

Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade 2

Luis Miguel Schiebelbein
(Organizador)



Atena
Editora

Ano 2018

Luis Miguel Schiebelbein

(Organizador)

Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade 2

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

G393 Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade 2 / Organizador Luis Miguel Schiebelbein. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.
– (Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade; v.2)

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-85-7247-025-4
DOI 10.22533/at.ed.254190901

1. Desenvolvimento de recursos hídricos. 2. Política ambiental – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Schiebelbein, Luis Miguel. II. Título. III. Série.

CDD 343.81

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Na continuidade do Volume I, a obra “Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade” aborda uma série de artigos e resultados de pesquisa, em seu Volume II, contemplando em seus 21 capítulos, os novos conhecimentos científicos e tecnológicos para as áreas em questão.

Estrategicamente agrupados nas grandes áreas temáticas de Qualidade da Água, Recursos Hídricos no Abastecimento, Utilização Agrícola dos Recursos Hídricos & Sustentabilidade, traz à tona informações de extrema relevância para a área dos Recursos Hídricos, assim como da Sustentabilidade.

Os capítulos buscam de maneira complementar, abordar as diferentes áreas além de concentrar informações envolvendo não só os resultados aplicados, mas também as metodologias propostas para cada tipo de estudo realizado.

Pela grande diversidade de locais e instituições envolvidas, na realização das pesquisas ora publicadas, apresenta uma grande abrangência de condições e permite, dessa forma, que se conheça um pouco mais do que se tem de mais recente nas diferentes áreas de abordagem.

A todos os pesquisadores envolvidos, autores dos capítulos inclusos neste Volume II, e, pela qualidade e relevância de suas pesquisas e de seus resultados, os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora.

Complementarmente, espera-se que esta obra possa ser de grande valia para aqueles que buscam ampliar seus conhecimentos nessa magnífica área da Gestão de Recursos Hídricos, associada à Sustentabilidade. Que este seja não só um material de apoio, mas um material base para o estímulo a novas pesquisas e a conquista de resultados inovadores.

Luis Miguel Schiebelbein

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DA POLÍTICA DE DISPOSIÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO MUNICÍPIO DE CANÁPOLIS-MG	
<i>Roberta Christina Amancio</i>	
<i>Hérica Leonel de Paula Ramos Oliveira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2541909011	
CAPÍTULO 2	12
AVALIAÇÃO DA EUTROFIZAÇÃO DOS RESERVATÓRIOS AÇUDE DA MACELA E JACARECICA ITABAIANA-SE DO ATRAVÉS DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA DE RESERVATÓRIOS-IQAR	
<i>Maria Caroline Silva Mendonça</i>	
<i>Helenice Leite Garcia</i>	
<i>Valdelice Leite Barreto</i>	
<i>Carlos Alexandre Borges Garcia</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2541909012	
CAPÍTULO 3	22
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO POÇÃO DA RIBEIRA USANDO ESTATÍSTICA MULTIVARIADA	
<i>Carlos Eduardo Oliveira Santos</i>	
<i>Lucas Cruz Fonseca</i>	
<i>José do Patrocinio Hora Alves</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2541909013	
CAPÍTULO 4	31
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ÁGUAS PLUVIAIS LANÇADAS POR BACIAS DE DETENÇÃO EM CORPOS HÍDRICOS NO DISTRITO FEDERAL, DF – BRASIL.	
<i>Carolinne Isabella Dias Gomes</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2541909014	
CAPÍTULO 5	40
AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE EFLUENTES DE AGROINDÚSTRIAS DA REGIÃO CELEIRO DO RS	
<i>Marieli da Silva Marques</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2541909015	
CAPÍTULO 6	47
COMPARAÇÃO DE ÍNDICES DE AVALIAÇÃO DE ESTADO TRÓFICO EM RESERVATÓRIO UTILIZADO PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO DURANTE PERÍODO DE SECA, SEMIÁRIDO BRASILEIRO	
<i>Leandro Gomes Viana</i>	
<i>Patrícia Silva Cruz</i>	
<i>Dayany Aguiar Oliveira</i>	
<i>Ranielle Daiana dos Santos Silva</i>	
<i>José Etham de Lucena Barbosa</i>	
DOI 10.22533/at.ed.2541909016	

CAPÍTULO 7 55

UTILIZAÇÃO DA CAFEÍNA COMO INDICADOR DE CONTAMINAÇÃO POR ESGOTO DOMESTICO NO AÇUDE BODOCONGÓ EM CAMPINA GRANDE, PB

Alvânia Barros De Queiróz
Neyliane Costa De Souza
Márcia Ramos Luiz
Geralda Gilvania Cavalcante
Lígia Maria Ribeiro Lima

DOI 10.22533/at.ed.2541909017

CAPÍTULO 8 66

UTILIZAÇÃO DO ÍNDICE DE QUALIDADE DE ÁGUA DE RESERVATÓRIO – IQAR PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DOS RESERVATÓRIOS ALGODOEIRO E GLÓRIA

Anairam Piedade de Souza Melo
Helenice Leite Garcia
Maria Caroline Silva Mendonça
Valdelice Leite Barreto
Carlos Alexandre Borges Garcia

DOI 10.22533/at.ed.2541909018

CAPÍTULO 9 77

ANÁLISE DA ESCASSEZ HÍDRICA NO PAÍS NO PERÍODO 2012-2016 E DAS AÇÕES DE GESTÃO EM ÁREAS CRÍTICAS

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares
Alexandre Lima de Figueiredo Teixeira
Teresa Luísa Lima de Carvalho
Laura Tillmann Viana

DOI 10.22533/at.ed.2541909019 .

CAPÍTULO 10 92

DIMENSIONAMENTO ECONÔMICO DE REDES DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA: OTIMIZAÇÃO EVOLUTIVA CONSIDERANDO CUSTOS DE MANUTENÇÃO

Marcos Rodrigues Pinnto
Marco Aurélio Holanda de Castro
João Marcelo Costa Barbosa
Josér Valmir Farias Maia Junior

DOI 10.22533/at.ed.25419090110

CAPÍTULO 11 100

CONSIDERAÇÕES E REFLEXÕES SOBRE O QUADRO DE CRISE NO ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE – MG: O CASO DA BACIA DO ALTO RIO DAS VELHAS

Bernardo Ribeiro Filizzola
Cristiano Pena Magalhães Marques
Rodrigo Silva Lemos
Antônio Pereira Magalhães Junior Guilherme Eduardo Macedo Cota

DOI 10.22533/at.ed.25419090111

CAPÍTULO 12 111

SÍNTESE DE SISTEMAS DE TRATAMENTO FINAL DE EFLUENTES INDUSTRIAIS NA SELEÇÃO DE CENÁRIOS DE REÚSO DE ÁGUA

Reinaldo Coelho Mirre
Mariana de Souza dos Santos
Dalal Jaber Suliman Abdullah Audeh

André Luiz Hemerly Costa Fernando Luiz

Pellegrini Pessoa

DOI 10.22533/at.ed.25419090112

CAPÍTULO 13..... 120

FLORAÇÕES DE CIANOBACTÉRIAS EM MANANCIAS DE ABASTECIMENTO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Patrícia Silva Cruz

Leandro Gomes Viana

Dayany Aguiar Oliveira

Ranielle Daiana dos Santos Silva

José Etham de Lucena Barbosa

DOI 10.22533/at.ed.25419090113

CAPÍTULO 14..... 128

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

Gilson Bárbara

Marcelo José Romagnoli

Dagmar Aparecida de Marco Ferro

DOI 10.22533/at.ed.25419090114

CAPÍTULO 15..... 131

DIAGNÓSTICO DAS COMUNIDADES RURAIS DIFUSAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CANAL DO SERTÃO ALAGOANO

Eduardo Jorge de Oliveira Motta

DOI 10.22533/at.ed.25419090115

CAPÍTULO 16..... 141

DIAGNÓSTICO SOCIOECONÔMICO E FORMULAÇÃO DE PROJETOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA PARA A REGIÃO RURAL DA CIDADE DE BELÉM – PA

Roberta Andrade Ribeiro

Ana Carla Bezerra Santos

Ronaldo Lopes Rodrigues Mendes

Maria Ludetana Araújo

Antônio de Noronha Tavares

Rubens Takeji Aoki Araujo Martins

Gustavo Neves Silva

DOI 10.22533/at.ed.25419090116

CAPÍTULO 17 150

ANÁLISE DE CENÁRIOS COM REDUÇÃO DA DEMANDA DA ORIZICULTURA NA BACIA DO RIO SANTA MARIA COM APLICAÇÃO DO MODELO CRUZ

Christhian Santana Cunha

Rafael Cabral Cruz

Tatiani Coletto

Vinicius Ferreira Dulac

DOI 10.22533/at.ed.25419090117

CAPÍTULO 18..... 161

IDENTIFICAÇÃO DOS ARRANJOS PRODUTIVOS LOCAIS NA PESCA E AQUICULTURA NO PARÁ APLICANDO O ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO NORMALIZADO

Elias Fernandes de Medeiros Junior

DOI 10.22533/at.ed.25419090118

CAPÍTULO 19	167
ÍNDICE RELATIVO DE CLOROFILA DO MILHETO IRRIGADO COM ÁGUA CINZA TRATADA	
<i>Mychelle Karla Teixeira de Oliveira</i>	
<i>Rafael Oliveira Batista</i>	
<i>Francisco de Assis de Oliveira</i>	
<i>Allana Rayra Holanda Sotero</i>	
<i>Wellyda Keorle Barros de Lavôr</i>	
<i>Ricardo André Rodrigues Filho</i>	
DOI 10.22533/at.ed.25419090119	
CAPÍTULO 20	174
DESENVOLVIMENTO DO MILHETO CV. CEARÁ IRRIGADO COM ÁGUA CINZA TRATADA	
<i>Ricardo André Rodrigues Filho</i>	
<i>Mychelle Karla Teixeira de Oliveira</i>	
<i>Rafael Oliveira Batista</i>	
<i>Francisco de Assis de Oliveira</i>	
<i>Allana Rayra Holanda Sotero</i>	
<i>Wellyda Keorle Barros de Lavôr</i>	
DOI 10.22533/at.ed.25419090120	
CAPÍTULO 21	181
AVALIAÇÃO DA TAXA DE DECRÉSCIMO DE UMIDADE PARA DIFERENTES AMOSTRAS DE ÁGUA, AREIA E CAVACO DE MADEIRA	
<i>Adelino Carlos Maccarini</i>	
<i>Marcelo Risso Errera</i>	
<i>Marcelo Rodrigues Bessa</i>	
DOI 10.22533/at.ed.25419090121	
SOBRE O ORGANIZADOR	187

ANÁLISE DA ESCASSEZ HÍDRICA NO PAÍS NO PERÍODO 2012-2016 E DAS AÇÕES DE GESTÃO EM ÁREAS CRÍTICAS

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares

Agência Nacional de Águas – ANA
Brasília - DF

Alexandre Lima de Figueiredo Teixeira

Agência Nacional de Águas – ANA
Brasília – DF

Teresa Luisa Lima de Carvalho

Agência Nacional de Águas – ANA
Brasília – DF

Laura Tillmann Viana

Agência Nacional de Águas – ANA
Brasília – DF

RESUMO: Durante o período de 2012 a 2016 observou-se a existência de baixos índices pluviométricos em algumas regiões do País. Esse evento tem prejudicado de forma significativa a oferta de água para o abastecimento público, especialmente no semiárido brasileiro e nas regiões metropolitanas mais populosas e com maior demanda hídrica (São Paulo e Rio de Janeiro), áreas naturalmente vulneráveis no que se refere ao balanço hídrico qualitativo. Analisou-se então o impacto dos baixos índices de chuvas no semiárido brasileiro, no sistema Cantareira e nas bacias do Paraíba do Sul e na bacia do São Francisco. O resultado revelou redução significativa no armazenamento de água nos reservatórios de

abastecimento dessas regiões, onde medidas regulatórias e ações de fiscalização foram implementadas de forma a reduzir a criticidade identificada. Concluiu-se que tais medidas emergenciais são fundamentais, porém devem ser implementadas em conjunto com ações estruturantes, que garantam maior segurança hídrica a essas áreas vulneráveis.

PALAVRAS-CHAVE – balanço hídrico, segurança hídrica, regulação.

ABSTRACT - During the period between 2012 and 2016, it noted the existence of low rainfall in some Brazilian regions. This event has significantly undermined the water availability for water supply systems, particularly in the semiarid region and in some of the most populous metropolitan regions, with more water demand (São Paulo and Rio de Janeiro), which are naturally vulnerable areas concerning the water balance. The impact of low levels of rainfall was analysed in the semiarid region, in the Cantareira's system and in the Paraíba do Sul river basin. The result revealed a significant reduction in the water storage of the water supply reservoirs in that regions, where regulatory measures and enforcement campaigns were implemented to reduce this critical situation. It was concluded that such emergency measures are essential, but they must be implemented together with structuring actions to ensure

greater water security to these vulnerable areas.

KEYWORDS – water balance, water security, regulation.

1 | INTRODUÇÃO

Desde 2012, observa-se a existência de baixos índices pluviométricos em algumas regiões do País. Esse evento tem prejudicado de forma significativa a oferta de água para o abastecimento público, especialmente no semiárido brasileiro e nas regiões metropolitanas mais populosas e com maior demanda hídrica (São Paulo e Rio de Janeiro). Outros setores que dependem do armazenamento da água para se viabilizarem operacionalmente, como o de irrigação e o de energia hidrelétrica (principal matriz energética do País) também estão sendo afetados pela falta de chuvas e pelo menor volume de água armazenado nos reservatórios.

A compreensão das causas desses baixos níveis de chuva e da dinâmica tendencial da pluviometria interanualmente ainda é imprecisa devido, principalmente, ao curto período de observações dessas anomalias. As causas da crise hídrica não podem ser reduzidas, entretanto, apenas às menores taxas pluviométricas verificadas nos últimos anos, pois outros fatores relacionados à gestão da demanda e à garantia da oferta são importantes para agravar ou atenuar sua ocorrência.

A compreensão da crise hídrica que atualmente se apresenta, a valorização do recurso hídrico como bem público finito e a conscientização da necessidade de um uso mais racional e sustentável da água são essenciais para que se tenha maior garantia da oferta hídrica para os usos múltiplos. Além disso, o investimento em infraestrutura com foco na segurança hídrica também deve ser priorizado, de forma a garantir maior capacidade de reserva e de acesso à água.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho é apresentar os principais impactos do regime de chuvas no período de 2012 a 2016 em regiões críticas do país e as medidas implementadas do ponto de vista regulatório.

2 | BALANÇO HÍDRICO E IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS VULNERÁVEIS

O Brasil possui, em termos gerais, uma grande oferta hídrica. Por outro lado, também possui uma diferença significativa entre suas regiões hidrográficas no que diz respeito à oferta e à demanda de água. Nesse contexto, enquanto bacias localizadas em áreas com uma combinação de baixa disponibilidade e grande utilização dos recursos hídricos podem enfrentar situações de escassez e estresse hídrico, outras se encontram em situação confortável, com o recurso em abundância.

Em ANA (2013) realizou-se um diagnóstico das bacias consideradas mais vulneráveis, considerando, de forma integrada, a análise de criticidade sob o ponto

de vista qualitativo e quantitativo (FIGURA 1). Dessa avaliação, tem-se que 16,4 mil km dos cerca de 105 mil km de rios federais no Brasil são considerados de especial interesse para gestão, seja do ponto de vista quantitativo ou qualitativo, o que equivale a 16%.

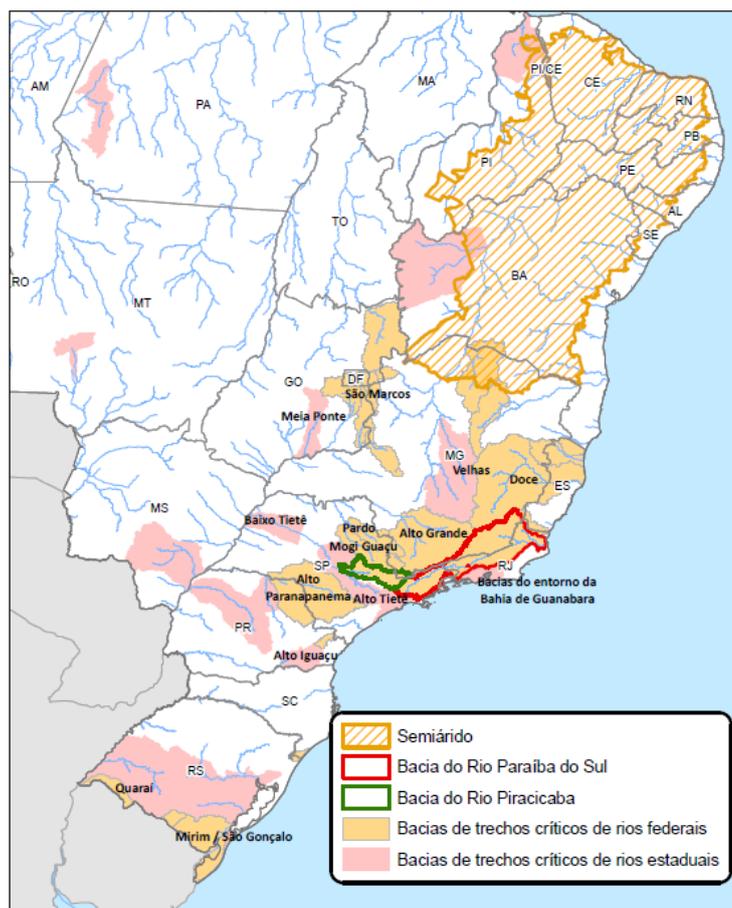


Figura 1 - Bacias de rios de domínio da União e dos Estados com trechos críticos identificados.

A identificação desses trechos críticos em corpos d'água federais (16% do total) tem como objetivo subsidiar o direcionamento das ações de gestão de recursos hídricos. São áreas em que, independente da ocorrência ou não de eventos extremos, requerem atenção especial em função do balanço quali-quantitativo, pois representam áreas de conflito, seja pela concorrência entre usos, seja pela baixa oferta de água, ou pela combinação de ambos os fatores. Naturalmente, eventos extremos que representem acentuada escassez de chuva agravam ainda mais o problema de oferta de água nessas bacias.

Esse comprometimento hídrico possui relação direta com os usos da água existentes. No que se refere ao abastecimento urbano, os resultados do Atlas Brasil (ANA, 2010), juntamente com as informações consolidadas durante o período de seca, possibilitam identificar as cidades que necessitam de reforço de infraestrutura hídrica para a garantia da oferta de água ou de fontes hídricas complementares (novos mananciais), em função da baixa garantia hídrica dos mananciais atualmente explorados em comparação com as demandas atuais e futuras. Essas cidades

que possuem, portanto, maior vulnerabilidade para o abastecimento urbano são identificadas no mapa da FIGURA 2.

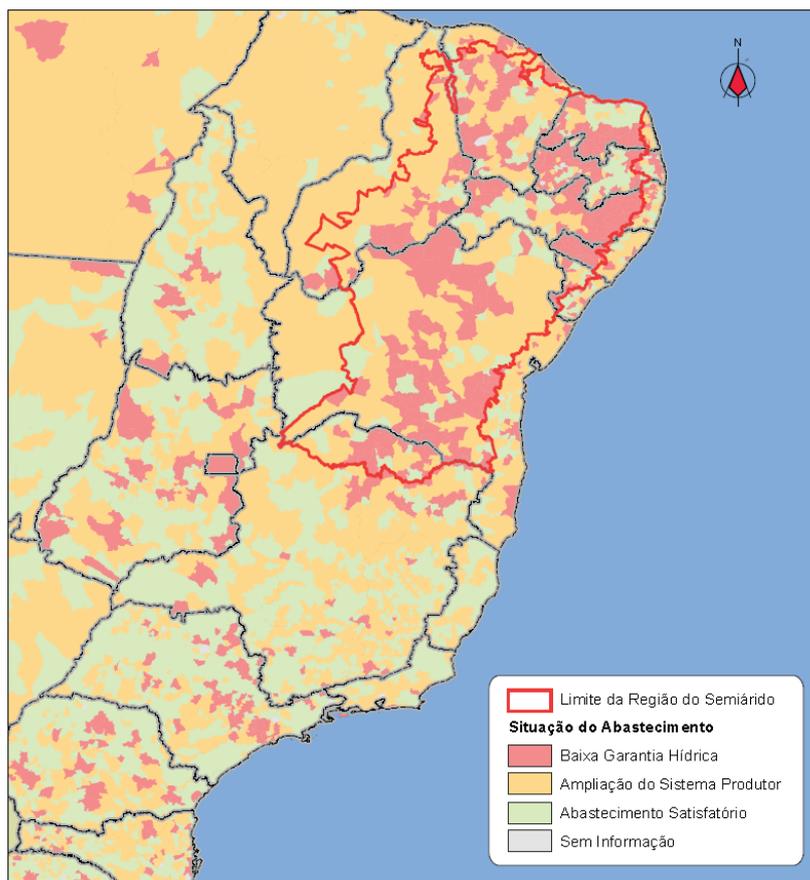


Figura 2 - Situação do abastecimento urbano de água nos municípios brasileiros (ANA, 2010, atualizado a partir de dados da ANA de 2012 a 2013).

Nas áreas críticas apontadas anteriormente, destaca-se uma grande quantidade de municípios da região nordeste com baixa garantia hídrica, além da região denominada de Macrometrópole Paulista, que abrange a Região Metropolitana de São Paulo, a Região Metropolitana de Campinas, a Baixada Santista e áreas adjacentes. Nessa região, se verifica forte interdependência dos mananciais utilizados para abastecimento, que somada a garantia da oferta de água para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, põe em evidência o papel estratégico das bacias dos Alto Tietê, PCJ e Paraíba do Sul para o atendimento simultâneo de todas as regiões.

Esse contexto de vulnerabilidade e complexidade do abastecimento, tanto da Região Nordeste, como do Sudeste (em especial do Eixo SP-RJ), foi agravado pelo regime de chuvas ocorrido no País a partir de 2012.

3 | REGIME DE CHUVAS 2012 – 2016

Desde o segundo semestre de 2012, tem-se observado um comportamento pluviométrico bem abaixo da média em diferentes regiões do País. Para uma análise

do grau de severidade da falta de chuvas nesses últimos anos foram analisados os dados de 950 estações pluviométricas contendo pelo menos os últimos trinta anos de dados.

Análises individuais foram realizadas em cada uma das estações de modo a caracterizar a magnitude destes eventos em relação ao registrado no histórico.

Para avaliar o grau de excepcionalidade dos eventos de chuva entre 2012 e 2016 em relação ao histórico registrado nas estações pluviométricas, foram realizados ajustes estatísticos a partir de distribuições de probabilidade dos acumulados pluviométricos anuais até o ano de 2011, adotando como referência o ano hidrológico de outubro a setembro em cada estação pluviométrica. Deste modo, foi possível realizar estimativas dos tempos de retorno esperados para os anos 2012 a 2016, que foram interpoladas a fim de gerar mapas de tempo de retorno que representem espacialmente o grau de excepcionalidade dos eventos de cheia e de seca ocorridos neste período.

No triênio 2012 a 2014 (FIGURA 3), destaca-se a situação extremamente crítica no Semiárido Brasileiro, verificando-se tempos de retorno superiores a 100 anos em 2012 e 2013, retornando em 2014 a uma frequência normal, mas abaixo da média na porção norte da região, onde na maior parte das estações o ano foi classificado como seco ou muito seco. O ano de 2014 se destacou por seca extrema na região sudeste com probabilidades de ocorrência inferiores a 1% (tempo de retorno superior a 100 anos). A partir de 2015, foram observadas anomalias negativas de chuva e em 2016 o ano também foi classificado como seco a extremamente seco na maior parte do país.

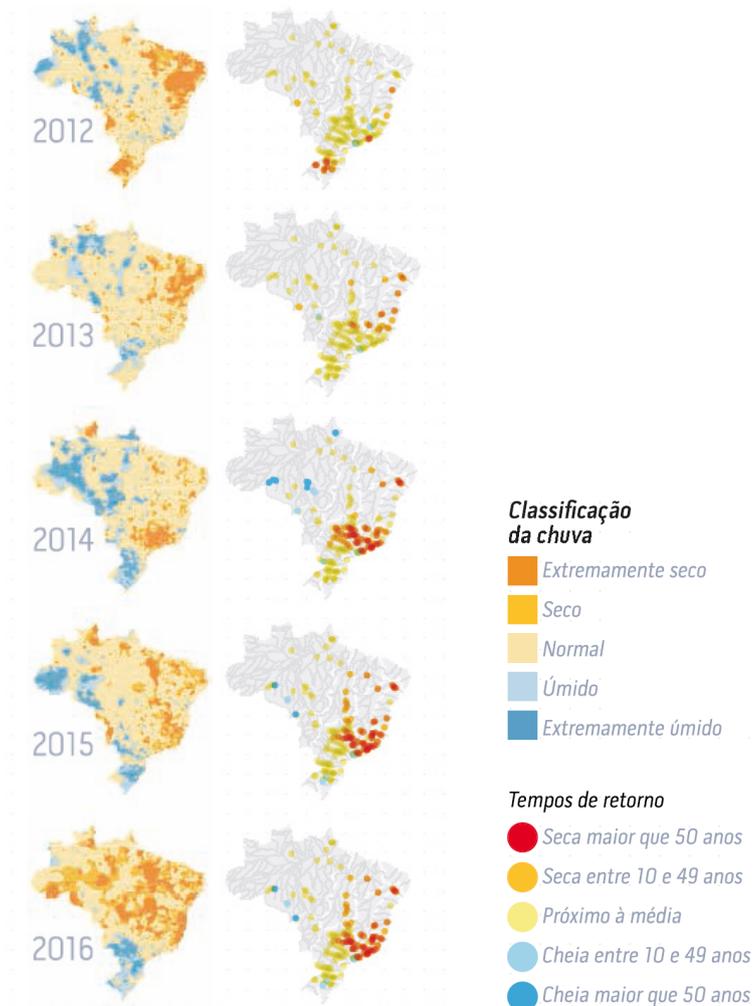


FIGURA 3. Situação da chuva no Brasil nos anos 2012 a 2016 (setembro do ano de referência e outubro do ano anterior).

Fonte: ANA, 2017

Em uma análise geral, o ano de 2012 caracterizou-se como muito crítico em termos climáticos, ocasionando situações dramáticas, com mananciais e estoques sendo deplecionados acentuadamente, seguido de três anos com pouca precipitação (anos secos). O ano de 2016 foi ainda mais crítico que 2015, quando a estiagem atingiu outras regiões do país com maior severidade. De modo geral, ocorreu uma redução de 13% na precipitação. Secas severas foram observadas no sudeste do Pará, no sul do Maranhão, no sudeste do Tocantins, no Distrito Federal, no sudoeste da Bahia, além de outras áreas. Por fim, do ponto de vista da reservação, a trajetória desse período vem ocasionando o uso compulsório dos estoques, sem que tenha havido chuva capaz de amenizar ou promover recarga nos principais reservatórios do País.

De 2013 a 2016, 48 milhões de pessoas foram afetadas por secas e estiagens no Brasil, 6 vezes mais que por cheias. Foram quantificados 4.824 eventos de seca associados a danos humanos, quase 3 vezes mais que os de cheias (1.738). O ano de 2016 foi o mais crítico quanto aos impactos da seca sobre a população (FIGURA 4). Um total de 83% das pessoas afetadas por secas de 2016 a 2016 vivem na Região

Nordeste.

Eventos de seca são aqueles reconhecidos legalmente pelo Poder Público, cuja declaração municipal de “situação de emergência” ou “estado de calamidade pública” é publicado no Diário Oficial pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil – SEDEC e pessoas afetadas são aquelas que constam no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (óbitos, feridos, enfermos, desabrigados, desalojados, desaparecidos, dentre outros).



FIGURA 4. Secas no Brasil de 2013 a 2016.

Fonte: ANA, 2017

4 | SITUAÇÃO DOS PRINCIPAIS RESERVATÓRIOS DE ABASTECIMENTO E DE GERAÇÃO DE ENERGIA E MEDIDAS REGULATÓRIAS ADOTADAS

4.1. Sistema Cantareira

No ano de 2014 registrou-se um valor de vazão média anual igual a 8,70 m³/s, que é o menor valor no histórico desde 1930, o que corresponde a cerca de 22% da média anual do histórico (39,44 m³/s) e a 40% da vazão média de 1953 (21,81 m³/s), que era, até então, o menor valor de vazão média anual do histórico.

Os baixos índices pluviométricos verificados a partir de 2013 e intensificados em 2014 na região onde se localiza o Sistema Cantareira, afetou diretamente o volume de água armazenado nos reservatórios. A partir de maio de 2014 foi necessária a utilização de parte da primeira etapa e da segunda etapa do volume morto desse Sistema, com o intuito de manter o abastecimento público no período mais crítico da seca. O “volume morto” (ou “reserva técnica”) representa o volume de água armazenado abaixo das comportas de um reservatório, o qual necessita de bombeamento para a utilização da água. Em situações críticas de baixo nível de armazenamento de água nos reservatórios, pode ser utilizada como uma “reserva de água” para uso emergencial.

No Sistema Cantareira, o volume morto representa cerca de 33% da capacidade de armazenamento, equivale a aproximadamente 486 bilhões de litros de água. Destes, foram utilizados 182,5 bilhões de litros de água em uma primeira etapa (ocorrida em maio de 2014). Em uma segunda etapa, foi utilizada a segunda reserva técnica do Sistema Cantareira, a qual acrescentou cerca de 105 bilhões de litros de água para utilização. O gráfico a seguir (FIGURA 5) apresenta a evolução na capacidade de armazenamento do Sistema Cantareira ao longo do período mais crítico de estiagens.

O Sistema Cantareira é formado pelos reservatórios de Jaguari-Jacareí, Cachoeira e Atibainha, interligados por túneis e canais, que juntos funcionam como um reservatório equivalente (somatório do volume dos reservatórios representativos de uma região).



FIGURA 5 – Evolução do estoque de água nos reservatórios do Sistema Cantareira.

Fonte: ANA, 2017

A partir das recomendações dos órgãos gestores de recursos hídricos, medidas regulatórias foram implementadas visando ao enfrentamento da estiagem, como por exemplo as resoluções ANA/DAEE nº 335, de 5 de março de 2014; ANA/DAEE nº 336, de 5 de março de 2014; e ANA/DAEE nº 699, de 27 de maio de 2014. Condições especiais de operação do sistema considerando a sazonalidade e o agravamento da situação de reservação, restrições de uso da água, o estabelecimento de vazões máximas de retirada, além da gestão da demanda a partir de bonificação tarifária para a redução do consumo foram algumas medidas tomadas para gerenciar o risco de desabastecimento. Durante todo o ano de 2014, com o agravamento da seca, a ANA intensificou as ações de fiscalização, tanto no entorno dos reservatórios que compõe

o Sistema Cantareira, quanto nos demais mananciais das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. Ademais, foram realizados sobrevoos e estudos com imagens de satélite para identificação de usos e barramentos irregulares, bem como foi aumentada a quantidade de vistorias em campo, inclusive com a verificação in loco de pontos de monitoramento que compõem a Rede Telemétrica do Sistema Cantareira.

4.2. Sistema Hidráulico Paraíba do Sul

Como consequência dos baixos níveis de chuva e do menor volume de água afluente aos reservatórios do Sistema hidráulico da bacia do Paraíba do Sul, o nível de armazenamento também sofreu reduções. Os principais reservatórios do Sistema Equivalente do Complexo Hidráulico Paraíba do Sul são Paraibuna, Santa Branca, Jaguari e Funil, interligados por túneis e canais e sistemas elevatórios como Santa Cecília e Vigário (FIGURA 6).



FIGURA 6 – Esquema do Sistema Equivalente do Complexo Hidráulico Paraíba do Sul

Fonte:ANA, 2017

A FIGURA 7 apresenta a evolução a partir de 2012 do armazenamento de água no reservatório equivalente do Paraíba do Sul. O ano de 2014 foi o período de queda mais acentuada no volume armazenado dos reservatórios de abastecimento de água da RM Rio de Janeiro presentes na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul (FIGURA 8). Em termos de volume útil no Reservatório Equivalente do Paraíba do Sul, partiu-se 51,7% no final de dezembro/2013 para 2,6% no final de dezembro/2014. Verifica-se

que não houve recuperação de volumes no período úmido (primeiro trimestre). Em fevereiro de 2015 o reservatório equivalente atingiu o volume útil de 0,33%, o menor valor observado em todo o histórico.

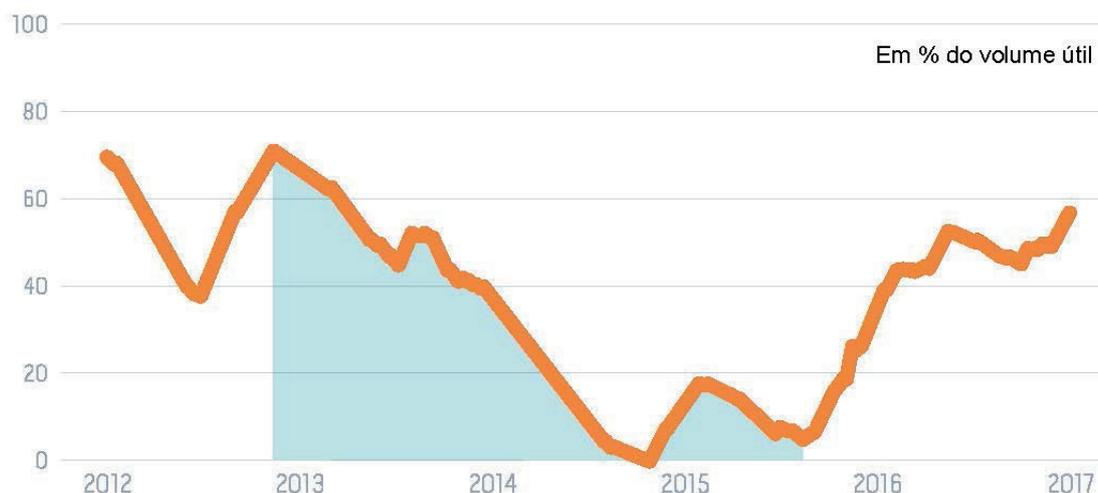


FIGURA 7 – Evolução do estoque de água no Sistema Equivalente do Complexo Hidráulico Paraíba do Sul.

Fonte: ANA, 2017

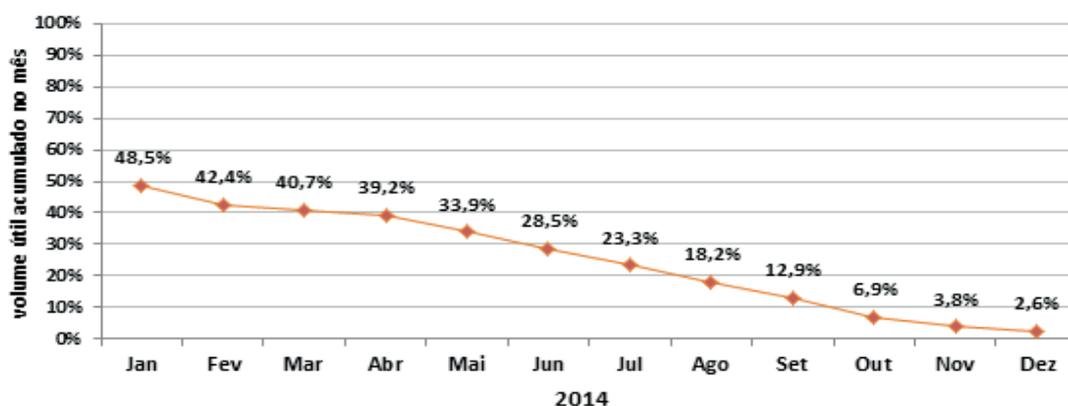


FIGURA 8. Evolução no armazenamento do Sistema Equivalente do Complexo Hidráulico Paraíba do Sul (vol. acumulado no mês em relação ao volume útil do reservatório).

A diminuição da vazão objetivo mínima em Santa Cecília foi objeto de resoluções pela ANA especialmente em 2014. Em maio daquele ano, a vazão mínima afluente em Santa Cecília passou de 190 m³/s para 173 m³/s. Desde então, novas reduções foram autorizadas e, em agosto de 2014, a Resolução ANA nº 1.309 autorizou a flexibilização da vazão mínima afluente à barragem de Santa Cecília para 160 m³/s. A Resolução ANA nº 2.051, de 23 de dezembro de 2014, autorizou a redução da vazão objetivo mínima à barragem de Santa Cecília de 190 m³/s para 140 m³/s, até 31 de janeiro de 2015. Posteriormente, a Resolução ANA nº 205 de 23 de maio de 2015 reduziu, até o dia 30 de junho de 2015, o limite mínimo de vazão afluente à barragem de Santa Cecília, no rio Paraíba do Sul, de 190 m³/s para 110 m³/s, o que foi prorrogado por

sucessivas resoluções da ANA ao longo de 2015 e 2016 (FIGURA 9).



FIGURA 9 – Redução de vazões afluentes à Estação Elevatória de Santa Cecília.

Fonte:ANA, 2017

A diminuição de vazão é acompanhada de avaliações periódicas dos impactos da medida sobre os diversos usos da água na bacia do Paraíba do Sul, que observam a partição da diminuição de vazão que fluirá a jusante da barragem de Santa Cecília e da vazão de bombeamento que alcança o rio Guandu, a jusante da Usina de Pereira Passos. Essas análises são feitas pela ANA, pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) e pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro, com o apoio do Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP) e do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu.

4.3. Semiárido brasileiro

Ao analisar a evolução do estoque de água nos reservatórios do nordeste brasileiro (FIGURA 10) percebe-se que, exceto para a Bahia e o Piauí, o armazenamento dos demais sofreu uma redução gradativa durante o período. De janeiro a dezembro de 2016 foi observado um decréscimo de 1,71% no volume armazenado do Reservatório Equivalente da região Nordeste. Como reflexo da seca de quatro anos consecutivos, em dezembro de 2016, 65 dos açudes que fornecem água para abastecimento público encontravam-se secos e o volume de água correspondia a 11,5% da capacidade total de armazenamento.

Particularmente os Estados do Nordeste Setentrional (Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco) tem 87,8% do território localizado no semiárido e sofrem com a crise de água desde 2012, devido à mais severa e longa seca desde o início do século XX.

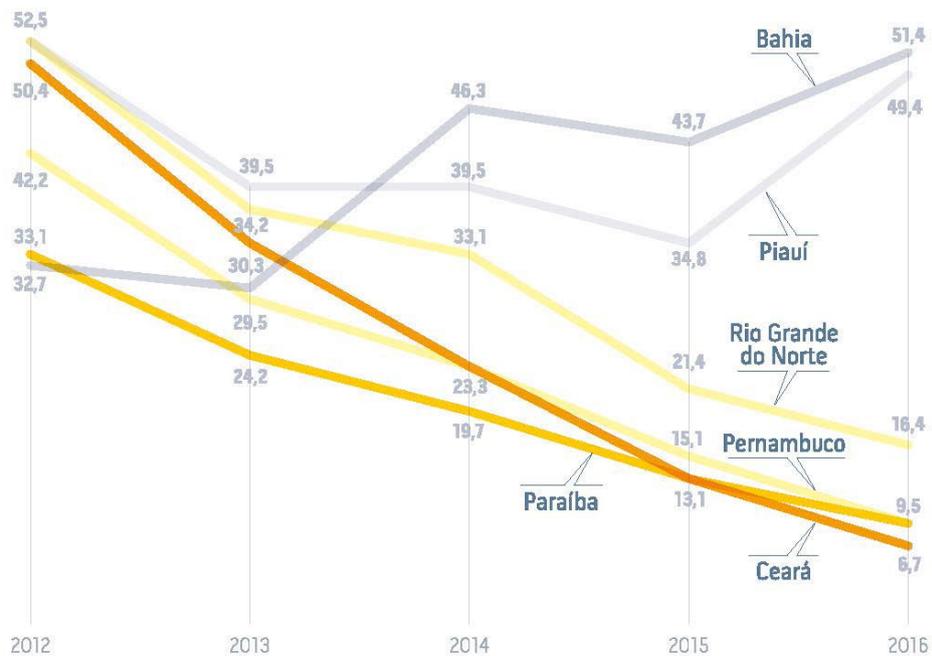


FIGURA 10. Evolução do volume de armazenamento do Reservatório Equivalente do Nordeste de 2012 a 2016 (% do volume armazenado em relação à capacidade dos reservatórios)

Fonte: ANA, 2017

Desde 2012, a bacia do São Francisco vem enfrentando condições hidrológicas adversas com vazões e precipitações abaixo da média o que influenciou diretamente no armazenamento de seus reservatórios. Entre 2014 a 2016 foram registradas as menores vazões naturais médias no reservatório de Sobradinho desde 1931 (FIGURA 11).



FIGURA 11. Evolução do volume armazenado de água nos principais reservatórios da Bacia do Rio São Francisco.

Fonte: ANA, 2017

Com o objetivo de priorizar o abastecimento humano, foram estabelecidas regras de restrições de uso em alguns rios e açudes. As ações variaram da redução da vazão de defluência de água dos reservatórios (FIGURA 12) até a fixação de dias alternados para captação de água em rios e açudes ou mesmo a suspensão temporária dos usos. Termos de alocação negociada de água - processo de gestão empregado para disciplinar os usos em sistemas hídricos assolados por estiagens intensas, com emergência ou forte potencial de conflito - foram elaborados e firmados em diferentes reservatórios e sistemas hídricos.



Figura 12. Atos normativos da Agência Nacional de Águas para redução das vazões defluentes das UHEs Sobradinho e Xingó.

Fonte: ANA, 2017

Apesar da redução das vazões defluentes, em dezembro de 2015 chegou-se a 4% o volume armazenado no reservatório equivalente da Bacia do São Francisco e a 1% no reservatório da UHE Sobradinho. As chuvas de janeiro de 2016, combinadas com as reduções das vazões defluentes amenizaram a situação e possibilitaram um aumento de volume, mas a partir de março de 2016, houve nova redução nas vazões afluentes ao sistema, ocasionando redução do volume útil para quase 2%.

No que se refere às ações de fiscalização, o foco foi a mitigação dos efeitos da seca, sendo priorizadas ações educativas e de averiguação do cumprimento das regras de restrição de uso da água estabelecidas, com o objetivo de se garantir a disponibilidade hídrica dos reservatórios e o abastecimento humano dos municípios que dependem dos mesmos.

5 | ANÁLISE FINAL

A partir dos estudos e análises apresentados verifica-se no Brasil a ocorrência de áreas com maior vulnerabilidade quanto à oferta de água, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade dos recursos hídricos. Com a escassez atípica de chuvas verificadas na Região Nordeste desde 2012 e na Região Sudeste desde 2013 (e que se intensificou em 2014), essas características de vulnerabilidade dos recursos hídricos já identificadas se agravaram ainda mais.

Por isso, medidas emergenciais foram implementadas nessas regiões de modo a minimizar os impactos do menor volume de água armazenado nos reservatórios para os usos múltiplos. Quanto ao abastecimento público, algumas cidades entraram em racionamento e em outras foi necessário a utilização de carros-pipa para o abastecimento de uma parcela da população. Naqueles municípios, entretanto, com uma melhor infraestrutura hídrica (seja pela existência de reservatórios de maior tamanho, ou pela interligação destes formando um sistema de abastecimento público), verificou-se menor vulnerabilidade quanto à segurança hídrica. Eles conseguiram se recuperar com maior rapidez ou sofreram menores impactos oriundos da crise hídrica estabelecida pela escassez de chuvas.

Com isso, apesar da importância das ações de gestão e regulação, deve-se ter atenção especial com as ações estruturantes necessárias para garantir maior segurança hídrica aos sistemas de abastecimento e às atividades produtivas. O Atlas Brasil (ANA, 2010) apresenta um diagnóstico da disponibilidade hídrica e da capacidade dos sistemas produtores de água do País, apontando alternativas para que as demandas urbanas de água sejam atendidas até 2025. Atualmente o Atlas Brasil está sendo atualizado e contará com um diagnóstico da situação tendo como referência o ano de 2020 com projeções para 2025 e 2035 para todos os municípios do País e, para os municípios com população superior a 250.000 habitantes, serão consideradas adicionalmente projeções para o ano de 2050. Nesse contexto, também está em fase final de elaboração pela ANA, em parceria com o Ministério da Integração Nacional, o “Plano Nacional de Segurança Hídrica” que tem como objetivos principais definir diretrizes, conceitos e critérios que permitam a seleção e detalhamento das principais intervenções estratégicas do país para garantia da oferta de água e redução dos riscos associados a eventos críticos.

Para a implementação das ações previstas nos Planos de Recursos Hídricos e nos estudos de planejamento, como os citados anteriormente, a construção de um pacto institucional entre os atores envolvidos é fundamental de forma a propiciar a atuação coordenada de diversos setores. Destaca-se, por fim, a importância da integração da gestão de recursos hídricos com as políticas setoriais, com a gestão ambiental e com o uso e ocupação do solo em função da interdependência de seus instrumentos e ações.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2013: relatório pleno**. Brasília – DF, 2013. 432p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2017: relatório pleno**. Brasília – DF, 2017. 169p

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Boletins de Monitoramento dos Reservatórios do Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul**. v. 9 e 10. Brasília - DF, mar/2014 a jan/2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – Ana. **Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água: panorama nacional**. Brasília – DF, 2010. 68p.

SOBRE O ORGANIZADOR

Luis Miguel Schiebelbein - Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (1997) e mestrado em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná (2006), Doutorado em Agronomia - Fisiologia, Melhoramento e Manejo de Culturas, pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2017). Atualmente é Professor dos Cursos de Agronomia, Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo e Superior Tecnológico em Radiologia e de Pós-Graduação em Agronegócio e Gestão Empresarial do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE). É revisor da Revista de Ciências Agrárias - CESCAGE, Professor Colaborador do Curso de Agronomia da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) . Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Agricultura de Precisão, atuando principalmente nos seguintes temas: Agricultura de Precisão, Geoprocessamento, Modelagem e Ecofisiologia da Produção Agrícola, Agrometeorologia, Hidrologia, Mecanização, Aplicação em Taxa Variável, Fertilidade do Solo e Qualidade.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-025-4

