-lucros-aos-acionistas-durante-governo-alcmin/>>. 10 ADS (American Depositary Shares) e ADR (American Depositary Receipt) representam ações de uma empresa não norte-americana que é negociada nos mercados financeiros dos Estados Unidos. Fonte: <<http://www.momentoeconomico.com.br/2012/adr-american-depository-receipt-e-a-sua-influencia-na-bolsa-brasileira/>>

10. ADS (American Depositary Shares) e ADR (American Depositary Receipt) representam ações de uma empresa não norte-americana que é negociada nos mercados financeiros dos Estados Unidos. Fonte: <<http://www.momentoeconomico.com.br/2012/adr-american-depository-receipt-e-a-sua-influencia-na-bolsa-brasileira/>>

se a privatização, retornando sua gestão para sociedade (Estado), como foi até passado recente. Com certeza este embate político deve fazer parte das agendas de entidades sociais e da academia.

## **Epílogo**

No dia 8 de março de 2016, o governador Geraldo Alckmin anunciou em coletiva de imprensa o fim da crise hídrica 2014/2015. Entretanto, deixou de anunciar até quando ia durar o racionamento em alguns bairros, ainda em fins de 2016, e nada disse a respeito da despoluição dos rios Tietê e Pinheiros.

Deixou de falar dos poucos recursos disponíveis (financeiros), pois ainda são grandes as demandas sociais pela qualidade dos serviços de água e esgoto prestados pela Sabesp. Deixou de falar sobre o que pode ser feito com poucos recursos. Dependemos da reversão do cenário de degradação ambiental e esses prognósticos pioram a cada ano, pois não há mudança à vista da mentalidade dos governantes, e pior, dos governados. Devemos trabalhar para convencer a sociedade se interessar pela gestão da natureza, pois é o futuro de todos que está em risco.

Concluimos este texto lembrando de Hans Jonas (2006, p.73), em seu livro O princípio da responsabilidade (Inciso 6 – A insegurança das projeções futuras), quando diz que nosso imperativo ético é com as futuras gerações e deve existir nosso compromisso ético com aqueles que ainda não nasceram. Convém ressaltar que devemos evitar pensar que novas tecnologias irão resolver no futuro os problemas de hoje, repetindo o autor: “Por isso que basta um prognóstico de curto prazo, herdado e intrínseco a todas as obras da civilização técnica, pois não podem passar a ser um prognóstico de longo prazo, almejado na extrapolação requerida pela ética. A certeza de que desfruta o primeiro, e sem a qual a empresa tecnológica inteira não poderia funcionar, encontra-se sempre recusada na de longo prazo”.

## Referências

BARBOSA, V. *A última gota*. São Paulo: Editora Planeta, 2014.

BIONDI, A. *O Brasil privatizado*. 2.ed. São Paulo: Geração Editorial, 2014.

CARMO, R. L. et al. Água virtual, escassez e gestão. *Revista Ambiente e Sociedade*, n.2, jul./dez 2007.

ENTRE RIOS. Vídeo (São Paulo). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Fwh-cZfW-Nic>>.

GUANDALINIA, N. N.; BORINELLIA, B.; SANTOS GODOY, D. F. dos. Gastos públicos ambientais nas capitais dos estados brasileiros: um estudo exploratório no período de 2002 a 2010. *UNOPAR Cient., Ciênc. Juríd. Empres*, Londrina, v.14, n.2, p.207-16, set. 2013.

JONAS, H. *O princípio da responsabilidade* – Ensaio de uma Ética para Civilização Tecnológica, Contra Ponto. Rio de Janeiro: Editora PUC Rio, 2006.

LYNAS, M. *Seis graus*. São Paulo: Zahar, 2009.

PIMENTEL, D.; BERGER, B. Recursos hídricos, agricultura e meio ambiente.

SCARAMUCCIÍN, J. A. et al. A poluição na Billings: uma análise econômica. *Revista Brasileira de Energia*, v.4, n.1, 1995.

VANDANA SHIVA. *Guerras por Água*. São Paulo: Radical Livros, 2006.

VARGAS, M. C. *O negócio da água*. Riscos e oportunidades das concessões de saneamento à iniciativa privada: estudos de caso no Sudeste brasileiro. São Paulo: Annablume, 2005.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem à Academia de Ciências do Estado de São Paulo (Aciesp) e ao Instituto de Estudos Avançados (IEA) da Universidade de São Paulo (USP) pela oportunidade de participar deste livro e assim poder examinar cientificamente um assunto de tão grande importância para a sociedade.

Agradecemos ao professor Martin Grossmann, diretor do IEA-USP (2012 a 2016) e mentor da ideia de formar o chamado Grupo Água, cujas discussões levaram à redação deste Livro Branco. Agradecemos também ao professor Paulo Saldiva, que sucedeu ao professor Grossmann na diretoria do IEA-USP e apoiou incondicionalmente o Projeto.

Os autores agradecem aos funcionários do IEA-USP Rafael Borsanelli e Sandra Sadini, que com sua competência organizacional propiciaram a realização das diversas reuniões do Grupo Água. Agradecemos também os funcionários Aziz Salem, Sérgio Bernardo e Jorge Soares por registrarem todas as discussões em vídeo, compondo, assim, a história do Grupo que deu origem ao livro.

Agradecimentos especiais a Fernanda Cunha Rezende, também funcionária do IEA-USP, que comandou o trabalho de composição e diagramação do livro, e a todos os demais funcionários do IEA-USP e da Aciesp, que de várias formas propiciaram a publicação deste livro.

Título *A crise hídrica na Região Metropolitana de São Paulo em 2013-2015: Origens, impactos e soluções*

*Coordenação*  
*Produção*  
*Projeto gráfico e capa*  
*Diagramação*  
*Formato*  
*Número de páginas*

Marcos Buckeridge e Wagner Costa Ribeiro  
Fernanda Cunha Rezende  
Matheus Araújo  
Bianca Fontenelle e Matheus Araújo  
E-BOOK  
175