

Universidade do Estado do Rio de Janeiro

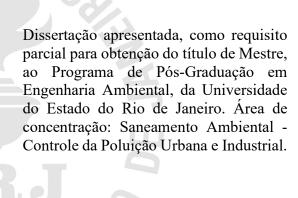
Centro de Tecnologia e Ciências Faculdade de Engenharia

Nathalia de Almeida Vasconcelos

Impactos da crise hídrica 2014-2016 sobre os principais usuários do Sistema Hidráulico das Bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu

Nathalia de Almeida Vasconcelos

Impactos da crise hídrica 2014-2016 sobre os principais usuários do Sistema Hidráulico das Bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu



Orientadora: Prof.ª Dra. Rosa Maria Formiga Johnsson

Coorientadora: Dra. Natalia Barbosa Ribeiro

CATALOGAÇÃO NA FONTE UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

V331 Vasconcelos, Nathalia de Almeida.

Impactos da crise hídrica 2014-2016 sobre os principais usuários do sistema hidráulico das bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu / Nathalia de Almeida Vasconcelos. – 2019.

125f.

Orientador: Rosa Maria Formiga Johnsson. Coorientador: Natalia Barbosa Ribeiro. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia.

1. Engenharia ambiental - Teses. 2. Desenvolvimento de recursos hídricos - Teses. 3. Hidrologia - Teses. 4. Paraíba do Sul, Rio, Bacia - Teses. I. Johnsson, Rosa Maria Formiga. II. Ribeiro, Natalia Barbosa. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. IV. Título.

CDU 556.18

Bibliotecário: Iremar Leal da Silva - CRB7/5728

Autorizo para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura	Data

Nathalia de Almeida Vasconcelos

Impactos da crise hídrica 2014-2016 sobre os principais usuários do Sistema Hidráulico das Bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saneamento Ambiental - Controle da Poluição Urbana e Industrial.

Aprovada (em 03 de setembro de 2019.
Banca Exa	minadora:
Dra. Natália Barbos Agência da Bacia d Prof. Dr. Alfredo A Faculdade de Enger Dra. Marília Carval	Prof ^a Dra. Rosa Maria Formiga Johnsson (Orientadora)
	Faculdade de Engenharia - UERJ
	Dra. Natália Barbosa Ribeiro (Coorientadora)
	Agência da Bacia do Rio Paraíba do Sul - AGEVAP
	Prof. Dr. Alfredo Akira Ohnuma Junior
	Faculdade de Engenharia - UERJ
	Dra. Marília Carvalho de Melo
	Instituto Mineiro de Gestão das Águas

Rio de Janeiro 2019

RESUMO

VASCONCELOS, Nathalia de Almeida. *Impactos da crise hídrica 2014-2016 sobre os principais usuários do Sistema Hidráulico das Bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu.* 2019. 125f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 2019

A Bacia do rio Paraíba do Sul viveu uma crise hídrica sem precedentes entre 2014 e 2016. Trata-se de uma bacia estratégica no cenário nacional, não somente pelas atividades na própria bacia, mas também por abastecer mais de 90% da metrópole do Rio de Janeiro, além de reforçar o abastecimento da metrópole paulista, ambas situadas fora dos limites da bacia. Neste contexto, este trabalho tem por objetivo identificar e sistematizar os impactos da crise hídrica de 2014-2016 sobre os principais setores usuários dos rios Paraíba do Sul e Guandu, que são regularizados pelo Sistema Hidráulico Paraíba do Sul-Guandu. Para tanto, foram utilizados os registros das reuniões do GTAOH/CEIVAP, concebidos e aplicados questionários, levantadas informações de base de dados oficiais disponíveis, informações da geração de energia dos aproveitamentos hidrelétricos da bacia, além daquelas dispostas em relatórios de agências oficiais, artigos e textos científicos sobre o assunto. Foi possível constatar que este evento de seca gerou uma crise hídrica com impactos negativos significativos em usuários dos rios Paraíba do Sul e Guandu. Foram identificados vários impactos no setor de abastecimento público, quantificada a redução de energia produzida e apontados os impactos ocorridos nas indústrias localizadas na foz do rio Guandu, devido à redução de vazão do rio e consequente intrusão salina. Evidenciou-se, também, que as ações emergenciais empreendidas foram efetivas para minimizar os impactos e até mesmo para evitar o desabastecimento da Metrópole do Rio de Janeiro. Acima de tudo, tornou-se evidente que se faz necessário criar uma lógica proativa de gestão de secas, de modo a sair da gestão da crise para adotar práticas de gestão do risco.

Palavras-chave: Crise hídrica; Seca; Impactos; Usuários de água; Sistema Hidráulico Paraíba do Sul-Guandu.

ABSTRACT

VASCONCELOS, Nathalia de Almeida. *Impacts of the 2014-2016 water crisis on the main users of the Paraíba do Sul and Guandu River Basin Water System*. 2019. 125f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 2019

The Paraíba do Sul River Basin experienced an unprecedented water crisis between 2014 and 2016. It is a strategic basin on the national scene, not only for activities in the basin itself, but also for supplying over 90% of the Rio de Janeiro metropolis. January and reinforce the supply of the São Paulo metropolis, both located outside the basin limits. This paper aims to identify and systematize the impacts of the 2014-2016 water crisis on the main user sectors of the Paraíba do Sul and Guandu rivers, which are regularized by the Paraíba do Sul-Guandu Hydraulic System. The GTAOH / CEIVAP meeting records, questionnaires, available official database information, power generation information from the basin's hydroelectric plants, as well as reports from official agencies, articles and scientific texts on the project were used. subject matter. It was found that this drought generated a water crisis with significant negative impacts on users of the Paraíba do Sul and Guandu rivers. Several impacts were identified in the public supply sector, quantified the reduction of energy produced and pointed out the impacts that occurred in the industries located at the mouth of the Guandu River, due to saline intrusion. It was also evidenced that the emergency actions undertaken were effective to minimize impacts and even to avoid the shortage of the Rio de Janeiro Metropolis. Above all, it has become evident that it is necessary to create a proactive drought management logic in order to move from crisis management to risk management practices.

Keyword: Drought; Impacts; Water users; Water crisis; Paraíba do Sul-Guandu Hydraulic System.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Metodologias utilizadas nesta pesquisa
Figura 2 - Impactos econômicos da seca
Figura 3 - Bacia do rio Paraíba do Sul
Figura 4 - Mapa da bacia do rio Guandu
Figura 5- Esquema do Sistema Hidráulico da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Guandu31
Figura 6 – Esquema de usinas e reservatórios do Sistema Hidráulico pertencentes ao Sistema
Interligado Nacional (SIN)
Figura 7 - Localização da transposição de águas da Bacia Paraíba do Sul (Reservatório de
Jaguari) para a Bacia do Piracicaba (Reservatório de Atibainha) para reforçar o
abastecimento da Metrópole Paulista33
Figura 8 - Localização dos municípios que captam água do rio Paraíba do Sul (Bacia Paraíba
do Sul), e da ETA Guandu (Bacia do rio Guandu)36
Figura 9 - Captação da Estação de Tratamento de Água do Guandu37
Figura 10 - Localização das indústrias que captam água bruta nas Bacias dos rios Paraíba do
Sul e Guandu
Figura 11 - Armazenamento do percentual do volume do Sistema Equivalente dos
reservatórios da bacia entre os anos hidrológicos de 2001-2002 a 2018-201940
Figura 12 - Variabilidade das vazões naturais médias mensais entre 2014 e 2018 em relação às
vazões média e mínima históricas, no rio Paraíba do Sul em Santa Cecília (ponto de
transposição para a Bacia do rio Guandu)41
Figura 13 - Resultados do índice SPI-6 para período seco e período úmido
Figura 14 - Armazenamento do Sistema Equivalente da Bacia do rio Paraíba do Sul45
Figura 15 - Armazenamento dos reservatórios e vazões de restrição do Sistema Hidráulico
do rio Paraíba do Sul46
Figura 16 - Monitoramento da cunha salina na foz do rio Paraíba do Sul em 28/07/2014,
apresentada na reunião do GTAOH em 28/08/1450
Figura 17 - Crise hídrica 2014-2016: ETA Guandu & municípios paulistas e fluminenses que
relataram algum tipo de impacto no âmbito do GTAOH/Ceivap52
Figura 18 – Intervenções propostas no Plano de Ações Complementares e sua situação de
implementação em 2016

Figura 19 -	– Identificação dos municípios que responderam ao questionário e relataram ter
	sido impactados pela crise hídrica de 2014-20165
Figura 20 -	– Municípios que relataram piora na qualidade da água bruta
Figura 21 -	- Municípios com impacto na captação de água
Figura 22-	Municípios com impacto no tratamento de água
Figura 23 -	– Municípios com impacto na distribuição de água6
Figura 24 -	– Municípios com impacto no faturamento
Figura 25 -	- Comparativo entre os anos de 2014 e 2013 das produções anuais de água segundo
	o SNIS
Figura 26 -	- Localização das usinas do setor hidroelétrico do Sistema Hidráulico Paraíba do
	Sul e Guandu analisadas nesta pesquisa.
Figura 27 -	- Localização das indústrias do Baixo Guandu (Canal São Francisco), no Estado do
	Rio de Janeiro, afetadas pela crise hídrica 2014-20169
Figura 28 -	- Monitoramento da cunha salina na foz do Guandu em 31/08/2015 pelo INEA-RJ
	9
Figura 29 -	- Localização da construção da soleira submersa, no Canal de São Francisco, no
	Baixo Guandu, RJ. 9
E: 20	- Foto do guindaste na soleira no Canal de São Francisco, Baixo Guandu, RJ9

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Variação da intrusão salina no Rio Paraíba do Sul & Ponto de captação de água do
município de São João da Barra, RJ51
Gráfico 2 - Índices com informações que podem indicar impactos da crise hídrica em Jacareí
71
Gráfico 3 - Índices com informações que podem indicar impactos da crise hídrica em Taubaté
72
Gráfico 4 - Índices com informações que podem indicar impactos da crise hídrica em Caçapava
73
Gráfico 5 - Índices com informações que podem indicar impactos da crise hídrica em Tremembé
73
Gráfico 6 - Índices com informações que podem indicar impactos da crise hídrica em
Pindamonhangaba(SP)
Gráfico 7 - Índices com informações que podem indicar impactos da crise hídrica em Barra
Mansa (RJ)74
Gráfico 8 - Índices com informações que podem indicar impactos da crise hídrica em Barra do
Piraí(RJ)75
Gráfico 9 - Geração mensal nos anos hidrológicos de 2013 a 2016 dos quatro principais
reservatórios do Sistema Hidráulico (Paraibuna, Jaguari, Santa Branca e Funil).
89
Gráfico 10 - Energia gerada nos aproveitamentos do Sistema Hidráulico Paraíba do Sul -
Guandu entre 2010 e 2018 (MWh)90
Gráfico 11 - Energia gerada nos aproveitamentos do Sistema Hidráulico exclusivamente na
Bacia do rio Paraíba do Sul, entre 2010 e 201891
Gráfico 12 - Energia gerada nos aproveitamentos do Sistema Hidráulico exclusivamente na
Bacia do rio Guandu, entre 2010 e 201891
Gráfico 13 - Energia gerada nos aproveitamentos do Sistema Hidráulico a montante de Santa
Cecília entre 2010 e 201893
Gráfico 14 - Energia gerada nos aproveitamentos do Sistema Hidráulico do rio Paraíba do Sul
a jusante de Santa Cecília entre 2010 e 2018

Gráfico 15 - Energia gerada nos aproveitamentos do Sistema Hidráulico do rio Paraíba do Sul
a montante de Santa Cecília e no Guandu entre 2010 e 201894
Gráfico 16 - Variação da intrusão salina ao longo do tempo no Canal de São Francisco 100
Gráfico 17 - Geração de energia mensal na Usina Termoelétrica do Atlântico (Ternium),
durante a crise hídrica 2014-2016
Gráfico 18 - Histórico de produção de energia elétrica da Usina Termoelétrica de Santa Cruz
(Furnas), durante a crise hídrica 2014-2016103
Gráfico 19 - Produção total de culturas temporárias e permanentes nos municípios que em que
o rio Paraíba do Sul atravessa
Gráfico 20 - Produção total de culturas temporárias e permanentes nos municípios em que o rio
Paraíba do Sul atravessa na bacia paulista
Gráfico 21 - Produção total de culturas temporárias e permanentes nos municípios em que o rio
Paraíba do Sul atravessa na bacia do Médio Paraíba
Gráfico 22 - Produção total de culturas temporárias e permanentes nos municípios em que o rio
Paraíba do Sul atravessa nas bacias Piabanha e Preto e Paraibuna108
Gráfico 23 - Produção total de culturas temporárias e permanentes nos municípios em que o rio
Paraíba do Sul atravessa nas bacias Compé e Dois Rios109
Gráfico 24 - Produção total de culturas temporárias e permanentes nos municípios em que o rio
Paraíba do Sul atravessa na bacia Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana109

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estruturas Hidráulicas da Bacia do rio Paraíba do Sul (montante-jusante)30
Tabela 2 - Demandas de água utilizadas no prognóstico do Plano Integrado de Recursos
Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (m³/s)34
Tabela 3 - Séries históricas de vazões de referência do rio Paraíba do Sul segundo atualização
do plano de bacias35
Tabela 4 - Resoluções temporárias da ANA autorizando regras operativas extraordinárias,
sobretudo em Santa Cecília (vazões objetivo inferiores a 190 m³/s)44
Tabela 5 - Fontes e métodos utilizados para a avalição de impactos da crise hídrica 2014-2016
sobre o setor de abastecimento público
Tabela 6 - Impactos dos usuários e propostas de soluções, de acordo com relatos registrados
nas reuniões do GTAOH (junho de 2014 - maio de 2019)52
Tabela 7 - Adaptações propostas no Plano de Ações Complementares para Gestão da Crise
Hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul, elaborado pela ANA em conjunto com os
órgãos gestores estaduais55
Tabela 8 - Impactos sobre a ETA Guandu e propostas de soluções, de acordo com relatos
registrados nas reuniões do GTAOH (junho de 2014 - maio de 2019)57
Tabela 9 - Quadro resumo dos impactos relatados pelos municípios respondentes dos
questionários aplicados no setor de abastecimento público
Tabela 10 - Quantidade de municípios sem informações nos anos comparados67
Tabela 11 - Quadro síntese dos resultados de pesquisa sobre impactos da crise hídrica 2014-
2016 e medidas mitigadoras, para cada município que capta água no rio Paraíba
do Sul e para a ETA Guandu (os municípios indicados com asterisco foram
identificados como impactados em alguma metodologia)79
Tabela 12 – Resumo do relato de impactos por parte dos usuários industriais nas reuniões do
GTAOH, entre 2014 e 2018

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AGEVAP Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do

Sul

ANA Agência Nacional de Águas

ANEEL Agência Nacional de Energia Elétrica

CEDAE Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro

CEIVAP Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

CEMIG Companhia Energética de Minas Gerais

CESP Companhia Energética de São Paulo

COMPE Comitê de Bacia Hidrográfica Pomba e Muriaé

CSA Companhia Siderúrgica do Atlântico

ETA-Guandu Estação de Tratamento de Água – Guandu

FCC Fábrica Carioca de Catalizadores

GTAOH Grupo de Trabalho Permanente de Acompanhamento da Operação

Hidráulica na bacia do rio Paraíba do Sul,

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGAM Instituto Mineiro de Gestão das Águas

INEA Instituto Estadual do Ambiente

ONS Operador Nacional do Setor Elétrico

PCH Pequenas Centrais Hidrelétricas

PIB Produto Interno Bruto

RMRJ Região Metropolitana do Rio de Janeiro

SEDEC Secretaria de Estado de Defesa Civil

SIN Sistema Interligado Nacional

SNIS Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

S2ID Sistema Integrado de Informações sobre Desastres

UHE usina hidroelétrica

SUMÁRIO

INTR	ODUÇÃO	13
1	SECAS E IMPACTOS SOBRE SETORES USUÁRIOS DE ÁGUA	19
1.1	Definições de impacto de seca	19
1.2	Metodologias de determinação de impacto da seca	22
2	O SISTEMA HIDRÁULICO PARAÍBA DOS SUL E GUANDU	26
2.1	Bacias hidrográficas dos rios Paraíba do Sul e Guandu	26
<u>2.1.1</u>	Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul	26
<u>2.1.2</u>	Bacia hidrográfica do rio Guandu	28
2.2	Sistema hidráulico Paraíba do Sul – Guandu (SHPSG)	29
2.3	Usuários dos rios regularizados pelo Sistema Hidráulico	34
2.3.1	Usuários da Bacia do rio Paraíba do Sul	34
2.3.2	Usuários dos rios Paraíba do Sul e Guandu, regularizados pelo Sistema Hidráulico	35
3	CRISE HÍDRICA 2014-2016	39
3.1	A seca de 2014-2015	39
3.2	O enfrentamento da seca 2014-2016: o processo	42
4	IMPACTOS DA CRISE HÍDRICA 2014-2016	47
4.1	Impactos sobre o setor de abastecimento público	47
<u>4.1.1</u>	Metodologia de avaliação dos impactos	<u>47</u>
<u>4.1.2</u>	Resultados e discussões (1): Análise documental das reuniões do GTAOH/CEIVA	P 49
<u>4.1.3</u>	Resultados e discussões (2): Aplicação de questionários	<u>57</u>
<u>4.1.4</u>	Resultados e discussões (3): Análise de dados do Sistema Nacional de Informações	<u> </u>
sobre	Saneamento - SNIS	67
<u>4.1.5</u>	Resultados e discussões (4): Dados S2iD da Secretaria Nacional de Defesa Civil	76
<u>4.1.6</u>	Considerações finais sobre os impactos no setor de abastecimento público	76
4.2	Impactos sobre o setor de hidroenergia	86
4.2.1	Metodologia	86
4.2.2	Resultados e discussões (1): Análise documental das reuniões do GTAOH/Ceivap.	87
4.2.3	Resultados e discussões (2): Dados da ANEEL	88
4.3	Impactos sobre o setor industrial	94
4.3.1	Metodologia	94

<u>4.3.2</u>	Resultados e discussões	9 <u>5</u>
4.4	Setor de agropecuário	104
<u>4.4.1</u>	Metodologia	104
4.4.2	Resultados e discussões (1): dados de produção agrícola do IBGE	104
4.4.3	Resultados e discussões (1): decretos de situação de emergência	110
CON	CLUSÕES	111
REFE	ERÊNCIAS	114
APÊN	NDICE A – Questionários	118

INTRODUÇÃO

A água é essencial para a sustentar a vida e as diversas atividades, sendo um recurso fundamental para a saúde humana, prosperidade e segurança da população e dos ecossistemas (TUNDISI e TUNDISI, 2015; DE NYS et al., 2016). Alterações no ciclo hidrológico, sobretudo aquelas decorrentes de eventos que afetam a disponibilidade hídrica, geram impactos diversos e, potencialmente, deflagram crises. A seca pode atingir diversos setores da sociedade desde o abastecimento público de água a economia, impactando a agricultura, o setor industrial, como também a saúde das pessoas (FREIRE-GONZÁLEZ et al., 2016). Assim, os impactos das secas que ocorrem em diferentes setores e atividades, requerem medidas no âmbito de diferentes políticas setoriais - saneamento, agricultura, indústria, pesca, energia, transporte, entre outros (DE NYS et al., 2016).

No Sudeste brasileiro, a crise hídrica ao longo dos anos de 2014 e 2016, que teve como gatilho a seca mais severa dos últimos 85 anos, afetou diversos setores usuários de água e demandou respostas emergenciais inéditas dos sistemas de gestão (FORMIGA-JOHNSSON, LEMOS e SOUZA-FILHO, 2019). Especialmente, a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul foi significativamente afetada por tal evento, demandando uma série de ações estruturantes e não estruturantes para reduzir os impactos da estiagem. Esta bacia, abrange, territorialmente, os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, sendo de extrema relevância socioeconômica e ambiental (COSTA et al., 2015).

Assim, durante a recente crise hídrica o Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (CEIVAP), reativou o Grupo de Trabalho Permanente de Acompanhamento da Operação Hidráulica na bacia do rio Paraíba do Sul (GTAOH), que havia sido criado anteriormente durante a estiagem que ocorreu no ano de 2003. Este grupo configurou-se como um espaço para que os principais atores da gestão dos recursos hídricos da bacia pudessem compreender os desafios e, juntos, propor soluções sobre como garantir os usos múltiplos, com o mínimo de impactos aos usuários da bacia. O grupo era constituído pelos responsáveis pela operação do Sistema Hidráulico, órgãos gestores de recursos hídricos, e usuários desta bacia e da bacia do rio Guandu devido as águas transpostas do rio Paraíba do Sul. A Agência Nacional de Águas (ANA) – legalmente responsável pela definição das regras de operação do Sistema Hidráulico – referendou sistematicamente as proposições do GTAOH.

Foi um longo, intenso e complexo processo, e mesmo com toda a mobilização ocorrida, sobretudo os usuários de água foram impactados. Alguns conseguiram adaptar-se rapidamente,

a fim de minimizar os impactos, outros somente agiram em resposta quando o problema se agravou de forma significativa e vários usuários não conseguiram evitar os impactos. Neste sentido, este trabalho se interessa justamente, pelos impactos provocados pela crise hídrica 2014-2016, de maior ou menor intensidade, sobre usuários de água.

Objeto de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul abrange uma área envolvendo três estados da região Sudeste do país, sendo reconhecidamente importante, sobretudo, por sua relevância socioeconômica. Possui um conjunto de estruturas hidráulicas, entre reservatórios, estações elevatórias e usinas hidrelétricas, que operadas conforme as regras estabelecidas garantem na calha principal deste rio uma segurança hídrica maior. Com uma série de infraestruturas construídas ao longo do seu leito com objetivo inicial e principal de gerar energia, esta bacia foi interligada à bacia hidrográfica do rio Guandu.

Este conjunto é denominado "Sistema Hidráulico Paraíba do Sul-Guandu", que opera em cascata por meio da regularização dos rios Paraíba do Sul e Guandu. São os principais usuários deste Sistema, os setores de abastecimento público, hidroenergia e industrial captando águas dos rios Paraíba do Sul e Guandu, que constituem o objeto da presente pesquisa. Estes serão apresentados no item 2.3 deste trabalho. Durante a crise, a gestão das águas envolvendo o Sistema Hidráulico precisou ser mais controlada e tornou-se ainda mais complexa. Mais recentemente, no ano de 2018, foi realizada mais uma interligação com outra bacia vizinha, a do rio Piracicaba, com o objetivo de reforçar o abastecimento da Metrópole de São Paulo.

Relevância do Estudo

A região Sudeste é a de maior desenvolvimento econômico e mais densamente povoada do país. Esta região tem enfrentado nos últimos anos problemas relativos às secas, situação até poucos anos atrás sequer mencionados nos planejamentos da Bacia. Apesar da severidade da seca de 2014-2015, que estendeu a crise hídrica até o ano de 2016, só se têm registros dos impactos da seca sobre os usuários que participavam das reuniões do GTAOH. A literatura científica e cinzenta sobre o assunto também é escassa e parcial.

Nesse sentido, a principal contribuição desta dissertação consiste na organização e análise de uma série de informações fragmentadas acerca do enfrentamento da crise hídrica e sobretudo dos impactos remanescentes sobre usuários de água.

Entender quais foram os impactos da seca e como eles ocorreram, torna possível pensar em uma gestão dos recursos hídricos mais proativa e adaptativa, em resposta a gestão reativa que vem ocorrendo nestes últimos episódios de estiagem. Há ainda muitas lacunas de informação quanto aos impactos da seca, sendo estas informações fundamentais para uma gestão mais efetiva dos riscos associados e preparação para o caso de eventos futuros. Trata-se de uma mudança desejada, da gestão de crise tradicional — ou abordagem reativa - para uma abordagem de preparação para a seca baseada em risco, de forma iterativa e com maior proatividade (DE NYS et al., 2016).

Objetivos da Pesquisa

Este trabalho tem como objetivo principal identificar e sistematizar os impactos da crise hídrica de 2014-2016 sobre os principais usuários dos setores de abastecimento público, industrial e de hidroenergia que captam águas dos rios Paraíba do Sul e Guandu, que têm suas vazões regularizadas pelo Sistema Hidráulico Paraíba do Sul-Guandu.

Entre os objetivos específicos, destacam-se:

- Efetuar uma breve revisão bibliográfica sobre conceitos de seca e seus impactos, bem como sobre metodologias utilizadas para sua quantificação;
- Caracterizar as bacias hidrográficas e os usuários de recursos hídricos do Sistema Hidráulico Paraíba do Sul-Guandu;
- Definir uma metodologia qualitativa de determinação dos impactos de seca sobre usuários, combinando diversas fontes e métodos de pesquisa, específica ao Sistema Hidráulico Paraíba do Sul-Guandu.

Metodologia aplicada à pesquisa

Para abordar a dimensão do problema objeto desta pesquisa, foram utilizados recursos metodológicos diversos, visto a complexidade da questão. O desenvolvimento da metodologia científica baseou-se nas contribuições da pesquisa bibliográfica e o estudo de caso (BOTELHO e CRUZ, 2013). As etapas metodológicas da pesquisa foram:

- Fase preparatória consistiu na definição das palavras-chave para levantamento bibliográfico, na literatura acadêmica e cinza, com vistas a criar bases conceituais da pesquisa.
- 2) <u>Caracterização do objeto de estudo</u> consistiu em pesquisas bibliográficas e, sobretudo, no levantamento de informações disponíveis em documentos técnicos e sítios eletrônicos que permitissem caracterizar o objeto de estudo.
- 3) <u>Desenvolvimento de quadro conceitual para análise</u> para cada um dos setores usuários, delineou-se metodologia específica para análise dos impactos da seca, utilizando-se várias ferramentas para levantamento de informações qualitativas: análise documental, questionários, análise de informações disponibilizadas em banco de dados públicos e entrevistas junto a atores-chave. Somente para o setor de hidroenergia foi possível realizar uma análise quantitativa.

Para caracterização do objeto de estudo, buscou-se sistematizar dados sobre os aspectos socioeconômico e ambiental das bacias hidrográficas do Paraíba do Sul e Guandu, e sobre a estrutura do Sistema Hidráulico Paraíba do Sul e Guandu e os usuários de água. Foram levantadas informações sobre os sistemas de abastecimento de água, com base em documentos técnicos, especialmente, nas informações dispostas nos Planos Municipais de Saneamento Básico, no Atlas de abastecimento de água da ANA, nas plataformas dos sistemas de informação do CEIVAP e do Comitê de Bacia Guandu¹ e nos sítios eletrônicos dos prestadores de serviço de abastecimento público.

Para o estudo de caso optou-se por uma abordagem qualitativa de pesquisa, buscando entender como os fatos observados ocorrem, concentrando-se no processo que está ocorrendo e no resultado (CRESWELL, 2007). Assim, utilizou-se como técnicas de pesquisa a análise documental e a entrevista estruturada. Além destas, a pesquisa obteve de conversas com especialistas sobre a problemática discutida, sem um roteiro, necessariamente, estruturado.

Particularmente para o estudo de caso, com vistas a avaliação dos impactos do evento de seca em questão, foram utilizados dos registros do período da seca dispostos nas Atas do Grupo de Trabalho Permanente de Acompanhamento da Operação Hidráulica na bacia do rio Paraíba do Sul do CEIVAP(GTAOH/CEIVAP), indicadores do Sistema Nacional de

Sistema de Informações Geográficas e Geoambientais da Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim (SIGA GUANDU):http://54.94.199.16:8080/siga-guandu/saibaMais

¹ Sistema de Informações Geográficas e Geoambientais da Bacia Hidrográfica da Bacia do rio Paraíba do Sul (SIGA CEIVAP): http://sigaceivap.org.br

Informações sobre Saneamento (SNIS) sobre produção e abastecimento de água, dados sobre geração de energia no sítio eletrônico da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)², os decretos de situação de emergência disponibilizados no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) e, por fim, dados de produção agrícola no sítio eletrônico do IBGE.

Foram elaborados questionários específicos para os setores industrial, de abastecimento público e agropecuário, utilizou-se da plataforma eletrônica SurveyMonkey³ para aplicação, o que possibilita um levantamento de informações mais dinâmico.

Na Figura 1 são resumidas as metodologias utilizadas na pesquisa em cada setor usuário.

Abastecimento Hidroenergia Industrial Agrícola Público **GTAOH GTAOH GTAOH GTAOH** Questionários/ Questionários/ Entrevistas Entrevistas Dados SNIS Dados ANEEL Dados IBGE Decreto de Decreto de Emergência Emergência

Figura 1 - Metodologias utilizadas nesta pesquisa

Fonte: Elaboração própria.

Estrutura da dissertação

Este trabalho se desenvolve por cinco capítulos, iniciando pelos referenciais teóricos utilizados até as conclusões e considerações finais.

O Capítulo 1 apresenta uma breve revisão bibliográfica sobre seca, seus impactos e principais metodologias utilizadas para sua determinação.

O Capítulo 2 caracteriza as bacias hidrográficas envolvidas no estudo, bem como todo o Sistema Hidráulico construído nos principais rios destas bacias. Neste capítulo também são identificados os principais setores usuários de recursos hídricos do Sistema Hidráulico, objeto de pesquisa desta dissertação.

No Capítulo 3, a crise hídrica ocorrida entre os anos de 2014 e 2016 é caracterizada com base em análises do histórico das vazões naturais do rio Paraíba do Sul e do percentual de

²http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/cmpf/gerencial/

³http://www.SurveyMonkey.com

armazenamento do reservatório equivalente do sistema. São apresentadas também as ações tomadas de forma conjunta pelos principais atores para o enfrentamento desta crise.

O Capítulo 4 é a essência do trabalho, destinado para apresentação e aplicação das metodologias utilizadas para identificação dos impactos nos principais setores usuários. Neste capítulo são apresentadas as discussões dos resultados obtidos em cada metodologia aplicada.

Por fim, temos a parte das Conclusões onde são apresentados os principais pontos discutidos no decorrer do trabalho.

1 SECAS E IMPACTOS SOBRE SETORES USUÁRIOS DE ÁGUA

No presente Capítulo são apresentados e discutidos os principais conceitos de seca e seus impactos, com vistas a criar o referencial teórico da presente pesquisa. Metodologias de avaliação dos impactos da seca são também revisadas e discutidas neste capítulo, sendo base para definições metodológicas desta pesquisa.

1.1 Definições de impacto de seca

Segundo De Nys et al (2016) a seca é uma ocorrência sustentada e de extensão regional em que a disponibilidade de água natural fica abaixo da média. Nesta lógica, a seca pode ser vista como um desvio em relação às condições de longo prazo de variáveis como precipitação, umidade do solo, água subterrânea e vazão fluvial (DE NYS et al., 2016). O autor reitera, ainda que em se tratando de seca, esta costuma decorrer de taxas de precipitação baixas e/ou taxas de evaporação altas, devido a variabilidades climáticas, resultando em um índice de disponibilidade de água natural abaixo da média.

A seca é um evento que ocorre de forma gradual, decorrendo de alterações climáticas de ordem regional ou mesmo global, sendo difícil identificar seu início, fim e abrangência (TSAKIRIS, 2017; SAYERS et al., 2016; LOGAN e VAN DEN BERGH, 2013). O conceito de seca mudou ao longo dos anos e o avançar dos estudos, o que gerou imprecisões no seu entendimento. Incialmente, entendia-se a seca com base nos aspectos relativos às condições normais do ciclo hidrológico da água, evoluindo-se para um entendimento de persistência de um evento meteorológico e para severidade da seca (SAYERS et al., 2016).

Outros conceitos são erroneamente utilizados como sinônimo de seca, e entre outros destacam-se os conceitos de aridez e escassez de água, sendo fundamental fazer a devida distinção conceitual. Aridez é uma característica permanente de um clima seco, enquanto a seca é um desvio do clima de longo prazo (DE NYS et al., 2016). Seca é um fenômeno natural diferentemente da escassez de água, que ocorre quando a humanidade usa mais água do que há disponível naturalmente (DE NYS et al., 2016). A seca é definida como um período excepcionalmente seco, com duração e intensidade suficientes para provocar uma diversidade de impactos no meio ambiente, economias e sociedade (SAYERS et al., 2016).

Uma importante característica da seca que a distingue de outros eventos, tais como desastres naturais, é a falta de uma definição universal (WILHITE et al., 2007). Existem várias de definições, principalmente porque a seca deve ser definida de acordo com as características de cada regime climático e com os impactos específicos em um determinado setor/atividade/componente, para o qual a definição está sendo aplicada (WILHITE et al., 2007).

Por seu caráter global, a seca pode afetar várias regiões ao redor do mundo, com impactos econômicos, ambientais e sociais. Esses impactos são mais críticos em locais que sofrem, permanentemente, com escassez hídrica, bem como em sistemas afetados que não estão preparados para esses eventos (TSAKIRIS, 2017). Os impactos sociais da seca são aqueles que afetam a saúde e a segurança do homem - perdas de vidas humanas, salários reduzidos, ansiedade ou depressão por perdas econômicas na seca, problemas de saúde relacionados às vazões reduzidas e às condições críticas de qualidade da água (NDMC, 2018).

A dimensão ambiental é também afetada pela seca, em diferentes aspectos e de diversas formas, sendo os danos decorrentes de caráter temporário, de longo prazo, ou em casos extremos, irreversíveis. A produção de água pelas florestas, a evapotranspiração, a produtividade primária bruta e líquida são algumas das funções críticas que sustentam diversos serviços ecossistêmicos – qualidade e quantidade de água, sequestro de carbono, regulação do clima, conservação da biodiversidade – que são diretamente afetadas por eventos de seca (SUN et al., 2015).

A seca implica ainda em diferentes tipos de impactos econômicos com custos associados, sendo este o principal alvo de atenção da literatura. A seca produz uma rede complexa de impactos que se propagam por muitos setores da economia (WILHITE et al., 2007). Freire-González et al. (2016), aponta dois tipos principais de impactos econômicos, sendo o primeiro relacionado a como a água afeta os diferentes agentes/setores econômicos como: indústria, agricultura, produção de energia, entre outros. O segundo tipo de impacto refere-se a efeitos secundários da seca, como queimadas, desertificação, migrações, etc. Os autores sumarizaram tais impactos apresentados na Figura 2.

Indústrias/Empresa Insumos produtivos Produção Padrões de Satisfação de vida consumo Perda de População bem-estar Saúde Trabalho (quantidade e qualidade) Migração Seca Despesas públicas Políticas econômicas Governo Taxas Regulação Subsídios Etc. Fornecimento de Meio Ambiente bens e serviços Impactos no setor da economia Outros efeitos secundários Impactos na área social (incêndios, desertificação, etc) Impactos governamentais

Figura 2 - Impactos econômicos da seca

Fonte: Adaptado de FREIRE-GONZÁLEZ et al., 2016

Por fim, os impactos da seca podem ser, comumente, classificados como diretos e indiretos (WILHITE et al., 2007). Os impactos diretos referem-se aos danos decorrentes do evento de seca – redução da produção agrícola, redução dos níveis da água, etc. -, as consequências referem-se aos impactos indiretos – aumento do preço dos alimentos, migração etc. As perdas indiretas associadas a seca, geralmente, excedem as perdas diretas (WILHITE et al., 2007).

As águas doces são um recurso fundamental para a saúde humana, a prosperidade e segurança coletiva da população (TUNDISI e TUNDISI, 2015), e dos ecossistemas, logo eventos de seca são críticos sob esse aspecto. Especificamente, quanto aos impactos sobre a água, sabe-se o quanto eventos de seca afetam diretamente o ciclo hidrológico o que acarreta, entre outros, na disponibilidade hídrica em uma determinada região afetada por tal fenômeno. Ainda, estudos mostram que os eventos hidrológicos críticos como a seca poderão tornar-se mais frequentes e mais intensos (SOUZA FILHO et al., 2014), em decorrência de variabilidades

e mudanças do clima. Adicionalmente aos impactos esperados na oferta hídrica encontram-se as prováveis mudanças na demanda de diversos setores usuários da água (SOUZA FILHO et al., 2014), que podem se configurar importante camada nesta equação. Por fim, a redução da quantidade de água tem relação direta com a perda de qualidade.

Um evento de seca prolongado, ou vários períodos curtos e sucessivos, podem fazer com que a recuperação de sistemas humanos e/ou ambientais não esteja totalmente completa antes de outro evento ocorrer, agravando mais ainda os impactos (SAYERS et al., 2016). Assim, secas futuras provavelmente exercerão maior pressão sobre os recursos hídricos, na medida em que as variabilidades climáticas extremas e as mudanças climáticas colidirem com o aumento da demanda de água decorrente do crescimento populacional e do desenvolvimento econômico regional (DE NYS et al., 2016). Assim, avaliar os impactos de eventos de seca é crítico para melhorar a gestão do risco e, principalmente, a capacidade de resposta dos governos e da sociedade.

Neste trabalho, adotou-se como referência o conceito de 'seca operacional' para definir a seca independentemente de sua causa primária (SOUZA FILHO et al., 2016; GONZÁLEZ e MORCILLO, 2007; ANDREU E SOLERA, 2006): a seca operacional poderia ser vista como uma seca resultante de uma sequência de decisões sobre a forma de gerir determinado sistema como um sistema de reservatórios, por exemplo; caso a resultante da disponibilidade natural e do sistema de gerenciamento e operação não atenderem à necessidade de água para diferentes usos, então isso pode ser chamado de seca operacional. Uma seca operacional pode acelerar os impactos de uma seca física sobre o sistema (MARTINS et al., 2016). Este conceito adequa-se perfeitamente ao caso do Sistema Hidráulico Paraíba do Sul-Guandu, que é um "sistema administrado, sujeito a decisões tomadas por seres humanos" (MARTINS et al., 2016).

1.2 Metodologias de determinação de impacto da seca

Em comparação a outros desastres naturais como inundações, por exemplo, as secas são mais difíceis de identificar e mais complexas de serem medidas, por conta de suas características únicas (LOGAN e VAN DEN BERGH, 2013). Primeiro, trata-se de um conceito relativo, visto que depende de desvios em relação a registros de uma área específica, com relação as variáveis que caracterizam a seca. Além disso, esta geralmente se desenvolve em um

ritmo muito mais lento e de maior durabilidade que outros desastres naturais, fazendo com que seja difícil identificar o início e o fim do evento de seca. Por fim, usualmente, as secas causam danos menos visíveis às infraestruturas, e impactos mais indiretos e difusos – que se distribuem no tempo e nas diversas atividades.

Para uma análise precisa do evento de seca, é fundamental identificá-lo temporalmente para evitar a subestimação dos seus impactos. No entanto, diante de suas características tornase mais complexo avaliar seus custos e impactos (LOGAN e VAN DEN BERGH, 2013). Mesmo diante de tais desafios, muitos autores dedicam-se a propor metodologias de análise dos impactos de seca. Neste sentido, há um crescente corpo de literatura dedicado a estimar os impactos das secas nos resultados econômicos (DE NYS et al, 2016).

De Nys e colaboradores (2016), dividem a literatura da seca em dois tipos principais. Primeiro, há estudos de caso descritivos que documentam perdas em indicadores como produção agrícola e pecuária, em relação a um ano de referência caracterizado por níveis de precipitação normais. Em segundo lugar, há estudos econométricos que relacionam a evolução de dados longitudinais geograficamente desagregados sobre precipitação - ou indicadores de seca baseados em precipitação, com variações nos resultados econômicos locais.

Os impactos de seca podem ser vistos, mais diretamente, sob a ótica dos custos, que podem ser diretos e indiretos (FREIRE-GONZÁLEZ et al., 2016). Quanto aos custos diretos, estes referem-se a perdas nos setores que tem os recursos hídricos como base principal dos processos produtivos, como a agricultura (ex. perda de produção); perdas relacionadas a redução da disponibilidade de água, impactando empresas de abastecimento público, a produção hidroelétrica, etc.; e danos nas infraestruturas (LOGAN e VAN DEN BERGH, 2013). Meyer et al. (2013) acrescentam que os custos diretos se referem a danos às propriedades, de modo geral, decorrente do contato físico direto com o evento.

Já os custos indiretos são induzidos por danos diretos e pelos custos de interrupção de determinadas atividades ou negócios, podendo estes ocorrer dentro ou fora das áreas onde ocorreu o evento – ou mesmo em um lapso de tempo (MEYER et al., 2013). Para Logan e Van den Bergh (2013), os custos indiretos ocorrem como consequência de impactos biofísicos na economia de modo geral, por meio de mudanças nas atividades que tem como base principal os recursos hídricos e como estas afetam os outros setores da economia. Além da dimensão econômica dos custos decorrentes dos impactos de seca, as avaliações podem levar em consideração, também, outras dimensões "não-mercadológicas", como: ambiental, social, de

saúde. Estas dimensões podem ser avaliadas de forma global, ou específica, cabendo ressaltar que mesmo avaliações complexas não são capazes de mensurar os custos intangíveis.

A análise de Logar e Van den Bergh (2013) conclui que as técnicas de avaliação de mercado (ou seja, preços de mercado, função de produção, custos evitados, custos de substituição ou reparo) são os métodos mais adequados para avaliar custos tangíveis diretos das secas (MEYER et al., 2013). Eles têm a vantagem de serem fáceis de aplicar, abrangendo qualquer setor econômico e fornecendo estimativas bastante precisas. Dentre as análises propostas pelos autores tem-se:

- Análise do Equilíbrio Geral Computável (EGC) e a análise do tipo "Input Output"— podem ser usadas para estimar os custos diretos juntamente com os custos indiretos, mas exigem maior esforço em sua aplicação, pois dependem de informações sobre valores de energia, recursos naturais, terras, custo de mão de obra, além de considerações sobre suas relações (BERRITTELLA et al, 2007)
- Modelos biofísico-agroeconômico integram modelos de culturas com a avaliação econômica e, portanto, são especificamente focados na agricultura e utilizam dados sobre crescimento de cada espécie, insumos, renda das fazendas (KULSHRESHTHA, 1989).
- Modelos hidrológico-econômico ligam a avaliação econômica com dados de produção e custos a um modelo hidrológico e climático juntamente com considerações de como se relacionam. (FISCHER et al. 2005).
- Modelagem de preços hedônicos ricardianos vincula variações no valor da terra ao espaço com variações no clima.

Alguns dos métodos para avaliação de custo de seca podem estimar apenas um tipo de custo (por exemplo, apenas os custos não relacionados ao mercado), enquanto outros podem ser aplicados para avaliar dois ou até mesmo todos os três tipos de custos de seca (LOGAN e VAN DEN BERGH, 2013). Além disso, os autores ressaltam que alguns dos métodos podem avaliar os custos da seca apenas uma vez que a seca tenha ocorrido (*ex post*), enquanto outros permitem a avaliação de custos de secas históricas e hipotéticas (*ex post* e *ex ante*, respectivamente). De forma geral, avaliações econômicas dos impactos da seca requerem um quadro analítico capaz de considerar suas características únicas e particulares (FREIRE-GONZÁLEZ et al., 2016).

Além das metodologias de análise de custos associados aos impactos da seca que, com base, sobretudo, na dimensão econômica, outros índices de avaliação de seca são comumente utilizados. A quantificação da seca considerando outras dimensões ainda é um desafio, visto que se trata de um evento complexo quanto a determinação de sua magnitude, duração e extensão (PASHO et al., 2011). Neste sentido, Pasho e colaboradores (2011) apontam que diferentes índices têm sido desenvolvidos para quantificar tais impactos, principalmente, com base nos balanços da água no solo e atmosfera, bem como nos fluxos de carbono, que podem contribuir para entender, ainda, impactos colaborativos. Tem-se como exemplo o trabalho de Sun et al. (2015), que apresenta uma metodologia com base no balanço de água e carbono, para avaliar os impactos da seca sobre as funções dos ecossistemas. Na última década, inúmeras ferramentas foram desenvolvidas para quantificar fluxos de carbono e estoques, como: sensoriamento remoto, modelagens e inventários que, combinados com modelagens hidrológicas, podem ajudar a explorar impactos atuais e históricos da seca sobre esses ciclos naturais (SUN et al., 2015).

Este trabalho interessa-se pelos impactos diretos da crise hídrica 2014-2016 sobre usuários dos setores de abastecimento público, industrial e de geração de energia, que fazem uso das águas dos rios Paraíba do Sul e Guandu, regularizados pelo denominado Sistema Hidráulico Paraíba do Sul-Guandu. Cabe esclarecer que o setor agropecuário não se destaca como um expressivo usuário das águas desses rios nem foram identificados registros sobre como lidaram com a crise.

Diante da escassez de dados, foi necessário conceber e aplicar metodologias simplificadas de determinação de impactos, essencialmente qualitativas, conforme detalhado no Capítulo 4 para cada setor usuário estudado.

2 O SISTEMA HIDRÁULICO PARAÍBA DOS SUL E GUANDU

Este capítulo tem como objetivo principal apresentar o objeto de estudo: os setores usuários das águas dos rios Paraíba do Sul e Guandu, regularizados pelo denominado "Sistema Hidráulico Paraíba do Sul – Guandu". Para tanto, caracteriza-se a Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul e a Bacia Hidrográfica do rio Guandu, onde se situa o Sistema Hidráulico, que as interconecta. Em seguida, é apresentado em detalhes o sofisticado e complexo Sistema Hidráulico Paraíba do Sul - Guandu, para finalmente identificar os seus usuários.

2.1 Bacias hidrográficas dos rios Paraíba do Sul e Guandu

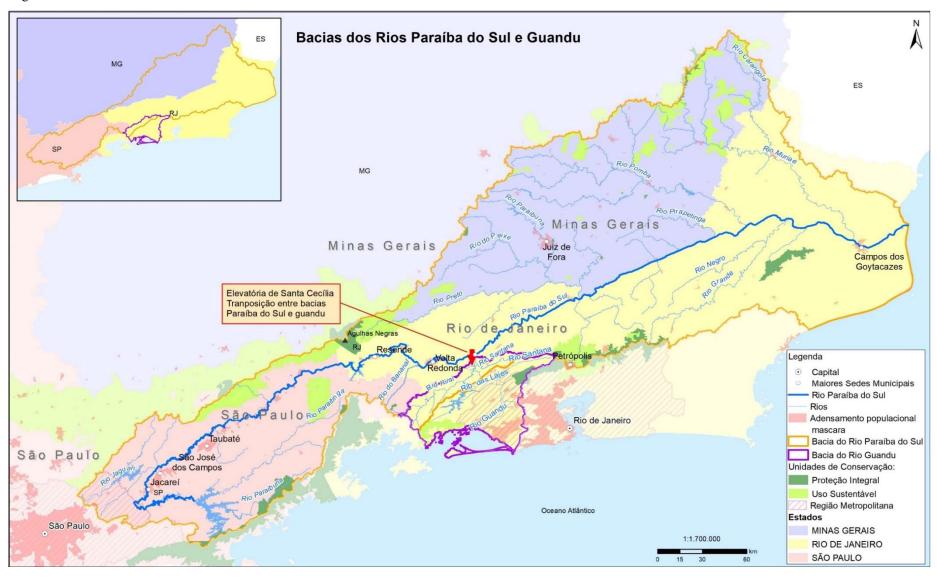
2.1.1 Bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul

O rio Paraíba do Sul nasce na represa de Paraibuna, no município de mesmo nome – Paraibuna - através da confluência de outros dois rios: Paraitinga (com nascente no município de Areias/SP) e Paraibuna (com nascente no município de Cunha/SP). Segue o seu curso por três estados brasileiros: São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro. (Figura 3)

A bacia do rio Paraíba do Sul possui área de drenagem com cerca de 62.074 km², (Figura 2, a qual se estende pelos estados de São Paulo (14.510 km²), Rio de Janeiro (26.851 km²) e Minas Gerais (20.713 km²). A bacia abrange 184 municípios, sendo que 36 municípios se encontram parcialmente inseridos nela (AGEVAP,2011).

A bacia do Paraíba do Sul está situada em uma região de grande relevância socioeconômica no cenário nacional e seu desenvolvimento acentuou-se na segunda metade do século XVIII, com as extensas lavouras de café que se estabeleceram na região. Similarmente, as cidades do Grande Rio se desenvolviam a partir da cultura da cana-de-açúcar, que decorria de uma cultura colonial de desbravamento e avanço. A expansão territorial das lavouras sobre as florestas nativas de Mata Atlântica na Bacia do Paraíba do Sul, contribuiu para a diminuição de sua área territorial - atualmente este bioma possui menos de 7% de seu território original em todo o país, estimado em cerca de 1,3 milhão de km². A partir de estudos realizados por interpretação visual de imagens de satélite, constatou-se que na bacia do Paraíba do Sul a região de Mata Atlântica ocupa menos que 11% do seu território original (GEROE, 1995).

Figura 3 - Bacia do rio Paraíba do Sul



Fonte: Ambrosio, 2018.

2.1.2 <u>Bacia hidrográfica do rio Guandu</u>

O rio Guandu nasce na confluência do ribeirão das Lajes com o rio Santana no município de Paracambi e deságua na baía de Sepetiba, sendo seu nome alterado para canal de São Francisco na sua foz. Com uma extensão total de 108 km, seus principais afluentes são os rios Cabral, Piranema, Santana, São Pedro, Santo Antônio, Queimados e Guandu-Mirim.

A bacia hidrográfica do rio Guandu, representada na Figura 4, abrange 15 municípios, todos localizados no estado do Rio de Janeiro, sendo: Itaguaí, Seropédica, Queimados, Engenheiro Paulo de Frontin, Japeri e Paracambi (inseridos totalmente dentro da bacia) e Miguel Pereira, Mangaratiba, Vassouras, Barra do Piraí, Mendes, Nova Iguaçu, Piraí, Rio Claro e Rio de Janeiro (inseridos parcialmente dentro da bacia).

Rio de Janeiro Vassouras Barra do Piraí Eng. Paulo Miguel Pereira de Frontin Mendes A bacia hidrográfica do Guandu abrange 15 municípios do Estado do Rio de Janeiro Paracambi Pirai Japeri Represa de Queimado Seropédica Rio Claro Nova Iguaça Itaguaí Mangaratiba Rio de Janeiro Legenda Limite Municipal Hidrografia Represa Rios Principais Sedes Municipais S RH II - Guandu

Figura 4 - Mapa da bacia do rio Guandu

Fonte: http://www.comiteguandu.org.br/hidrografica.php

2.2 Sistema hidráulico Paraíba do Sul – Guandu (SHPSG)

No início do século XX, iniciou-se a construção do Sistema Hidráulico do Paraíba do Sul, que consiste em um conjunto complexo de estruturas hidráulicas. A obra teve como objetivo inicial aproveitar o potencial de geração de energia da região, e hoje permite a transposição das águas do rio Paraíba do Sul para o rio Guandu na região de Santa Cecília, no Estado do Rio de Janeiro.

A primeira intervenção construída foi o reservatório de Lajes, em 1908, no Ribeirão das Lajes, um dos rios formadores do rio Guandu. Em 1913, através da construção de um túnel, as águas do rio Piraí começaram a ser transpostas do reservatório de Tocos para o reservatório de Lajes.

Na década de 50, entrou em operação a Estação Elevatória de Santa Cecília, que permitiu a transposição das águas do rio Paraíba do Sul para o reservatório de Santana, através de um recalque de até 160 m³/s, vencendo um desnível de 15m. Desse reservatório, a água é bombeada por cerca de 35m para o reservatório de Vigário, através da elevatória de Vigário, e depois é desviada por gravidade por um desnível de 300m alimentando, em cascata, as usinas hidroelétricas de Nilo Peçanha, Fontes Nova, Pereira Passos e PCH Paracambi.

A regularização das vazões do rio Paraíba do Sul deu-se após a construção de quatro reservatórios: Santa Branca, em 1959, no trecho paulista do rio Paraíba do Sul; Funil, em 1969, próximo à divisa entre os estados do Rio de Janeiro e São Paulo; Jaguari, em 1972, no rio Jaguari, afluente na parte paulista da bacia; e finalmente Paraibuna, em 1978, localizado na confluência dos rios formadores do rio Paraíba do Sul, Paraibuna/Paraitinga. Conhecido como reservatório equivalente, a capacidade total de reservação desses quatro reservatórios chega a 7.294,70 milhões de metros cúbicos, sendo o volume útil total para geração de energia igual a 4.341,90 milhões de metros cúbicos.

O aumento da vazão no rio Guandu devido a transposição permitiu a instalação de uma Estação de Tratamento de Água para abastecimento da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. A ETA Guandu tem capacidade atualmente de atender aproximadamente 9 milhões de pessoas na RMRJ, tratando cerca de 43m³/s de água.

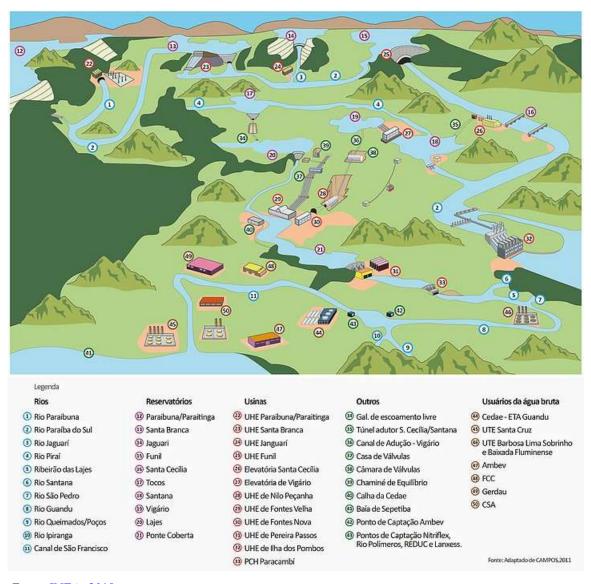
Outras usinas foram instaladas posteriormente em outros rios da bacia. A Figura 5 mostra um desenho esquemático do Sistema Hidráulico Paraíba do Sul-Guandu. A Tabela 1 relaciona as estruturas hidráulicas do SHPSG assim como outras existentes na bacia.

Tabela 1 - Estruturas Hidráulicas da Bacia do rio Paraíba do Sul (montante-jusante)

	BAC	CIA DO RIO PA	ARAÍBA DO SUL				
NOME / ESTADO FUNÇÃO		CAPACI- DADE DE GERAÇÃO (MW) AGENTE		RIO	VOLUME (hm³)		
Paraibuna (SP)	Reservatório com geração	87	CESP	4.731,70			
Santa Branca (SP)	Reservatório com geração	56	56 Light Paraíba do Sul				
Jaguari (SP)	Reservatório com geração	28	CESP	Rio Jaguari	1.235,60		
Lavrinhas (SP)	Usina a fio d'água	30	Usina Paulista Lavrinhas de Energia Ltda	Paraíba do Sul	-		
Queluz (SP)	Usina a fio d'água	30	Usina Paulista Queluz de Energia Ltda	-			
Funil (RJ)	Reservatório com geração	222	Furnas	Paraíba do Sul	888,3		
Santa Cecília (RJ)	Estação Elevatória	-	Light	Paraíba do Sul	-		
Picada (MG)	Usina a fio d'água	50	Votorantim Metais Zinco S.A.	Metais Zinco Rio dos Peixes			
Sobragi (MG)	Usina a fio d'água	60	Companhia Brasileira de Alumínio	Paraibuna	-		
Piau (MG)	Usina a fio d'água	18	CEMIG Geração e Transmissão Piau S/A		-		
Areal (RJ)	Usina a fio d'água	18	Quanta Geração S/A	Preto	-		
Simplício-Anta (RJ)	Usina a fio d'água	306	Furnas Centrais Elétricas S.A.	Paraíba do Sul	-		
Ilha dos Pombos (RJ)	Usina a fio d'água	167	Light	Paraíba do Sul	-		
Barra do Braúna (MG)			Pomba	2,68			
	BA	ACIA DO RIO	GUANDU (RJ)				
NOME	FUNÇÃO	CAPACI- DADE DE GERAÇÃO (MW)	AGENTE	RIO	VOLUME (hm³)		
Tocos	Reservatório sem geração	-	Light	Piraí	1,9		
Lajes	Reservatório	-	Light	Ribeirão das Lajes	450,4		
Calha da Cedae	Adutora de 72km	-	CEDAE	-	-		
Santana	Reservatório sem geração		Light	Piraí	4,35		
Vigário	Estação Elevatória	-	Light	ht Piraí -			

BACIA DO RIO GUANDU (RJ)							
Nilo Peçanha	Usina a fio d'água	380	Light	Guandu	-		
Fontes Nova	Usina a fio d'água	132	Light	Guandu	-		
Ponte Coberta	Reservatório	-	Light	Guandu	4,5		
Pereira Passos	Usina a fio d'água	100	Light	Guandu	-		
PCH Paracambi	Usina a fio d'água	25	Light	Guandu	-		
ETA Guandu	Estação de Tratamento	-	CEDAE	Guandu	-		

Figura 5- Esquema do Sistema Hidráulico da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Guandu



Fonte: INEA, 2018

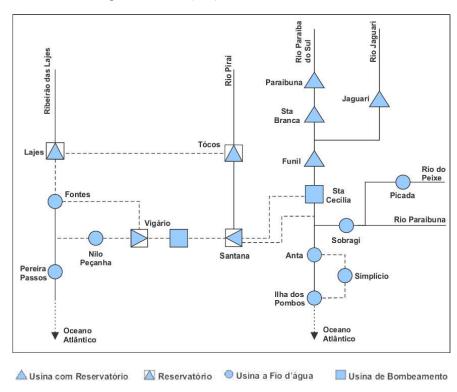


Figura 6– Esquema de usinas e reservatórios do Sistema Hidráulico pertencentes ao Sistema Interligado Nacional (SIN).

Fonte: ANA,2019

Em função dos interesses muitas vezes conflitantes, entre os diversos usos da água, cabe à ANA definir e fiscalizar as regras de operação do Sistema Hidráulico do Paraíba do Sul, visando a garantia dos usos múltiplos em relação à geração de energia. Ao Operador Nacional do Sistema (ONS), cabe a aplicação dessas regras no contexto da gestão centralizada de geração de energia no país.

Devido a outro período de estiagem ocorrido em 2001, em 26 de maio de 2003, a ANA emitiu a Resolução nº 211/2003, dispondo sobre as regras a serem adotadas para a operação do Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul. Foram estabelecidas vazões mínimas a jusante dos reservatórios do Paraíba do Sul, da estação elevatória de Santa Cecília e da UHE de Pereira Passos: 30 m³/s em Paraibuna; 40 m³/s em Santa Branca; 10 m³/s em Jaguari; 80 m³/s em Funil; 71 m³/s em Santa Cecília; e 120 m³/s em Pereira Passos. Essa resolução estipulou também um mínimo para a vazão média transposta para a bacia do rio Guandu de 119m³/s. Outro item estabelecido neste documento foi a ordem de esvaziamento dos reservatórios com o objetivo de garantir a vazão de chegada à Santa Cecília de 190m³/s, 1º Funil, 2º Santa Branca, 3º Paraibuna e 4º Jaguari, sempre observando e garantindo pelo menos 10% dos seus volumes úteis.

Após a crise hídrica de 2014-2016, o estado de São Paulo optou por interligar as suas bacias de forma a melhorar a sua segurança hídrica e, depois de muitas deliberações e debates, em 2018 a interligação Jaguari-Atibainha entrou em funcionamento, esta interliga as bacias do rio Paraíba do Sul e do Piracicaba, Capivari, Jundiaí, responsável pelo abastecimento da metrópole paulista. Tal obra, tornou, o já complicado Sistema Hidráulico e interligações de bacias, ainda mais complexo, com três bacias vizinhas interligadas, sendo duas delas responsáveis pelo abastecimento de duas maiores metrópoles brasileiras.

A concepção da interligação consiste na captação no reservatório Jaguari, e o bombeamento para a represa Atibainha por meio de um sistema de recalque composto por estação elevatória, adutora de recalque e túnel. É possível também inverter o fluxo, captando no reservatório Atibainha com reversão para o reservatório Jaguari. O sistema iniciou sua operação de forma experimental em março de 2018, fazendo a transposição no sentido Atibainha, conforme demonstrado na Figura 7.

TRANSPOSIÇÃO DO RIO PARAÍBA DO SUL Projeto prevê ligação com o complexo Cantareira, em São Paulo MG ES inas Gerais 100 km Extensão do rio 1.137 km Vazão em São Fidélis (RJ), Após sair de Minas Ger RJ SP Referência . Rio de tanei CANAL DE LIGAÇÃO COM O SISTEMA CANTAREIRA (SP) R\$ 500 milhões Custo aproximado Previsão de obras

Figura 7 - Localização da transposição de águas da Bacia Paraíba do Sul (Reservatório de Jaguari) para a Bacia do Piracicaba (Reservatório de Atibainha) para reforçar o abastecimento da Metrópole Paulista

Fonte:http://pontalemfoco.com.br/politica/abastecimento-de-sao-paulo-salvacao-esta-em-rio-de-minas-gerais/

2.3 Usuários dos rios regularizados pelo Sistema Hidráulico

2.3.1 Usuários da Bacia do rio Paraíba do Sul

A atualização do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, de novembro de 2018, apresenta um quadro resumo (Tabela 2) de usos na bacia do rio Paraíba do Sul, que incluem tanto aqueles que captam diretamente do rio Paraíba do Sul e seus afluentes, quanto os usuários de águas subterrâneas. É possível perceber que, globalmente, os principais setores usuários consuntivos da bacia hidrográfica são o industrial, abastecimento urbano e a agricultura.

Tabela 2 - Demandas de água utilizadas no prognóstico do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (m³/s)

Unidade de	Urbana	Rural	Indústria	Fermoelétrica	Mineração	Irrigação	Criação Animal	Fotal	Total por Estado
Planejamento		~		<u>-</u> _	Σ	<u>-</u>	ت ت	<u>i</u> _	Ĕ Ĕ
Paraíba do Sul (Trecho Paulista)	5,70	0,22	4,40	1,11	0,05	2,36	0,41	14,25	14,25
Preto Paraibuna	1,74	0,05	2,18	0,06	0,01	0,15	0,19	4,38	0.51
COMPÉ	1,92	0,20	0,85	0,00	0,03	1,63	0,50	5,13	9,51
Médio Paraíba do Sul	2,59	0,08	7,62	0,00	0,01	0,23	0,21	10,74	
Piabanha	2,02	0,18	1,53	0,00	0,00	6,62	0,49	10,84	
Rio Dois Rios	1,23	0,10	0,09	0,00	0,01	0,89	0,09	2,41	27,03
Baixo Paraíba do Sul	0,72	0,08	0,03	0,63	0,01	0,97	0,19	2,63	
Sub-Bacia Rio Piraí	0,17	0,01	0,18	0,00	0,00	0,02	0,03	0,41	
Total:	16,09	0,92	16,88	1,80	0,12	12,87	2,11	50,79	50,79

Fonte: CEIVAP, 2018

Nesta mesma atualização são apresentadas as vazões de referência considerando a série de vazões até 2013 e a série de vazões até 2017, além de apresentar a redução entre elas. (Tabela 3)

Tabela 3 - Séries históricas de vazões de referência do rio Paraíba do Sul segundo atualização do plano de bacias

Posto Fluviomé	Nome	Área de	Período selecionado	Série de		Série de até de		Reduç vaz	
trico	Nome	drenagem (km²)	/ disponível	Q _{95%} (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Q _{95%} (m ³ /s)	Q _{7,10} (m ³ /s)	Q95% (%)	Q _{7,10} (%)
58099000	Santa Branca	4997,00	1984-2017	38,00	33,90	32,80	28,90	10,80	11,80
58183000	Pindamonangaba	9700,00	1984-2017	83,30	78,70	68,80	65,50	5,60	4,90
58235100	Queluz	12901,00	1988-2017	112,50	95,50	78,00	68,60	15,10	12,00
58250000	Resende	14049,00	1984-2016	145,20	124,90	110,20	102,60	14,00	6,80
58300000	Barra Mansa	15933,00	1990-2016	170,30	143,10	152,50	137,60	16,00	9,80
58305001	Volta Redonda	16183,00	1988-2017	174,40	145,70	133,20	120,40	16,40	9,70
58321000	Barra do Piraí	17947,00	1984-195	68,90	-	64,60		-	-
58380001	Paraíba do Sul	19564,00	1984-2017	62,50	47,10	54,10	45,60	24,60	15,70
58630002	Anta	31000,00	1984-2017	185,90	124,60	158,10	128,30	33,00	18,90
58880001	São Fiélis	47429,00	1984-2017	241,60	198,40	198,50	156,30	17,90	21,30
58974000	Campos - Ponte municipal	56574,00	1984-2017	276,20	227,30	226,90	185,20	17,70	18,40

Fonte: CEIVAP, 2018

Como é possível perceber as vazões de referências são consideravelmente maiores que a demanda.

2.3.2 Usuários dos rios Paraíba do Sul e Guandu, regularizados pelo Sistema Hidráulico

O Sistema Hidráulico foi concebido para geração de energia elétrica, o que implica que um dos seus maiores setores usuários é um uso não consuntivo. A construção dessas estruturas hidráulicas gerou uma segurança hídrica maior que os seus afluentes sem reservação, isto permitiu o desenvolvimento de outros usos de água. Os principais usuários consuntivos do sistema hidráulico são os setores de abastecimento urbano e industrial.

Para a identificação dos usuários dos principais setores, foram utilizados o Atlas de abastecimento urbano de água da ANA, a planilha de outorgas da ANA, os cadastros de usuários de recursos hídricos que os comitês de bacias hidrográficas disponibilizam.

No caso do **abastecimento urbano**, 28 municípios da bacia captam água da calha principal do rio Paraíba do Sul atualmente, com maior nível de segurança hídrica por conta da regularização de suas vazões. Destaca-se ainda a captação da ETA Guandu, na bacia vizinha do rio Guandu, que permite o abastecimento de mais de 90% da Metrópole do Rio de Janeiro – ou cerca de 9 milhões de pessoas - em 9 municípios metropolitanos. A Figura 8 localiza os municípios que captam água do rio Paraíba do Sul e a ETA Guandu.

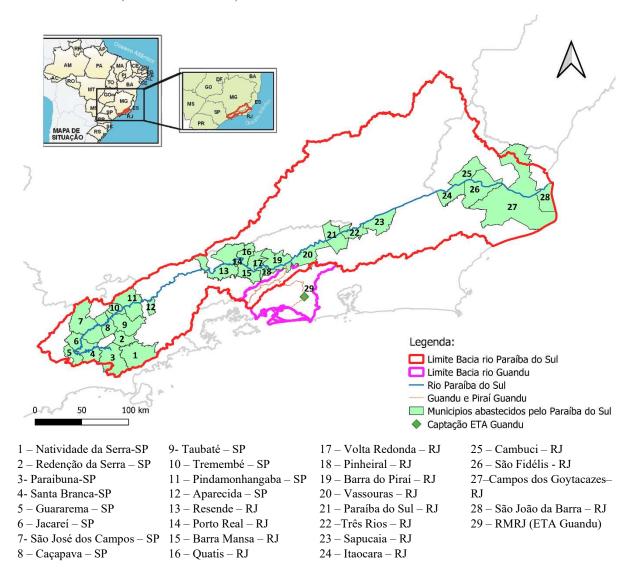


Figura 8 - Localização dos municípios que captam água do rio Paraíba do Sul (Bacia Paraíba do Sul), e da ETA Guandu (Bacia do rio Guandu)

Fonte: Elaboração própria.

Em agosto de 1955 foi inaugurada a primeira etapa da Estação de Tratamento de Água do Guandu (ETA Guandu), após sequências de ampliações, em 1982 o Guandu passou a ser o maior parque de produção de água da América Latina produzindo até 43m³/s.

A captação ocorre no rio Guandu, onde foi construída a barragem principal com o objetivo de garantir o nível na entrada da captação, realizada por gravidade através de duas tomadas d'águas até os canais desarenadores. (Figura 9)

Barragem Principal

Barragem Flutuante

Bacia de Captação

Gradeamento

Tomada d'água velha

Tomada d'água nova

Figura 9 - Captação da Estação de Tratamento de Água do Guandu

Fonte: CEDAE, (s.d.)

Segundo o folheto informativo da CEDAE sobre a ETA Guandu (s.d.), o processo de tratamento na ETA é composto de coagulação química, floculação, decantação, filtração, desinfecção e correção de pH. O tratamento consome diariamente uma quantidade significativa de produtos químicos para tornar potável as águas captadas do rio Guandu:

- 180 toneladas de Sulfato de alumínio;
- 30 toneladas de Cloreto férrico;
- 15 toneladas de Cloro;
- 25 toneladas de Cal virgem; e
- 10 toneladas de Ácido fluossilícico.

O Atlas de Abastecimento Urbano da ANA (2001) já apontava a necessidade de ampliação da ETA Guandu. Contudo, somente em 2016 foram elaborados os projetos básicos e, em 2018, iniciou-se a elaboração dos projetos executivos para nova ampliação em duas fases, cada uma com capacidade de produção de 12m³/s. Estes ainda se encontram em andamento para posterior execução das obras.

Quanto ao **setor industrial**, este é um importante usuário já que as Bacias Paraíba do Sul e Guandu são fortemente industrializadas. As indústrias estão presentes em quase toda a bacia do Paraíba do Sul, no entanto existem regiões onde a concentração de indústrias que captam no próprio Paraíba do Sul é maior: no Vale do Paraíba paulista e no Médio rio Paraíba do Sul, em território fluminense. Na Bacia do rio Guandu, é sobretudo na sua parte baixa (conhecido como Canal de São Francisco) onde são instaladas indústrias de grande porte (Figura 10).

As principais indústrias que captam água dos rios Paraíba do Sul e Guandu são de produtos químicos, fabricação de papel, siderúrgicas e bebidas sendo responsável por cerca de 15% do mercado cada uma. Laticínios, têxteis, cimenteira e indústria da carne também são importantes com cerca de 5% cada. Restando 20% para outros tipos de indústrias.

Legenda
Rio Paraiba do Sul
Limite Bacia rio Paraiba do Sul
Limite Bacia rio Guandu
Industrias bacia do Paraiba do Sul
Industrias bacia do Guandu
Unidade Federativa

Figura 10 - Localização das indústrias que captam água bruta nas Bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu

Fonte: Elaboração própria, com dados do Ceivap de 2018.

Embora o **setor agropecuário** não seja significativo como usuário desses rios regularizados, observa-se sua presença sobretudo no Vale do Paraíba paulista e na foz do rio Paraíba do Sul, por meio de canais que derivam águas do rio Paraíba do Sul.

3 CRISE HÍDRICA 2014-2016

Este capítulo descreve a crise hídrica ocorrida entre os anos de 2014 e 2016, caracterizada com base em análises do histórico das vazões naturais do rio Paraíba do Sul, e no percentual de armazenamento do reservatório equivalente do Sistema Hidráulico. São apresentadas, também, as ações tomadas de forma conjunta pelos principais atores para o enfrentamento desta crise.

3.1 A seca de 2014-2015

Desde o segundo semestre de 2012, foi observado um comportamento pluviométrico bem abaixo da média em diferentes regiões do País. Em 2013, bacias hidrográficas vizinhas ao Paraíba do Sul já passavam por situações de armazenamento crítico afetando o abastecimento urbano de água. Em alguns meses de 2014, foram observadas as menores vazões até então registradas no histórico do período de 1931-2013.

O alerta de uma iminente crise hídrica se deu nos meses de janeiro a abril de 2014, quando se observou um esvaziamento dos reservatórios do Sistema Hidráulico do Paraíba do Sul no momento em que estes deveriam estar se enchendo, sendo observadas baixas vazões. É possível observar esse esvaziamento na Figura 11, que mostra o percentual de armazenamento no sistema equivalente nos diferentes anos hidrológicos, entre 2001 e 2019. Também é possível perceber que o ano hidrológico de 2014-2015 foi o que teve o mais baixo armazenamento histórico do sistema.

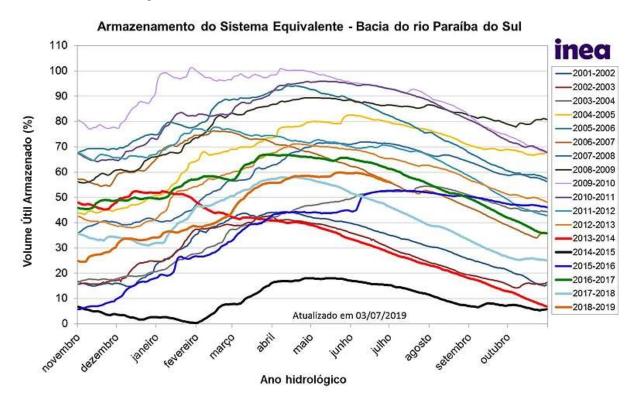


Figura 11 - Armazenamento do percentual do volume do Sistema Equivalente dos reservatórios da bacia entre os anos hidrológicos de 2001-2002 a 2018-2019.

Fonte: INEA, 2019.

A Figura 12 apresenta as vazões naturais médias mensais, mínimas históricas (1931 a 2013), e as registradas nos anos de 2014 a 2018 em Santa Cecília. Em 2014, as vazões naturais médias mensais, afluentes em Santa Cecília, foram muito próximas às mínimas até então registradas. Esta baixa afluência permaneceu até janeiro de 2015, quando se registrou a pior vazão natural do histórico para o mês de janeiro. Em fevereiro e março de 2015, as vazões aumentaram de forma expressiva, porém ainda permanecendo abaixo da média para o período. Nos meses seguintes, até agosto de 2015, as vazões ficaram novamente próximas às mínimas históricas, caracterizando a permanência da estiagem naquele ano. Somente em setembro de 2015, as vazões voltaram a aumentar e, finalmente, em dezembro de 2015 ultrapassou a média histórica mensal. Nos anos de 2016, 2017 e 2018, em alguns meses, as vazões foram próximas das mínimas, outros mais próximas da média, tendo o mês de setembro de 2017 apresentado a pior vazão do histórico. Mesmo com o aumento de chuvas a partir de 2016, somente duas vezes a vazão natural do rio Paraíba do Sul ultrapassou a média histórica, em janeiro e junho, demonstrando que a bacia ainda se encontra em período de recuperação e adaptação.

600 Mínima 1931-2013 ■ •Média 1931-2013 ←Ano 2014 500 -Ano 2015 Vazão Natural em Santa Cecília (m³/s) -Ano 2016 Ano 2017 400 Ano 2018 300 200 100 ABR JUL AGO

Figura 12 - Variabilidade das vazões naturais médias mensais entre 2014 e 2018 em relação às vazões média e mínima históricas, no rio Paraíba do Sul em Santa Cecília (ponto de transposição para a Bacia do rio Guandu)

Fonte: INEA, 2019.

Costa et al, 2018 apresentaram a análise pluviométrica da bacia do rio Paraíba do Sul em períodos úmidos e secos utilizando o Índice de Precipitação Padronizada (*StandardizedPrecipitation Index*— SPI). Foi utilizado o índice SPI-6 do mês de março para caracterizar o período úmido e o mês de setembro para o período seco. A Figura 13 apresenta os resultados encontrados.

PERÍODO ÚMIDO SPI 6 MARÇO (OUTUBRO A MARÇO) PERÍODO SECO SPI 6 SETEMBRO (ABRIL A SETEMBRO) 2017 2016 2017 2014 2016 2014 2015 201 -0,9 -0,2 -0.6 -0,4 -1,0 -1,1 0,6 0,4 Médio Paraiba do Sul Fazenda Agulhas Negras 1,4 0,0 -1.3 -0.6 0,2 -0,5 0.6 0.9 -0.2 -1.2 -0.5 -0.5 0.0 Santa Isabel -0.5 Severamente Seco -0,7 -0,2 0,4 -1,5 0,8 -0,4 Bom Sucesso Rio de Janeiro -0,6 0,0 0,6 0,8 Rio da Cidade -0.6 -1.0 Ponto de Pergurra -1.6 05 0.8 0.0 -12 -0.5 -0.4 -0.2 -00 0.7 1.4 Rio Dois Rios Teodoro de Oliveira 1.6 0.2 -0.40.0 -1.4 -0,8 Visconde de Imbé -1.1 0,4 0.1 0,3 -1,1 -1,6 -0,1 -0,4 Cardoso Moreira -1,0 0,5 -0,2 -0.7 -0,6 Baixo Paraiba do Sul Farol de São Tomé 0,4 0,0 -0.8 -1,3 -0.4 -1,0 Ponte Alta 1 0.4 -0.1 -1.1 -1.0 -0.6 -0.7everamente innido -0.5 -0.2 -0.7 -0.8 -0.5 -0.2 -0.7 Campos de Cunha -0.8 São Paulo Alto Paraiba do Sul -0.4 0.1 -1.2 0.3 -0,0 0,2 -0,5 Quehiz Extremamente úmido Fazenda Santa Clara -1,0 0.2 -0,6 -0,5 -0,3 1.1 -0.9 -0,8 -0,1 0,4 -0,2 -0,0 1.0 Santa Branca 0,5 Usina Brumado -0.4 0.7 -0.7-0.4 -09 1.0 0.6 Bacia do rio Preto e -0.2 -0.4 0.1 -0.3 -0.9 -0.8 -0.6 0.2 Estevão Pinto Minas Gerais Paraibuna 0,2 0,6 -0,8 -1,4 0,0 -1,3 Zelinda -1,8 0,2 -0,5 -0,7 -0,0 0,1 Bacins Aftrentes dos rio Astolfo Dutra -1,4 0,1 -0.8 0,1 -1.8 -0.0 -1,1 -0,6 -1,3 1,1 -0.4 -0.5 -1,1 -0.4 -0.6

Figura 13 - Resultados do índice SPI-6 para período seco e período úmido

Fonte: COSTA et al., 2018

A revisão do plano de bacia do rio Paraíba do Sul considerou em seu cálculo para a disponibilidade hídrica da bacia as vazões ocorridas durante o período de seca. Ele aponta que houve uma redução nas vazões de referência dos rios da bacia quando se considera o período total até 2017 em relação ao período até 2013. Houve redução média de 12% para a Q_{95%} e de14% para a Q_{7,10}.

3.2 O enfrentamento da seca 2014-2016: o processo

Diante deste quadro de estiagem, em fevereiro de 2014, a ANA solicitou por meio de oficio ao ONS, atenção na operação do Sistema Hidráulico objetivando garantir os usos múltiplos dos recursos hídricos. No mês seguinte, o ONS, avaliando a situação, elaborou uma nota técnica com simulações que apontavam a necessidade de redução da vazão objetivo em Santa Cecília de 190m³/s para 173m³/s, para que no início de novembro daquele ano o reservatório equivalente chegasse a 10%, caso as vazões se mantivessem baixas.

O CEIVAP decidiu então, em abril/2014, reativar o Grupo de Trabalho Permanente de Acompanhamento da Operação Hidráulica na bacia do rio Paraíba do Sul – GTAOH, que havia sido criado durante a estiagem vivenciada em 2003. Este grupo foi criado para a construção de soluções e ações de gestão das águas desta bacia de forma a minimizar os impactos dos usuários oriundos da estiagem. O GTAOH é composto pelos principais atores envolvidos na gestão dos recursos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul e Guandu: a ANA como agente fiscalizador da operação dos reservatórios, o ONS como operador do sistema, os órgãos gestores estaduais e suas secretarias, os comitês de bacias hidrográficas das Bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu, usuários públicos e privados dos rios Paraíba do Sul e Guandu e representantes da sociedade civil.

O GTAOH começou a se reunir para acompanhamento da crise hídrica de 2014-2016, em abril de 2014 e, até o final de 2016, quando a crise hídrica foi declarada como superada, ocorreram 63 reuniões: 19 em 2014, 30 em 2015 e 14 em 2016. A periodicidade média das reuniões variava entre 1 ou 2 vezes por mês, chegando a ser semanal nos períodos mais críticos de 2014 e 2015. As reuniões continuam ocorrendo com periodicidade ainda menor, podendo citar que, em 2017, ocorreram apenas quatro reuniões, em 2018 foram realizadas seis reuniões e em 2019 até o mês de junho três reuniões.

O principal objetivo do GTAOH, durante a crise, era buscar soluções para economizar os estoques de água dos reservatórios e atender aos usos múltiplos da bacia. A primeira medida proposta foi reduzir gradativamente a vazão objetivo em Santa Cecília de 190 para 173m³/s. Ao longo de 2014 e 2015 viu-se a necessidade de reduções ainda maiores, chegando a vazão de 110m³/s em fevereiro de 2015. Todas essas reduções foram autorizadas pela ANA através de resoluções temporárias. Ao todo foram 19 resoluções, relacionadas na Tabela 4.

A redução de vazões provocou impactos em diversos usuários de água, identificadas através de relatos no GTAOH e vistorias nos sistemas de captações de água. O monitoramento quali-quantitativo precisou ser reforçado em alguns trechos.

Nas reuniões do GTAOH os usuários podiam apresentar os impactos que haviam percebido no período entre uma reunião e outra, e propostas para minimização desses impactos eram discutidas. Em todas as reuniões, o ONS apresentava as condições hidrológicas da bacia, a operação e as condições do armazenamento do Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul. O INEA apresentava sempre que realizado, os resultados do monitoramento da qualidade das águas em pontos estratégicos da parte fluminense das bacias. Essas informações eram

fundamentais para a tomada de decisão nos ajustes das regras de operação, visando melhorar o armazenamento do sistema.

Tabela 4 - Resoluções temporárias da ANA autorizando regras operativas extraordinárias, sobretudo em Santa Cecília (vazões objetivo inferiores a 190m³/s)

Resolução	Data	Vicência	Vazão mínima em	V	(m³/s)					
(nº)	Data	Vigência	Santa Cecília (m³/s)	Paraibuna	Santa Branca	Funil	Jaguari			
700/14	27/05/2014	30/06/2014	173							
898/14	25/06/2014	31/07/2014	173							
1038/14	16/07/2014	15/08/2014	165	_						
1072/14	11/08/2014	30/09/2014	165	Perman	eceram a Resoluçã		s mínimas da			
1309/14	29/08/2014	30/09/2014	160		,	ına: 30n				
1516/14	29/09/2014	31/10/2014	160	Santa Branca: 40m³/s Jaguari: 10m³/s Funil: 80m³/s						
1603/14	29/10/2014	30/11/2014	160							
1779/14	27/11/2014	31/12/2014	160		1 um	. 00III 7	J			
2048/14	19/12/2014	31/01/2015	160							
2051/14	23/12/2014	31/01/2015	140							
86/15	30/01/2015	28/02/2015	140	Idem	34	Idem	7			
145/15	27/02/2015	30/06/2015	110	Idem	34	70	4			
205/15	23/03/2015	30/06/2015	110	25	30	70	4			
714/15	29/06/2015	31/10/2015	110	25	30	70	4			
1204/15	26/10/2015	31/01/2016	110	7	10	60	4			
65/16	28/01/2016	31/03/2016	110	7	10	60	4			
288/16	28/03/2016	31/05/2016	110	7	10	60	4			
561/16	30/05/2016	30/09/2016	110	7	10	60	4			
1188/16	29/09/2016	30/11/2016	110	7	10	60	4			

Fonte: Elaboração própria com dados da ANA

Com o objetivo de estabelecer um canal onde os usuários pudessem informar as situações emergenciais decorrentes das reduções de vazões, foi criado um protocolo de comunicação entre o INEA, Light, Furnas e ONS. Através desse protocolo, o INEA centralizava as solicitações dos usuários fluminenses que captavam diretamente no rio Paraíba do Sul como os do Guandu, e acionava a Light ou Furnas, caso necessário, para um aumento da vazão praticada em Pereira Passos, ou em Funil, visando mitigar a situação de emergência. Os operadores comunicavam ao ONS. Esse protocolo foi acionado uma vez, em 2014, e 11 vezes de janeiro a junho de 2015.

Mesmo com todo esse trabalho em conjunto, no final de janeiro de 2015, quando a vazão objetivo em Santa Cecília era de 140m³/s, esgotou-se o volume útil dos reservatórios de Paraibuna e Santa Branca (Figura 14). A partir daí, viu-se a necessidade de reduzir também os valores das vazões mínimas à jusante dos reservatórios. A vazão objetivo em Santa Cecília chegou a ser reduzida para 110m³/s, até então nunca experimentada. Essa transição de 140m³/s para 110m³/s foi a mais difícil de ser atingida, principalmente pelos impactos causados nas áreas junto à foz do Paraíba do Sul e da foz do Guandu.

Armazenamento do Sistema Equivalente - Bacia do rio Paraíba do Sul 2500 inea SANTA BRANCA -JAGUARI -FUNIL Volume equivalente em 02 de julho de 2019: 55,8 % 2000 Volume (hm³) 1500 1452,0 (55,1%) Paraibuna e Santa Branca 1000 entraram no volume técnico (volume morto) 547,0 (69,0%) 500 251,0 (41,5%) 173,0 (56,2%) 01/09/2016 01/11/2016 31/01/2015 31/09/2015 01/11/2015 31/01/2016 01/03/2016 01/05/2016 01/07/2016 31/03/2017 11/05/2017 31/01/2018 01/05/2018 01/09/2018 11/05/2014 11/07/2017 01/09/2017 11/11/2017 11/11/2018

Figura 14 - Armazenamento do Sistema Equivalente da Bacia do rio Paraíba do Sul

Fonte: INEA, 2019.

Durante esse processo de enfrentamento da crise hídrica foi evidenciado, que para minimizar impactos decorrentes de secas, era preciso alterar a forma de operar o Sistema Hidráulico. Ou seja, as regras operativas em vigor até 2014 não eram mais adaptadas à nova realidade de secas meteorológicas mais frequentes na Bacia, como observado em 2001-2003 e a partir de 2014. Essas novas regras de operação deveriam ser acordadas entre todos os gestores e considerar as adaptações e pontos críticos, levantados ao longo desse período de estiagem. Então, passado o período crítico, em dezembro de 2016, entrou em vigor a Resolução Conjunta da ANA/DAEE/IGAM/INEA nº 1382, de 07 de dezembro de 2015, que substituiu a resolução

nº 211/2003, dispondo sobre a operação do Sistema Hidráulico do Paraíba do Sul-Guandu com novas regras operativas.

Após discussões no âmbito do GTAOH no ano de 2017, se a operação da transposição do reservatório de Jaguari para o reservatório de Atibainha deveria ou não entrar na resolução conjunta, a ANA emitiu em 30 de outubro de 2017 a Resolução nº1931/17 que dispõe sobre as limitações de vazões da transposição. Está prevista captação de uma vazão média anual de 5,13m³/s, sendo possível operar com uma vazão máxima de 8,5m³/s de água do reservatório Jaguari para o reservatório Atibainha. No sentido inverso, será possível operar uma vazão de até 12,2m³/s em situações específicas de cheia. (Figura 15)

ARMAZENAMENTO DOS RESERVATÓRIOS E VAZÕES DE RESTRIÇÃO DO SISTEMA HIDRÁULICO DO PARAÍBA DO SUL Resolução Conjunta ANA/DAEE/INEA/IGAM nº 1.382/2015 e Resolução ANA nº1931/2017 8,5 - 0 m3/s 792 hm³ Rio Jaguari Vazão Natural (MLT) SANTA CECÍLIA 29 m3/s PARAIBUNA 10 m³/s 70 m³/s 190 m³/s Rio Paraíba do Sul 308 hm³ 605 hm³ 2.636 160 - 119 m³/s hm³ Vazão Natural (MLT) Vazão Natural (MLT) 79 m³/s 231 m³/s Vazão Natural (MLT) inea SEAS 69 m3/s

Figura 15 - Armazenamento dos reservatórios e vazões de restrição do Sistema Hidráulico do rio Paraíba do Sul

Fonte: CEIVAP DEBATE, 2019

4 IMPACTOS DA CRISE HÍDRICA 2014-2016

Este capítulo dedica-se à essência deste trabalho de pesquisa: identificar os impactos da crise hídrica de 2014-2016 sobre o conjunto de usuários dos rios Paraíba do Sul e Guandu, regularizados pelo Sistema Hidráulico Paraíba do Sul e Guandu.

Foram utilizados os recursos disponíveis, desde as atas do GTAOH/CEIVAP até a aplicação de questionários juntos aos usuários e entrevistas com atores-chave, passando pela revisão da literatura. Para cada setor usuário, foi utilizada uma metodologia distinta, envolvendo uma combinação de métodos, conforme descrito a seguir em cada um dos setores usuários estudados: setor de abastecimento público, setor industrial, setor de hidroenergia e setor agrícola.

Ressalte-se que existem poucos dados oficiais disponíveis para uma análise quantitativa dos impactos. Portanto, foi feita uma abordagem essencialmente qualitativa, com exceção do setor de hidroenergia do qual foi possível quantificar os impactos em termos de geração de energia.

4.1 Impactos sobre o setor de abastecimento público

Conforme indicado no item 2.3.2 desta dissertação, o rio Paraíba do Sul abastece 28 municípios ao longo do seu curso, além da maior parte da Metrópole do Rio de Janeiro, por meio da transposição de suas águas para o rio Guandu. Portanto, o objeto de investigação compreende este universo de 28 serviços de água e a ETA Guandu, operada pela CEDAE.

4.1.1 Metodologia de avaliação dos impactos

Para avaliar os impactos da crise hídrica sobre este setor, combinou-se quatro abordagens distintas de análise.

Tomou-se como referência inicial a **análise documental** das atas do **GTAOH/CEIVAP** e seus documentos complementares por ser a principal fonte de informação sobre as ocorrências de impactos devido à seca hidrológica dos anos de 2014 e 2015, que estendeu a crise hídrica até 2016. Esta análise foi feita até maio de 2019, mesmo depois de oficialmente superada a crise hídrica, em outubro de 2016, com o objetivo de acompanhar a implementação de medidas adaptativas propostas em 2014.

Afim de confirmar e sistematizar as informações qualitativas obtidas do GTAOH/CEIVAP e buscar quantificar os impactos da crise hídrica sobre o setor, foi elaborado um questionário que aborda as principais dificuldades relatadas nas reuniões do GTAOH, além dos impactos que poderiam ter ocorridos e as soluções que poderiam ter sido dadas (ver questionário no apêndice). O questionário foi aplicado utilizando a plataforma eletrônica (www.SurveyMonkey.com), o que possibilita que os respondentes preencham o questionário de forma rápida e on-line. Além de armazenar as respostas ela permite que sejam feitas análises e gerados gráficos de forma automatizada e facilitada. O questionário foi enviado a todos os municípios que captam água do rio Paraíba do Sul. Para a ETA Guandu, por se tratar de um sistema complexo, a maior Estação de Tratamento de Água do mundo, e que abastece vários municípios da região metropolitana do Rio de Janeiro, foi aplicado um questionário específico. Diante das dificuldades de conseguir a adesão dos serviços de água para responder ao questionário, foi feito um esforço contínuo para garantir a resposta de pelo menos aqueles apontados com problemas nos relatos do GTAOH, estes estão identificados no item 4.1.2.

Na tentativa de investigar se os impactos de crise hídrica, sobre os sistemas de captação de água bruta e de tratamento de água, alcançaram os consumidores finais de água tratada e a população dos municípios, recorremos aos dados oficiais do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Buscou-se verificar se houve uma eventual redução do volume de produção de água potável nos municípios impactados segundo GTAOH/CEIVAP e questionários. O SNIS é um banco de dados com informações institucionais, administrativas, operacionais, gerenciais, econômicas, financeiras, contábeis e de qualidade sobre a prestação de serviços do setor de saneamento do Brasil. Ele está dividido em prestação de serviços de água e esgoto e em serviços de manejo de resíduos sólidos. Porém, ainda não há uma base consistente de dados, os indicadores e índices são recentes e ainda possuem alguns em estudos, além de ainda possuir muitas falhas de informação com falta de dados. Para alguns dados e municípios a série histórica começa em 1995, porém para a maioria das informações estão disponíveis somente para anos mais recentes. Para este estudo foram considerados do ano de 2013 até 2017, de modo a comparar os anos de crise hídrica (2014-2016) com os demais. Utilizou-se também a base de dados do SNIS para fazer uma avaliação global de toda a Bacia Paraíba do Sul, o que pode indicar municípios – que não estão no universo deste estudo –que podem ter sofrido impactos da crise hídrica.

Ainda com o objetivo de complementar a avaliação de impactos, foi utilizada mais uma fonte de informação: os decretos de situação de emergência disponibilizados no **Sistema**

Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD). A Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC) alimenta o S2ID, onde é possível também buscar informações sobre ocorrências e gestão de riscos e desastres.Com o objetivo de verificar se foi decretada situação de emergência relacionada à seca, foi realizada uma busca neste sistema de informações sobre os municípios que tem seu território atravessado pelo rio Paraíba do Sul.

A Tabela 5 resume as fontes e métodos utilizados para avaliar os impactos sobre o setor de abastecimento público e seus objetivos respectivos.

Tabela 5 - Fontes e métodos utilizados para a avalição de impactos da crise hídrica 2014-2016 sobre o setor de abastecimento público

Fontes/Métodos	Objetivo			
Análise dos documentos do GTAOH (2014-2019):	Identificar municípios impactados, os			
atas das reuniões e todos os documentos associados	principais impactos relatados e ações			
(apresentações em PPT e documentos oficiais),	encaminhadas.			
disponíveis em www.ceivap.org.br/ophidraulica.php.				
Concepção e aplicação de questionários junto aos	Obterinformações sobre municípios			
serviços de água de todos os municípios que	impactados, seus impactos e as ações realizadas			
captam águas do rio Paraíba do Sul e junto à ETA	e compará-las aos relatos GTAOH.			
Guandu/Cedae.				
<u>Dados do SNIS</u> : Análise comparativa do volume	Verificar se existe (ou não) uma correlação			
anual de produção de água tratada, por município	entre municípios impactados (de acordo com			
(2010-2017).	dados GTAOH/Ceivap) e redução do volume			
	de produção de água potável (dados do SNIS).			
Decretos de emergência devido à seca e à estiagem	Verificar a existência de alguma informação			
nos municípios ribeirinhos do rio Paraíba do Sul	complementar quanto aos impactos da seca no			
(Defesa Civil).	abastecimento público municipal.			

Fonte: Elaboração própria

4.1.2 Resultados e discussões (1): Análise documental das reuniões do GTAOH/CEIVAP

De um total de 28 municípios paulistas e fluminenses captando água diretamente no **rio Paraíba do Sul**, 11 deles relataram problemas nas reuniões do GTAOH entre 2014 e 2016, além da ETA Guandu. No Estado do Rio de Janeiro, que foi bem mais afetado pela crise, 8 municípios relataram alguma dificuldade envolvendo a captação dos sistemas de abastecimento público (Barra do Piraí, Barra Mansa, Itaocara, Paraíba do Sul, São Fidelis, Sapucaia, Vassouras e São João da Barra), além de problemas na ETA Guandu. Um município fluminense afetado foi Barra Mansa que em diversos momentos relatou dificuldades de

captação de água devido ao baixo nível do rio chegando a diminuir a distribuição de água para população, porém sem que houvesse desabastecimento.

Os problemas relatados deram-se principalmente à diminuição do nível da água dos rios Paraíba do Sul e Guandu. No tocante às captações, muitas das estruturas eram fixas. A solução para a mitigação deste impacto foi a instalação de bombas flutuantes, ou bombas com maior altura de sucção e o prolongamento das tubulações de captação.

Além dos problemas relacionados ao sistema de captação, houve também **problemas** de qualidade de água para o abastecimento público. Na parte paulista, houve relatos de aparecimentos de macrófitas nos municípios de Pindamonhangaba e Taubaté em meados de 2015. Mas foi a foz do rio Paraíba do Sul, no Estado do Rio de Janeiro, a área mais afetada em termos de abastecimento público, com a intensificação do fenômeno de intrusão salina. Este agravamento foi devido à redução de vazões do sistema hidráulico e sobretudo ao menor aporte de afluentes do rio principal, também severamente afetados pela seca.

Nas reuniões do GTAOH eram realizadas apresentações sobre a qualidade das águas dos rios Paraíba do Sul no trecho fluminense e do Guandu pelos técnicos do INEA. Em algumas apresentações eram demonstradas as medições de salinidade realizadas tanto na foz do rio Paraíba do Sul e do rio Guandu, a exemplo da Figura 16.

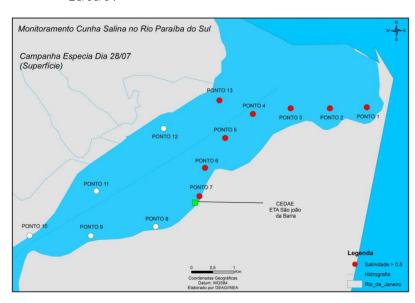


Figura 16 - Monitoramento da cunha salina na foz do rio Paraíba do Sul em 28/07/2014, apresentada na reunião do GTAOH em 28/08/14

Fonte: INEA, 2014.

Costa et al. (2015) apresentaram o acompanhamento da evolução da cunha salina junto a captação do sistema de abastecimento do município de São João da Barra (Gráfico 1). Nele, é possível perceber que em vários momentos a intrusão salina alcançou ou ultrapassou o ponto de captação da ETA do município.

7,0
6,0
5,0
4,0
4,0
2,0
1,0
0,0
jul-14 ago-14 set-14 out-14 nov-14 dez-14 jan-15 fev-15 mar-15 abr-15 mai-15 jun-15 jul-15

Campanhas de amostragem

Gráfico 1 - Variação da intrusão salina no Rio Paraíba do Sul& Ponto de captação de água do município de São João da Barra, RJ.

Fonte: COSTA et al., 2015

De fato, o município de São João da Barra foi o que apresentou mais problemas em sua captação, justamente em função da sua localização, na foz do rio Paraíba do Sul. Foram relatadas paradas constantes na captação de água (Figura 17), de modo a afetar o abastecimento público em vários momentos. A solução definitiva para o problema deste município era a construção de um poço artesiano, que até meados de 2019 não havia sido implantado por questões políticas ainda não resolvidas entre o município e a CEDAE.

Em resumo, os impactos sobre a Bacia do rio Paraíba do Sul podem ser rapidamente visualizados na Figura 17 que indica os municípios afetados e número de relatos de problemas ao longo dos anos de 2014 a 2016 nas reuniões do GTAOH/CEIVAP.

A Tabela 6 qualifica os impactos relacionados ao abastecimento e resume as ações emergenciais empreendidas, a partir dos relatos registrados nas atas das reuniões do GTAOH (24/04/2014 a 15/05/2019).

PARAJER DO SUI

LEGENDA:

NAMA DE SITUAÇÃO

NAMA

Figura 17 - Crise hídrica 2014-2016: ETA Guandu & municípios paulistas e fluminenses que relataram algum tipo de impacto no âmbito do GTAOH/Ceivap.

Fonte: Elaboração própria

Tabela 6 - Impactos dos usuários e propostas de soluções, de acordo com relatos registrados nas reuniões do GTAOH (junho de 2014 - maio de 2019)

Município (montante-jusante – rio Paraíba do Sul)	UF	Relato	Proposta/Solução		
Taubaté	SP	Aparecimento de macrófitas (registro de 14/05/2015)	Realizar limpeza para retirada das macrófitas		
Pindamonhangaba SP		Aparecimento de macrófitas (registros de 27/03/2015 e 14/05/2015)	Realizar limpeza para retirada das macrófitas		
		Preocupação com o nível d'água e com a possibilidade de não conseguir captar água. (registro de 16/06/2014)	ETA NOVA: adquirir ou alugar uma bomba adicional visando complementar a vazão total captada.		
Barra Mansa	RJ	Problema de captação devido ao baixo nível da água (registros de 11/07/2014, 04/03/2015 e 20/03/2015)	Aumentar a área de captação do crivo e instalação de conjunto motobomba em flutuante		
		Ar nas bombas devido ao baixo nível da água (registros de 06/05/2015 e 03/11/2015)	-		
		Aparecimento de macrófitas (registro de 14/12/2015)	-		

Município (montante-jusante – rio Paraíba do Sul)	UF	Relato	Proposta/Solução
Volta Redonda	RJ	Relatado problemas na qualidade da água (registro de 28/11/2014)	-
Barra do Piraí	RJ	A captação da ETA Nelson Carneiro que fica na saída das bombas da transposição para o Guandu, já não tinha condições operacionais de captação devido à redução do nível d'água (registro de 11/07/2014)	Reposicionar a bomba
		ETA Carola: apresentou situação crítica devido ao assoreamento existente a montante da captação (registrosde 16/06/2014 e 08/08/2014)	Realizar limpeza do rio no trecho de montante realizada pelo Limpa Rios /INEA .
Vassouras	RJ	Redução de captação de 40m³/s para 32m³/s (registro de 15/08/2014)	-
Paraíba do Sul	RJ	Redução da vazão de captação de 36m³/s para 31m³/s (registro de 15/08/2014)	-
Sapucaia RJ		Captação situação preocupante, pois está captando na cota limite e qualquer redução de nível resultará em dificuldades para a captação (registro de 16/06/2014)	-
		Dificuldade de captação devido à baixa vazão (registro de 24/06/2014)	-
Itaocara	Itaocara RJ Interrupção no abastecimento devido ao baixo nível da água (registro de 08/09/2014)		Estender as linhas de sucção em direção ao eixo do leito do rio
São Fidélis RJ		Diminuição do nível da água de 52 para 25cm, dificuldade de captação (registro de 11/07/204)	Prolongar em 3m a tubulação da captação
		Foi identificado que o maior problema estava relacionado com o local da captação que se situava no braço direito de uma ilha, próxima a foz do rio Paraíba do Sul. Existia um assoreamento no local que agravava o problema da intrusão salina (registro de 16/06/2014)	O INEA propôs como solução imediata a alteração do local de captação para o braço esquerdo da foz, onde parece ter uma menor incidência da intrusão salina e como solução futura a realocação do ponto de captação para 4 km a montante.
São João da Barra	RJ	Interrupção na captação devido a maré alta por duas vezes durante 4h, intrusão salina (registro de 15/08/2014)	Aumentar a captação durante a maré baixa
		Agravamento da intrusão salina dificultando a captação (registros de 25/08/2014 e 30/09/2014)	-
		Agravamento da intrusão salina dificultando a captação (registro de 30/10/2014)	Representante da CEDAE informou que foi feito um termo de cooperação entre a empresa Prumo, INEA, SEA e prefeitura de São Joao da Barra para a reabertura de um canal com o intuito de ajudar na questão de

Município (montante-jusante – rio Paraíba do Sul)	UF	Relato	Proposta/Solução
			salinidade na captação da CEDAE em São João da Barra.
		Agravamento da intrusão salina dificultando a captação (registro de 28/11/2014)	-
		Sem captação em maré alta (registro de 22/12/2014)	Perfurar um poço à margem do Paraíba do Sul
		Presença de salinidade e assoreamento na região da captação (registros de 27/01/2015, 05/02/2015, 16/04/2015, 14/05/2015, 02/09/2015, 09/09/2015, 06/10/2015, 21/10/2015, 16/11/2015, 30/11/2015, 10/05/2016, 18/07/2016, 09/08/2016 e 12/09/2016)	-

Fonte: Elaboração própria com os dados do GTAOH

De modo geral, <u>o Estado do Rio de Janeiro foi a região mais afetada da Bacia Paraíba do Sul.</u> Ressalte-se, no entanto, que muitos municípios paulistas, embora não tenham relatado impactos na captação durante as reuniões do GTAOH, também fizeram adaptações do sistema de abastecimento. São eles: Aparecida, Guararema, Pindamonhangaba, Redenção da Serra, São José dos Campos (ANA,2015b).

Cabe ainda registrar que a ANA, com apoio dos órgãos gestores de recursos hídricos estaduais, elaborou em 2014 o Plano de Ações Complementares para Gestão da Crise Hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul. Para tanto, foram realizadas vistorias as captações dos sistemas de abastecimento no rio Paraíba do Sul, identificados os possíveis problemas e gargalos diante de novas reduções da vazão do rio e indicadas as ações de adaptações necessárias. Segue na Tabela 7 as ações propostas pelo Plano em 2014 e a situação de sua implementação, também espacializada na Figura 18.

A ordem de grandeza dos valores investidos para a realização dessas ações do Plano de Ações Complementares foi estimada em cerca de R\$ 18 milhões. O CEIVAP financiou boa parte dessas adaptações e a AGEVAP, sua agência de bacia, foi particularmente ativa na operacionalização das soluções emergenciais.

Tabela 7 - Adaptações propostas no Plano de Ações Complementares para Gestão da Crise Hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul, elaborado pela ANA em conjunto com os órgãos gestores estaduais.

Município	UF	Obras	Agente	Status (2016)
Aparecida	SP	Instalação de conjunto flutuante com motobomba na calha do rio no Sistema ETA - projeto a ser elaborado pela SABESP	AGEVAP	Concluída
Guararema	SP	Adequação de crivo e tubulações de captação	SABESP	Concluída
Jacareí	SP	Instalação de conjunto flutuante com motobomba na calha do rio no Sistema ETA Central	Município	Concluída
Pindamonhangaba	SP	Desassoreamento do rio	SABESP	Concluída
Redenção da Serra	SP	Desassoreamento do rio	SABESP	Concluída
São José dos Campos	SP	Desassoreamento do rio	SABESP	Concluída
Sistema Integrado Caçapava/Taubaté/Tremembé	SP	Construção de muro de contenção e substituição de bomba e nova entrada de energia	SABESP	Concluída
		Instalação de bomba autoescorvante com maior altura de sucção no Sistema ETA Nelson Carneiro	AGEVAP	Concluída
Barra do Piraí	RJ	Instalação de conjunto flutuante com motobomba na calha do rio no Sistema ETA Morro Paraiso - Captação ETA Carola	AGEVAP	Concluída
		Instalação de conjunto flutuante com motobomba na calha do rio no Sistema ETA Arthur Cataldi Coimbra	AGEVAP	Concluída
Barra Mansa	RJ	Instalação de conjunto flutuante com motobomba na calha do rio no Sistema ETA Barra Mansa	AGEVAP	Concluída
São Fidélis	RJ	Prolongamento da tubulação existente	AGEVAP	Concluída
Sapucaia	RJ	Instalação de conjunto flutuante com motobomba na calha do rio no Sistema ETA Sapucaia	AGEVAP	Concluída
Três rios	RJ	Instalação de conjunto flutuante com motobomba na calha do rio no Sistema ETA	AGEVAP	Concluída
		Instalação de conjunto flutuante com motobomba na calha do rio no Sistema ETA Itakamosi	AGEVAP	Concluída
Vassouras	RJ	Instalação de conjunto flutuante com motobomba na calha do rio no Sistema ETA Barão de Vassouras	AGEVAP	Concluída
		Instalação de conjunto flutuante com motobomba na calha do rio no Sistema ETA Andrade Pinto	AGEVAP	Concluída
Volta Redonda	RJ	Instalação de conjunto flutuante com motobomba na calha do rio no Sistema ETA Belmonte	AGEVAP	Concluída

Em suma, quase todas as ações propostas neste plano foram implementadas. Somente as obras do poço de São João da Barra, apesar de licitadas, foram paralisadas, além da intervenção prevista para o município de Natividade que não houve necessidade de sua execução e, portanto, foi cancelada.

A Figura 18 mostra as intervenções propostas e suas situações atualizadas com base na reunião do GTAOH do dia 18/07/2016.

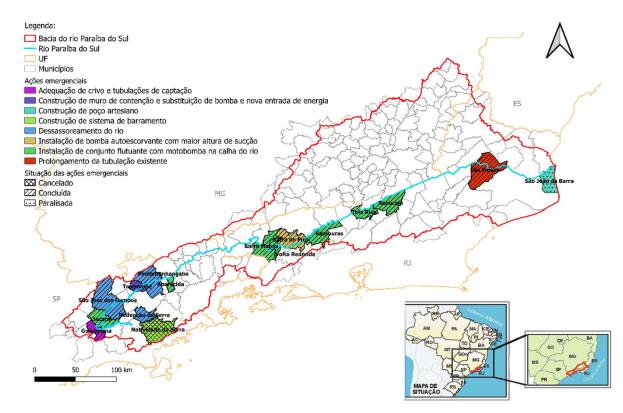


Figura 18 – Intervenções propostas no Plano de Ações Complementares e sua situação de implementação em 2016

Fonte: Elaboração própria, com dados da reunião do GTAOH/Ceivap de 18/06/2016.

Na **Bacia do rio Guandu,** a ETA Guandu foi submetida à uma situação de estresse técnico nunca antes experimentado. A ETA Guandu, como já foi dito no item 2.3, é a maior estação de tratamento de água do mundo e responsável por abastecer cerca de 90% de toda a região metropolitana do Rio de Janeiro, captando e tratando 43m³/s continuamente. Devido a isso, havia uma grande preocupação quanto aos impactos que poderiam ocorrer na metrópole caso houvesse paralisação dos serviços desta planta, principalmente, pois estavam para acontecer os jogos da Copa do Mundo, realizada em 2014, e os Jogos Olímpicos e Paralímpicos, ocorridos em 2016. Ou seja, além do mundo inteiro estar observando o município do Rio de Janeiro, haveria um aumento considerável na demanda num momento de crise hídrica.

Diante desse cenário, houve um grande esforço conjunto para acompanhamento da operação do Sistema Hidráulico e dos níveis da água que ocorriam no rio Guandu junto à captação, bem como foram ampliados os números de análises realizadas para acompanhamento da qualidade da água bruta.

Devido à redução da vazão na transposição em Santa Cecília, a ETA Guandu teve que adotar sucessivas medidas de adaptação por meio do alteamento do nível da barragem, à medida que o nível do rio Guandu era rebaixado com o agravamento da crise. A altura das comportas

da barragem foi alteada em 30 cm por vez, chegando até 90cm, para a adução de água com um nível do rio mais baixo.

Por outro lado, a piora na qualidade da água implicou no aumento do uso dos produtos químicos em cerca de 20%. Isto quer dizer, a utilização de 36 toneladas de Sulfato de Alumínio, 6 toneladas de Cloreto Férrico, 3 toneladas de Cloro, 5 toneladas de Cal virgem e 2 toneladas de Ácido Fluossilícico a mais por dia.

Com essas adaptações e esforços em conjunto, a ETA Guandu conseguiu operar de forma a manter a produção normal sem afetar a população atendida. Nos registros do GTAOH consta somente parte das ações empreendidas pela Cedae (Tabela 8).

Tabela 8 - Impactos sobre a ETA Guandu e propostas de soluções, de acordo com relatos registrados nas reuniões do GTAOH (junho de 2014 - maio de 2019)

Rio Guandu	UF	Relato	Proposta/Solução
		Diminuição do nível da água (registro de 16/06/2014)	Elevar a crista do vertedouro de modo a continuar captando por gravidade
ETA GUANDU	RJ	Relatada piora na qualidade da água (registros de 27/01/2015, 26/02/2015 e 04/03/2015)	Aumentar o uso de produtos químicos
		Vegetação flutuante na captação (registro de 24/08/2015)	-

Fonte: Elaboração própria, com base nas atas do GTAOH/Ceivap de 2014 a 2019.

Nos registros do GTAOH/Ceivap para além de 2016 foi possível constatar que não houve relatos de impactos por parte dos operadores de sistemas de abastecimento público no ano de 2017. Já em 2018 o município de Jacareí-SP relatou dificuldades de captação e teve que acionar o protocolo de emergência no dia 18/04/18, pois chegou a afetar o abastecimento público da região. A medida emergencial de resposta foi manter a vazão a jusante do reservatório de Santa Branca em cerca de 35m³/s, melhorar o sistema de captação flutuante existente e fazer uma pequena dragagem. Já como medida definitiva faz-se necessário um novo sistema de captação, com quatro bombas fixas, com valor total de investimento em torno de R\$900.000,00, conforme informado na ata de reunião do GTAOH do dia 17/09/2018.

4.1.3 Resultados e discussões (2): Aplicação de questionários

Dos 28 municípios abastecidos pelo rio Paraíba do Sul e demandados para responder ao questionário desta pesquisa, conseguimos respostas de 14 deles (a montante, no Estado de São

Paulo, a jusante, Estado no Rio de Janeiro): Natividade da Serra (SP), Jacareí (SP), Aparecida (SP), Barra Mansa (RJ), Volta Redonda (RJ), Pinheiral (RJ), Barra do Piraí (RJ), Vassouras (RJ), Paraíba do Sul (RJ), Sapucaia (RJ), Itaocara (RJ), Cambuci (RJ), São Fidélis (RJ) e São João da Barra (RJ). Trata-se de um universo razoável de respostas, sobretudo diante da imensa dificuldade de consegui-las junto aos serviços de água. Foi tomado um cuidado especial no sentido de garantir que todos os municípios apontados nos registros do GTAOH/Ceivap com problemas durante a crise hídrica figurassem entre os respondentes.

Do universo dos 14 municípios respondentes, 10 registraram ter sido impactados de alguma forma pela crise hídrica de 2014-2016 (Figura 19). Os municípios de Natividade da Serra, Volta Redonda, Pinheiral e Cambuci indicaram não ter sofrido nenhum tipo de impacto.

Legenda:

Rio Paraíba do Sul

Rio Paraíba do Sul

Municípios que captam do rio Paraíba do Sul

Figura 19 – Identificação dos municípios que responderam ao questionário e relataram ter sido impactados pela crise hídrica de 2014-2016

Fonte: Elaboração própria, com base nas respostas do questionário.

O município de Jacareí(SP) informou que houve dificuldade em sua captação ocasionando interrupções, porém não apresentou a quantidade nem o tempo total de paralisação; relatou-se apenas que uma das paradas durou quase 48h. Para melhorar a captação, segundo as respostas do questionário, foram realizadas adaptações como: alteração do nível de

captação, instalação de bombas flutuantes, diminuição da vazão captada e realização de enrocamento com pedras embaixo da ponta próxima ao canal de captação. Foi informado no questionário que o custo dessas intervenções foi de mais de 1 milhão de reais, valor próximo ao estimado em 900 mil reais em relato feito na reunião do GTAOH do dia 17/09/2018.

Apesar da redução de vazão na captação, o serviço de água de Jacareí informou que não diminuiu a vazão tratada nem fez uso de outros mananciais além daqueles que já possui. Relatou ainda que a qualidade da água bruta piorou, ocasionando aumento no consumo de produtos químicos e no custo por metro cúbico tratado de aproximadamente 30%. Em termos de distribuição. houve frequentemente falta de água e baixas pressões na rede de abastecimento nas áreas atendidas. Foram realizados investimentos em controle de perdas e vazamentos, além de campanha de conscientização da população para redução do consumo. Não houve alteração da tarifa cobrada ao cliente, mas houve redução de faturamento.

O município de Aparecida (SP) informou que houve dificuldades na captação, porém sem interrupções. Foram instaladas bombas flutuantes que solucionaram os problemas na captação. Para o município, não houve piora na qualidade da água bruta, não foi reduzida a vazão tratada e não houve a necessidade de alterações no processo de tratamento, portanto, sem custos adicionais nesta fase. Mesmo sem impactos por parte da produção foi informado que houve desabastecimento pontual em algumas áreas atendidas. Não foram feitos investimentos em controle de perdas e vazamentos devido à crise hídrica, não foi feita campanha junto à população para redução de consumo e nem foi alterada a tarifa para o consumidor. Relataram ainda, no questionário, que não houve redução de faturamento durante a crise hídrica.

O município de **Barra Mansa (RJ)** relatou ter havido dificuldade na captação, porém sem interrupções. Foram instaladas bombas flutuantes que auxiliaram na captação quando os níveis da lâmina d'água estavam mais baixos. Não houve necessidade de utilização de outros mananciais nem alteração da vazão tratada e do processo de tratamento. Na distribuição, foi informado não ter ocorrido falta de água nas áreas atendidas, mas houve necessidade de muitas manobras na rede para isso não ocorrer. Mesmo com os esforços de operação da distribuição ocorreram baixas pressões na rede.

Para o município de **Barra do Piraí (RJ)**, foi também informado ter havido dificuldades de captação, o que foi solucionado com a instalação de bombas flutuantes e alteração do ponto de captação, não chegando a ocasionar interrupções. Foi relatada bastante piora na qualidade da água bruta, tendo sido necessário aumentar o uso de produtos químicos, o que aumentou o custo da água tratada em cerca de 10% a 15% por metro cúbico, mas evitou afetar a vazão

tratada. Quanto ao sistema de distribuição de água, houve falta de água e ocorrência de baixas pressões na rede pontualmente. Foram feitos investimentos em controles de perdas e vazamentos, além de campanhas para redução de consumo da população.

O município de **Vassouras** (**RJ**) teve dificuldade de captar na época da crise hídrica de 2014-2016, chegando a interromper a captação em cerca de 4horas por dia durante 30 dias. Foram instaladas bombas flutuantes para auxiliar na captação nos momentos de redução dos níveis do rio Paraíba do Sul. Houve piora na qualidade da água bruta, segundo relatos no questionário. Foi indicada que a vazão de tratamento diminuiu em cerca de 5% a 10%. Houve alteração no processo de tratamento, além de aumento de produtos químicos utilizados por metro cúbico de água tratada ocasionando um acréscimo no valor do tratamento em 8%. Nas áreas atendidas pelo sistema de distribuição ocorreram desabastecimento e baixas pressões na rede pontualmente. Foram feitos investimentos em controle de perdas e vazamentos além de campanha para redução de consumo por parte da população. Não houve aumento de tarifa cobrado do cliente. Foi indicada uma redução de faturamento em função da crise hídrica em cerca de 5%.

No questionário relativo ao município de **Paraíba do Sul (RJ)**, foi informado que além da dificuldade de captação houve 5 interrupções somando 10horasde paralisação no total. Foram instaladas bombas flutuantes para facilitar a captação em diferentes níveis de água do rio. A qualidade da água do rio Paraíba do Sul nesta região piorou. Foi indicada uma redução de vazão tratada entre 5% a 10%. Houve alteração no processo de tratamento com aumento do consumo de produtos químicos por metro cúbico tratado acarretando um acréscimo no custo de tratamento em cerca de 5% a 10%. Na parte de distribuição do sistema de abastecimento, ocorreram falta de água e baixas pressões na rede pontualmente. Investimentos em controle de perdas e vazamentos foram feitos e foi realizada campanha de conscientização da população quanto ao consumo de água. Não houve alteração de valor na tarifa cobrada ao cliente e, embora tenha sido informado diminuição de produção e aumento no custo de tratamento, foi informado que não houve redução no faturamento.

No sistema de abastecimento de **Sapucaia** (**RJ**), foi indicado que houve problemas de captação, porém sem interrupção. Foram instaladas bombas flutuantes e alterado um dos pontos de captação. Não foi identificada piora na qualidade da água bruta nesta região. Embora não tenha sido relatado interrupções e nem diminuição da vazão captada, foi apontada uma diminuição da vazão tratada em cerca de 5%. Foi informado que não houve alteração do processo de tratamento e nem aumento no consumo de produtos químicos; contudo, foi

indicado um aumento no custo de tratamento entre 3% e 6%. Indicaram ainda que houve interrupção do abastecimento e baixas pressões na rede pontualmente nas áreas atendidas. Foram realizados investimentos afim de minimizar as perdas e vazamentos existentes, além de campanhas para conscientização da população quanto a necessidade de redução do consumo. Não foram alteradas as tarifas cobradas da população. Foi relatado uma redução de faturamento em torno de 7% a 10%.

No sistema de abastecimento do município de **Itaocara** (**RJ**), foi indicado que houve dificuldade de captação, sendo necessário rebaixar o crivo para conseguir captar com níveis mais baixos. Informaram que a captação não chegou a ser interrompida. Como também foi indicado que não houve piora na qualidade da água, não foi necessário alterar o tipo de tratamento nem aumentar quantidade de produtos químicos. Quanto ao sistema de distribuição, houve investimentos em controle de perdas e vazamentos e em campanhas para que a população tivesse consumo consciente. Com isso foi informado que não houve impacto na população, não ocorrendo falta de água nem baixas pressões na rede. Não houve aumento na tarifa nem redução do faturamento.

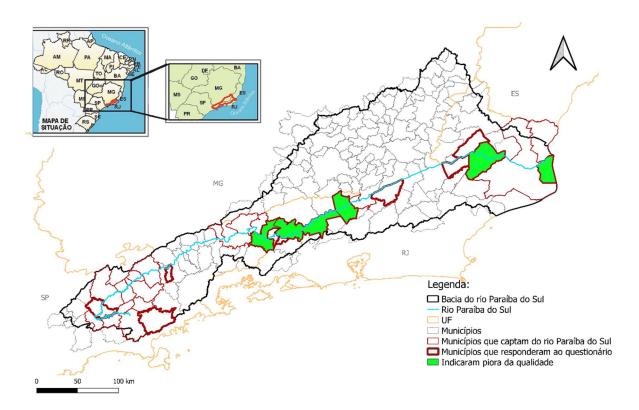
São Fidélis (RJ) também indicou ter tido dificuldades na captação, sem que ocorresse interrupção. Foi necessário realocar o ponto de tomada d'água. Indicaram que a qualidade da água piorou um pouco na região. Foi informado que a vazão tratada reduziu entre 8% e 10%, o que permitiu não alterar o processo de tratamento e nem aumentar o consumo de produtos químicos; contudo, foi indicado um acréscimo de 3% a 5% no custo do metro cúbico de água tratada. Ocorreram, pontualmente, desabastecimento e baixas pressões na rede. Houve investimentos em controle de perdas e vazamentos e campanha de conscientização da população para a redução do consumo. A tarifa cobrada não foi alterada, mas houve redução do faturamento entre 2% e 3% devido à crise hídrica.

Em São João da Barra (RJ) - município cujo abastecimento público depende em 60% das águas do Paraíba do Sul e o restante é proveniente de captações subterrâneas — os relatos confirmam as dificuldades de captação devido a intrusão salina, conforme registros do GTAOH, chegando a interromper a captação em cerca de uma hora por dia durante 45 dias. Não foram feitas adaptações na captação, pois não seriam eficazes contra a salinidade da água. Foram projetados mais três poços para complementar o abastecimento da região, porém devido a problemas políticos, somente o que estava previsto para ser instalado em área do operador do sistema foi executado. A vazão tratada diminuiu substancialmente, em cerca de 30% a 35%, e o processo de tratamento teve acréscimos de produtos químicos acarretando um custo adicional

de cerca de 13% a 15%. A distribuição foi bastante afetada no município, chegando a ocorrer desabastecimento e baixas pressões na rede com frequência. Houve investimentos em controle de perdas e vazamento nas redes de distribuição. Foram realizadas campanhas para consumo consciente da população. A tarifa cobrada aos clientes não sofreu alteração devido à crise hídrica. O faturamento foi reduzido entre 6% e 8%.

Foram elaborados uma série de mapas para dar uma visão global dos impactos para o conjunto de munícipios respondentes, por tipo de problema (piora da qualidade da água bruta, impactos no tratamento da água, impactos na distribuição de água tratada e impactos no faturamento). (Figuras 20 a 24)

Figura 20 – Municípios que relataram piora na qualidade da água bruta.



Fonte: Elaboração própria, com base nas respostas do questionário.

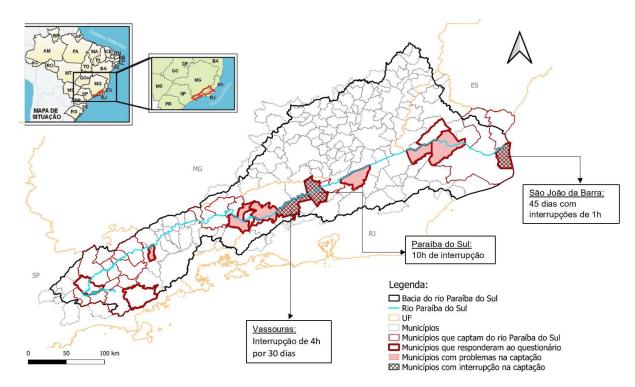
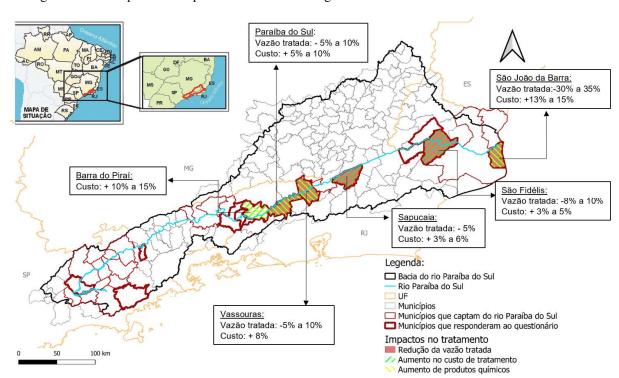


Figura 21 - Municípios com impacto na captação de água.

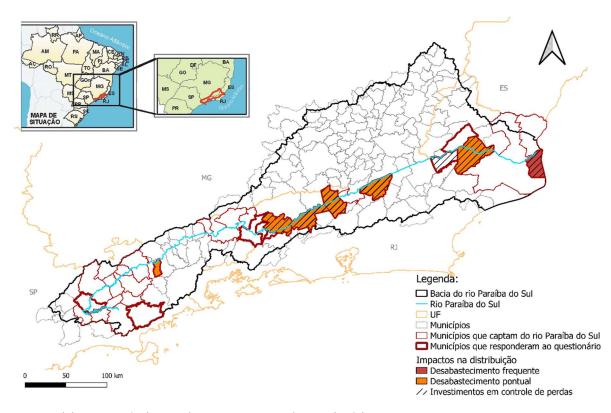
Fonte: Elaboração própria, com base nas respostas do questionário.

Figura 22- Municípios com impacto no tratamento de água.



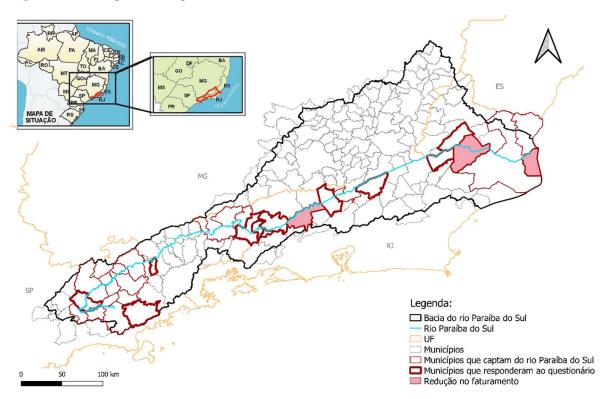
Fonte: Elaboração própria, com base nas respostas do questionário.

Figura 23 – Municípios com impacto na distribuição de água.



Fonte: Elaboração própria, com base nas respostas do questionário.

Figura 24 – Municípios com impacto no faturamento.



Fonte: Elaboração própria, com base nas respostas do questionário.

Por fim, foi montada a Tabela 9 que apresenta os resultados obtidos nos questionários aplicados aos municípios que possuem captação de água no rio Paraíba do Sul. Foi possível também fazer uma análise sobre as relações entre os diversos tipos de impactos relatados.

Aqueles municípios que indicaram sinais de piora da qualidade da água bruta, indicaram também aumento no uso de produtos químicos, com exceção de São Fidélis, e aumento no custo do tratamento da água. Ainda quanto a piora da qualidade da água bruta é possível observar uma concentração dos municípios logo à jusante do reservatório de Funil e junto à foz do rio Paraíba do Sul.

Pode-se observar uma relação entre a diminuição da vazão tratada com a redução do faturamento, cabendo destacar que somente um município não apresentou essa relação, sendo este Paraíba do Sul.

Outra análise que pode ser feita, é que houve municípios que não apresentaram impactos em seu sistema de abastecimento embora tenha ocorrido dificuldades na captação, demonstrando que as ações realizadas na captação foram eficazes.

Tabela 9 - Quadro resumo dos impactos relatados pelos municípios respondentes dos questionários aplicados no setor de abastecimento público

Municípios respondentes	Impactado	Piora na qualidade da água bruta	Problemas na captação	Paralisação da captação	Redução da vazão tratada	Aumento de uso de produtos químicos	Aumento do custo de tratamento	Desabastecimento e baixas pressões na rede	Investimento em controle de perdas	Redução no faturamento
Natividade da Serra - SP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jacareí - SP	sim		-	-	-	-	-	-	-	-
Aparecida - SP	sim	-	sim	-	-	-	-	Pontual	-	-
Barra Mansa - RJ	sim		sim	-	-	-	-	-	-	-
Volta Redonda - RJ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pinheiral - RJ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barra do Piraí - RJ	sim	sim	sim	-	-	sim	10% a 15%	Pontual	sim	-
Vassoura - RJ	sim	sim	sim	120 h	5% a 10%	sim	8%	Pontual	sim	5%
Paraíba do Sul - RJ	sim	sim	sim	10 h	5% a 10%	sim	5% a 10%	Pontual	sim	-
Sapucaia - RJ	sim	-	sim	-	5%	-	3% a 6%	Pontual	sim	7% a 10%
Itaocara - RJ	sim	-	sim	-	-	-	-	-	sim	-
Cambuci - RJ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
São Fidélis - RJ	sim	sim	sim	-	8% a 10%	-	3% a 5%	Pontual	sim	2% a 3%
São João da Barra - RJ	sim	sim	sim	45 h	30% a 35%	sim	13% a 15%	Frequente	sim	6% a 8%

Fonte: Elaboração própria

4.1.4 <u>Resultados e discussões (3): Análise de dados do Sistema Nacional de Informações</u> sobre Saneamento - SNIS

Conforme indicado anteriormente, os dados do SNIS indicam a produção anual de água tratada, por município. Ao analisar os dados de cada município da Bacia Paraíba do Sul, entre os anos de 2013 a 2017, buscou-se verificar se houve uma eventual redução do volume de produção de água potável durante a crise hídrica, sobretudo nos municípios impactados (segundo registros do GTAOH/CEIVAP e dos questionários). Busca-se prospectar se os impactos de crise hídrica, em termos de captação de água bruta e de tratamento de água, podem ter alcançado (ou não) os consumidores finais e a população dos municípios,

Análise global: Bacia do rio Paraíba do Sul

As informações do SNIS deram um panorama de toda a Bacia Paraíba do Sul (184 municípios): onde houver redução substancial da produção anual de água tratada, pode ser uma consequência da seca severa de 2014-2015, que se tornou mais amena nos anos seguintes. Contudo, somente uma análise complementar poderia confirmar esta hipótese para todos os municípios da Bacia, o que não é objeto deste trabalho. As análises foram concentradas nos munícipios com registros de problemas (GTAOH/CEIVAP e questionários), oferecendo uma visão global da Bacia como pano de fundo.

Para uma análise global da bacia do rio Paraíba do Sul, observou-se o índice AG006 - Volume de água produzido(m³/ano) entre os anos 2013 a 2017. Foram gerados mapas com a comparação da produção anual de água nos anos da crise hídrica tendo o ano de 2013 como referência. Devido a inconsistências e descontinuidade de informações anuais, muitos municípios não puderam ser analisados. No comparativo entre os anos de 2013 e 2014, 25 municípios não tinham informações completas, enquanto no período 2013-2015 foram 27 municípios; entre os anos de 2013 e 2016, 28 municípios não foram avaliados, aumentando para 31 no período 2013-2017, conforme demonstrado na Tabela 10.

Tabela 10 - Quantidade de municípios sem informações nos anos comparados

Anos comparados	2014/2013	2015/2013	2016/2013	2017/2013
Quant. Municípios	25	27	28	31

Fonte: Elaboração própria

No comparativo foi considerada uma variação de produção de até 5% para mais ou para menos em relação ao ano de 2013 como normal. Foram criadas escalas considerando faixas de 5% para mais e para menos até 30% e uma faixa para alterações maiores que 30%.

Comparando o ano de 2014, ano mais crítico em termos de pluviosidade, com o ano de 2013, ano considerado normal na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, apenas 14 municípios reduziram sua produção em mais que 5%, sendo que destes 5 tiveram sua produção de água reduzida em mais que 20% e apenas 9 reduziram entre 5% e 20%. No ano de 2014, 35 municípios produziram relativamente mais água que no ano de 2013, sendo que apenas 2 aumentaram mais que 20%. No mapa gerado (Figura 25a) é possível verificar que embora tenham relatado dificuldades de captação somente o município de Barra Mansa apresentou redução de 10% volume anual de água produzida. Isto pode indicar que os outros municípios conseguiram amenizar os impactos com as ações tomadas. O município de Resende teve uma redução entre 5% e 10%, porém não apresentou nenhum relato nas reuniões do GTAOH.

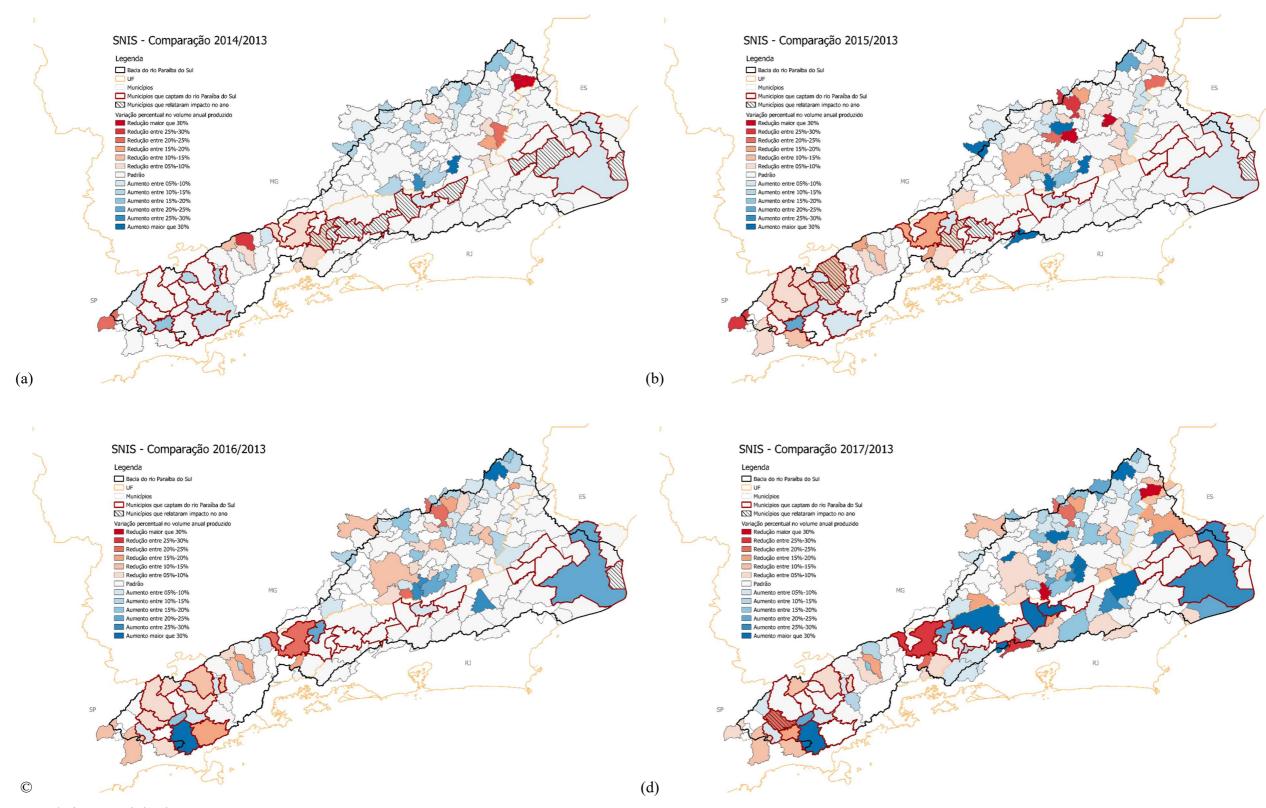
Com base nos mapas gerados, é possível perceber que, embora o ano de 2014 tenha sido o mais crítico em termos de pluviosidade, o ano de 2015 mostra que 39 municípios produziram menos água que no ano de 2013, sendo que destes 6 reduziram mais que 20% e 33 tiveram reduções entre 05% e 20% (Figura 25b). Neste mesmo ano,28 municípios produziram mais água que em 2013, sendo 7 municípios com produções com mais que 20% e 21 com aumento de produção entre 05% e 20%. Embora alguns municípios que captam água do rio paraíba do Sul tenham diminuído sua produção os municípios mais impactados foram os que não estão ligados ao sistema hidráulico, pois possuem menos segurança hídrica. Os municípios de Barra Mansa, Resende, Aparecida, Taubaté, Pindamonhangaba, Caçapava, São José dos Campos e Jacareí, que captam água do rio Paraíba do Sul, apresentaram reduções superiores a 5% no volume produzido, porém apenas os municípios de Barra Mansa, Taubaté e Pindamonhangaba relataram algum impacto, sendo somente o primeiro com relação a captação, os outros dois apenas em relação a aparecimento de macrófitas.

No comparativo entre os anos de 2016 e 2013, 33 municípios diminuíram a produção anual de água, sendo que apenas 3 reduziram mais que 20% e os demais entre 5% e 20% (Figura 25c). Neste ano, aumentou o número de municípios com produção maior que o ano de 2013, totalizando 40, sendo que destes 8 aumentaram mais que 20% e os 32 restantes entre 5% e 20%. Os municípios que captam água do rio Paraíba do Sul e apresentaram reduções superiores a 5% no volume produzido, neste ano, foram Resende, Aparecida, Taubaté, Pindamonhangaba, São

José dos Campos, Jacareí e Natividade da Serra apresentaram reduções superiores a 5% no volume produzido, porém nenhum deles relatou problemas nas reuniões do GTAOH em 2016.

No ano de 2017, 41 municípios produzindo menos água que no ano de 2013, sendo que 7 deles reduziram mais que 20% e os outros 34 tiveram redução entre 5% e 20% (Figura 25d). Este aumento na quantidade de municípios que reduziram sua produção pode ainda ser devido à crise hídrica, como pode ser indicação de maior racionalidade na produção e consumo após a crise. Neste último ano de dados disponíveis é possível perceber também o aumento na produção de água em relação ao ano de 2013 - 61 municípios tiveram aumento de produção de água. Destes, 21 produziram mais que 20% mais que o ano de 2013 e os demais entre 5% e 20% mais. Dos municípios que captam água do sistema hidráulico, somente Resende, Aparecida, Pindamonhangaba, Jacareí e Santa branca apresentaram reduções de volume de água produzido em relação ao ano de 2013. Resende e Jacareí apresentaram percentuais de redução maiores do que nos outros anos.

Figura 25 - Comparativo entre os anos de 2014 e 2013 das produções anuais de água segundo o SNIS



Fonte: Elaboração própria com os dados do SNIS

Análise aprofundada dos munícipios que captam água do rio Paraíba do Sul e registrados como impactados

Dentre os diversos indicadores existentes no SNIS, foram selecionados alguns que possam indicar problemas relacionados à crise hídrica ocorrida entre os anos de 2014 e 2016 para todos os municípios que captam água do rio Paraíba do Sul. Foram utilizados os indicadores: AG006 - Volume de água produzido; AG028 - Consumo total de energia elétrica nos sistemas de água; QD002 - Quantidades de paralisações no sistema de distribuição de água; QD003 - Duração das paralisações (soma das paralisações maiores que 6 horas no ano); QD021 - Quantidade de interrupções sistemáticas; QD022 - Duração das interrupções sistemáticas; IN076 AE - Incidência das análises de turbidez fora do padrão.

O município de Jacareí (SP) noticiou dificuldades de captação em 2017 e é possível perceber o impacto no volume de água produzido cerca 19% menor que a média dos anos anteriores e no índice de energia elétrica cerca de 20% maior nesse ano que a média dos anos anteriores. Nos anos de 2015 e 2016 quando foram relados aparecimento de macrófitas nos municípios de Taubaté e Pindamonhangaba a incidência de análises de turbidez fora do padrão na região foi alta demonstrando que a qualidade da água em Jacareí também estaria pior que nos outros anos (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Índices com informações que podem indicar impactos da crise hídrica em Jacareí JACAREÍ-SP JACAREÍ-SP AG006 - Volume de água produzido (1000m³/ano) IN058_AE - Índice de consumo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água 30.000,00 (kWh/m3) 25.000.00 20.000,00 0,6 10.000.00 0,4 5.000,00 0.2 2010 2011 2012 2013 2014 2015 2016 2010 2011 2012 2013 2014 2015 (a) (b) JACAREÍ-SP IN076 AE - Incidência das análises de turbidez fora do padrão (%)

2016

2017

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SNIS

(c)

2010

2011

2012

2013

2014

2015

O sistema integrado de abastecimento Caçapava/Taubaté/Tremembé (SP) abastece totalmente o município de Taubaté, cerca de 70% do município de Tremembé e cerca de 15% de Caçapava. O restante do abastecimento desses municípios é realizado por captações subterrâneas.

No Gráfico 3, com os dados retirados do SNIS, é possível perceber uma queda de 10% no volume água produzido em Taubaté, que é abastecido somente pelo sistema integrado, nos anos de 2015 e 2016. Isto pode ter relação com o fato de começarem a controlar e diminuir as vazões defluentes dos reservatórios do estado de São Paulo. Em Caçapava houve uma redução de cerca de 10% no volume de água produzido em 2014 em relação à média dos anos anteriores e de 5% nos anos de 2016 e 2017 (Gráfico 4). O Gráfico 5 apresenta os índices de Tremembé. Em todos os municípios houve um aumento no tempo de paralisação no sistema de abastecimento em 2016.

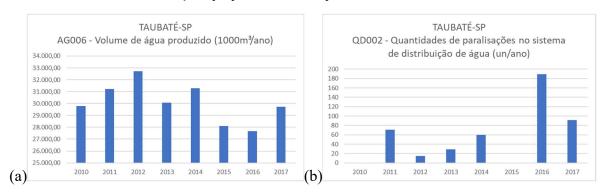


Gráfico 3 - Índices com informações que podem indicar impactos da crise hídrica em Taubaté



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SNIS

CAÇAPAVA-SP CAÇAPAVA-SP AG006 - Volume de água produzido (1000m³/ano) QD002 - Quantidades de paralisações no sistema de distribuição de água (un/ano) 9.500,00 300 9.000,00 250 8.500,00 8.000,00 150 7.500,00 100 7.000,00 50 6.500.00 2011 2012 2013 (a) (b) CAÇAPAVA-SP QD003 - Duração das paralisações (soma das paralisações maiores que 6 horas no ano) (h/ano) 12000 10000 8000 4000

2014

2015

2016

Gráfico 4 - Índices com informações que podem indicar impactos da crise hídrica em Caçapava

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SNIS

(c)

2000

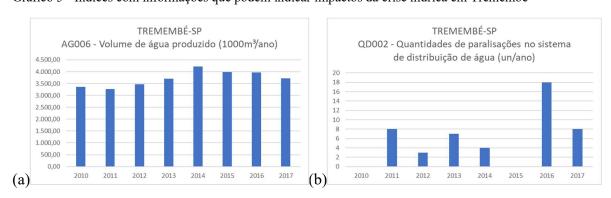


Gráfico 5 - Índices com informações que podem indicar impactos da crise hídrica em Tremembé



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SNIS

Em **Pindamonhangaba** (**SP**) o volume de água produzido em 2015 teve uma queda de cerca de 11% em relação à média dos anos anteriores e neste mesmo ano, quando foi relatado o aparecimento de macrófitas nas reuniões do GTAOH, é possível perceber um aumento na incidência de análises de turbidez fora do padrão em relação aos anos imediatamente anteriores. (Gráfico 6).

PINDAMONHANGABA-SP PINDAMONHANGABA-SP AG006 - Volume de água produzido (1000m³/ano) IN076 AE - Incidência das análises de turbidez fora do padrão (%) 15.000,00 2.5 14,500.00 14.000.00 13.500.00 13.000.00 12.500,00 0,5 12.000,00 11.500,00 2011 2012 2013 2014 2015 2011 2012 2013 2014 2015 2010 2017 (b) (a)

Gráfico 6 - Índices com informações que podem indicar impactos da crise hídrica em Pindamonhangaba (SP)

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SNIS

Para o município de **Barra Mansa (RJ)** foi possível perceber uma diminuição de cerca de 7% no volume de água produzidos principalmente nos anos de 2014 e 2015 (Gráfico 7a), além de um aumento considerável no índice de consumo de energia elétrica para abastecimento de água (Gráfico 7b), o que pode demonstrar a necessidade de aumento de bombas na captação e manobras feitas no sistema para manter o abastecimento de água para a população. Isto vem a corroborar com os relatos feitos durante as reuniões do GTAOH. Quanto as paralisações do sistema de distribuição houve um aumento em 2014 e uma diminuição em 2015 (Gráfico 7c), porém o tempo total das paralisações da distribuição em 2015 foi elevado (Gráfico 7d).

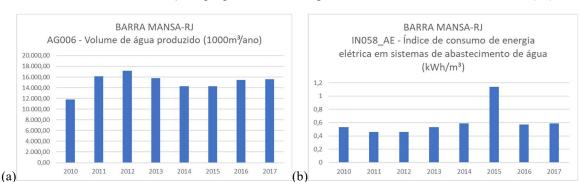


Gráfico 7 - Índices com informações que podem indicar impactos da crise hídrica em Barra Mansa (RJ)

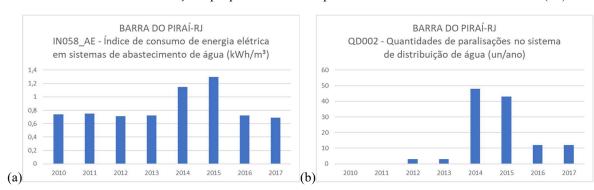


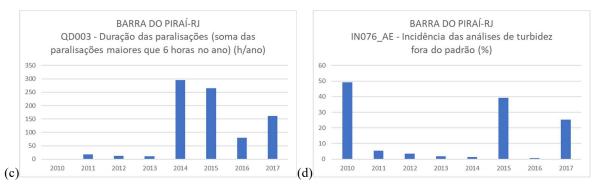


Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SNIS

No município de **Barra do Piraí (RJ)** não houve diferença na produção anual de água, porém nos anos de 2014 e 2015 houve um índice de consumo de energia elétrica para abastecimento de água bem superior aos outros anos, além de paralisações no sistema de distribuição mais numerosos e prolongados. No ano de 2015 houve um aumento considerável na incidência de análises fora do padrão de turbidez demonstrando uma piora na qualidade da água captada. Todas essas diferenças podem ser em decorrência da dificuldade de captação relatada nas reuniões do GTAOH durante o período da crise hídrica. (Gráfico 8)

Gráfico 8 - Índices com informações que podem indicar impactos da crise hídrica em Barra do Piraí (RJ)





Fonte: Elaboração própria com base nos dados do SNIS

Itaocara (RJ), Paraíba do Sul (RJ), São Fidélis (RJ), Sapucaia (RJ), Vassouras (RJ), Volta Redonda (RJ) e São João da Barra (RJ), municípios que relataram problemas nas reuniões do GTAOH, os dados informados no SNIS possuem variações nas quais não é possível verificar consistência que possa indicar algum impacto referente à crise hídrica e nem correlacionar aos relatos feitos nas reuniões do GTAOH.

4.1.5 Resultados e discussões (4): Dados S2iD da Secretaria Nacional de Defesa Civil

Decretos de emergência por seca constituem um indicador robusto de que a crise hídrica alcançou a população e atividades produtivas, por isso foram investigados no âmbito desta pesquisa.

Do banco de dados S2iD, foram encontradas somente três ocorrências, uma no município de São Fidélis (RJ) em setembro de 2014, outra no município de São João da Barra (RJ) em novembro de 2014 e a última no município de São Francisco do Itabapoana.

Somente São João da Barra (RJ) relatou prejuízo financeiro para o sistema de abastecimento público. Foi relatado o prejuízo de R\$ 3.205.001,40 referente a compra de água por carros pipas para abastecimento de água da rede pública escolar, hospitalar e da população mais afetada, além da construção de três poços profundos e dragagem do rio Paraíba do Sul junto a captação do município.

O município de São Francisco de Itabapoana, embora não capte água do rio Paraíba do Sul, relatou um prejuízo de R\$ 9.000,00 referente a abertura de novos poços e a utilização de água mineral em seis escolas do município, nas quais os poços existentes secaram.

4.1.6 Considerações finais sobre os impactos no setor de abastecimento público

A combinação dos métodos aqui realizada possibilitou complementar informações, confirmá-las (ou levantar inconsistências), e até mesmo quantificar alguns impactos. Pelos relatos do <u>GTAOH</u> foi possível perceber principalmente os impactos na captação, em função da crise hídrica, e também problemas de qualidade de água. Os <u>questionários</u> foram bastante complementares em relação aos relatos do GTAOH, pois, identificou problemas em outras etapas dos sistemas de captação e tratamento. A análise dos dados dos SNIS deveria corroborar

com as respostas do questionário, pois a fonte de informação primária é a mesma: os operadores dos sistemas. Contudo, os resultados não foram muito úteis para confirmar as informações obtidas pelo questionário, demonstrando, neste caso, que a análise de dados oficiais não foi realmente suficiente para quantificar os impactos da seca.

Pelas reuniões do GTAOH os municípios impactados foram Taubaté (SP), Pindamonhangaba (SP), Barra Mansa (RJ), Volta Redonda (RJ), Barra do Piraí (RJ), Vassouras (RJ), Paraíba do Sul (RJ), Sapucaia (RJ), Itaocara (RJ), São Fidelis (RJ) e São João da Barra (RJ), além da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, através da ETA Guandu. Nos questionários foi identificado mais um município impactado, Aparecida no estado de São Paulo. O município de Volta Redonda (RJ) embora tenha relatado problemas de qualidade de água em uma reunião do GTAOH não se considerou impactado no questionário.

Entre os impactos observados, destaca-se a dificuldade de captação devido à redução dos níveis dos rios Paraíba do Sul e Guandu, já que a vazão que passava nas calhas dos rios era suficiente para o atendimento aos usuários. Ou seja, foram dificuldades operacionais no sistema de abastecimento para captar água.

Outra dificuldade registrada deve-se à qualidade da água, seja pela concentração de poluentes, presença de macrófitas ou avanço da intrusão salina. Os municípios que mais relataram problemas de qualidade da água se encontravam principalmente próximos aos reservatórios. Entretanto, o município mais impactado em relação a qualidade da água foi São João da Barra (RJ), que está localizado junto a foz do rio Paraíba do Sul, que sofreu bastante com a intrusão salina. Constatou-se também que vários municípios reportaram diminuição da vazão tratada, chegando por vezes a afetar a população com o desabastecimento ou com baixas pressões na rede.

A principal ação realizada para a minimização dos impactos foi a reativação do Grupo de Trabalho de Acompanhamento das Operações Hidráulicas (GTAOH), do Ceivap, em conjunto com o Comitê Guandu e Participação da ANA, dos órgãos gestores estaduais e do ONS. Foi no âmbito do GTAOH que foram definidos os esforços crescentes de economia de água dos reservatórios, implicando em operações dos reservatórios, medidas adaptativas e gestão dos impactos. Cabe ressaltar que a decisão legal era da ANA, que sistematicamente ratificou as decisões desse GT.

A Agência de Bacia do Paraíba do Sul (AGEVAP) teve também papel crucial, inclusive no dimensionamento e operacionalização das diversas ações de adaptação dos serviços de água. Estas ações complementares nas captações foram basicamente de dois tipos: alteração do nível de captação; e instalação de bombas flutuantes. No tratamento, houve frequentemente alteração no processo com aumento de produtos químicos. Na etapa de distribuição, foram relatadas atuações com o intuito de controle de perdas e vazamentos na rede, além de manobras na operação, com o intuito de minimizar os impactos no abastecimento público dos municípios.

Em relação à quantificação desses impactos e seus custos, foi verificado nos documentos do GTAOH que as ações adaptativas das captações custaram entorno de R\$18 milhões. Neste valor estão considerados somente os custos das adaptações do Plano de Ações do CEIVAP, sem considerar outras adaptações realizadas pelos próprios operadores nas captações, os custos operacionais do tratamento que geraram aumento no valor da produção, os custos de operação do sistema de distribuição e investimentos em controle de perdas e campanhas de conscientização, e nem a perda de faturamento.

A Tabela 11 apresenta um resumo dos resultados de cada método aplicado, para cada município que capta águas do rio Paraíba do Sul e para a ETA Guandu, podendo ser feita uma leitura transversal entre os diferentes resultados obtidos.

Tabela 11 - Quadro síntese dos resultados de pesquisa sobre impactos da crise hídrica 2014-2016 e medidas mitigadoras, para cada município que capta água no rio Paraíba do Sul e para a ETA Guandu (os municípios indicados com asterisco foram identificados como impactados em alguma metodologia)

Município	GTAOH	Questionários	SNIS	S2iD
Natividade da Serra (SP)	Sem relatos	Não impactado	Sem indícios	sem decreto
Redenção da Serra (SP)	Desassoreamento do rio	Sem resposta	Sem indícios	sem decreto
Paraibuna (SP)	Sem relatos	Sem resposta	Sem indícios	sem decreto
Santa Branca (SP)	Sem relatos	Sem resposta	Sem indícios	sem decreto
Guararema (SP)	Adequação das tubulações de captação	Sem resposta	Sem indícios	sem decreto
Jacareí (SP)	Instalação de bomba flutuante	Não impactado	Sem indícios	sem decreto
São José dos Campos (SP)	Desassoreamento do rio	Sem resposta	Sem indícios	sem decreto
Caçapava (SP)	Sem relatos	Sem resposta	Redução na produção anual; Aumento nas paralisações do sistema.	sem decreto
Taubaté (SP)*	Aparecimento de macrófitas Construção de muro e substituição de bombas	Sem resposta	Redução na produção anual; Aumento nas paralisações do sistema	sem decreto
Tremembé (SP)	Sem relatos	Sem resposta	Aumento nas paralisações do sistema	sem decreto
Pindamonhangaba (SP)	Aparecimento de macrófitas; Desassoreamento do rio.	Sem resposta	Redução na produção anual; Aumento na turbidez.	sem decreto
Aparecida (SP)*	Instalação de bomba flutuante	Problemas na captação Instalação de bombas flutuantes Impacto pontual no abastecimento	Sem indícios	sem decreto
Resende (RJ)	Sem relatos	Sem resposta	Sem indícios	sem decreto
Porto Real (RJ)	Sem relatos	Sem resposta	Sem indícios	sem decreto
Barra Mansa (RJ)*	Problemas na captação; Aparecimento de macrófitas; Instalação de bombas flutuantes	Problemas na captação Instalação de bombas flutuantes Impacto pontual no abastecimento	Redução na produção anual; Aumento no consumo de energia; Aumento nas paralisações do sistema.	sem decreto
Quatis (RJ)	Sem relatos	Sem resposta	Sem indícios	sem decreto
Volta Redonda (RJ)*	Piora na qualidade de água; Instalação de bombas flutuantes	Não impactado	Sem indícios	sem decreto
Pinheiral (RJ)	Sem relatos	Não impactado	Sem indícios	sem decreto
·		·	·	

Município	GTAOH	Questionários	SNIS	S2iD
Barra do Piraí (RJ)*	Problemas na captação; Assoreamento do rio à montante da captação; Instalação de bombas flutuantes e troca de bomba	Problemas na captação; Instalação de bombas flutuantes e alteração do ponto de captação; Piora na qualidade da água; Aumento de uso de produtos químicos; Aumento do custo de tratamento; Impacto pontual no abastecimento; Investimento em controle de perdas; Campanha de conscientização	Redução na produção anual; Aumento no consumo de energia; Aumento nas paralisações do sistema; Aumento na turbidez.	sem decreto
Vassouras (RJ)*	Redução de vazão captada; Instalação de bombas flutuantes	Problema na captação com interrupção; Instalação de bombas flutuantes; Piora na qualidade da água; Redução da vazão tratada; Aumento de uso de produtos químicos; Aumento do custo de tratamento; Impacto pontual no abastecimento; Investimento em controle de perdas; Campanha de conscientização; Redução de faturamento	Sem indícios	sem decreto
Paraíba do Sul (RJ)*	Redução de vazão captada	Problema na captação com interrupção; Instalação de bombas flutuantes; Piora na qualidade da água; Redução da vazão tratada; Aumento de uso de produtos químicos; Aumento do custo de tratamento; Impacto pontual no abastecimento; Investimento em controle de perdas; Campanha de conscientização.	Sem indícios	sem decreto
Três Rios (RJ)	Instalação de bombas flutuantes	Sem resposta	Sem indícios	sem decreto
Sapucaia (RJ)*	Problemas na captação; Instalação de bombas flutuantes	Problemas na captação; Instalação de bombas flutuantes e alteração do ponto de captação; Redução da vazão tratada; Aumento do custo de tratamento; Impacto pontual no abastecimento; Investimento em controle de perdas; Campanha de conscientização; Redução de faturamento	Sem indícios	sem decreto

Município	GTAOH	Questionários	SNIS	S2iD
Itaocara (RJ)*	Problemas na captação; Interrupção do abastecimento.	Problemas na captação; Alteração do nível de captação; Investimento em controle de perdas; Campanha de conscientização;	Sem indícios	sem decreto
Cambuci (RJ)	Sem relatos	Não impactado	Sem indícios	sem decreto
São Fidélis (RJ)*	Problemas na captação; Prolongamento da tubulação de captação.	Problemas na captação; Alteração do ponto de captação; Piora na qualidade da água; Redução da vazão tratada; Aumento do custo de tratamento; Impacto pontual no abastecimento; Investimento em controle de perdas; Campanha de conscientização; Redução de faturamento	Sem indícios	Com decreto, ma não foi indicado impactos no seto de abastecimento
Campos dos Goytacazes (RJ)	Sem relatos	Sem resposta	Sem indícios	sem decreto
São João da Barra (RJ)*	Problemas na captação com interrupção; Assoreamento na região da captação; Construção de poço; Piora na qualidade da água (salinidade);	Problema na captação com interrupção; Construção de poço; Piora na qualidade da água (salinidade); Redução da vazão tratada; Aumento de uso de produtos químicos; Aumento do custo de tratamento; Impacto frequente no abastecimento; Investimento em controle de perdas; Campanha de conscientização; Redução de faturamento.	Sem indícios	Com decreto, indicando impactos. Medidas tomadas Carros-pipa; Construção de poço; Dragagem do rio junto a captação.
ETA Guandu (RMRJ)*	Problemas na captação; Alteamento da barragem de nível e levantamento das comportas; Piora da qualidade da água bruta; Aumento do uso de produtos químicos Sem impacto no abastecimento	Sem resposta	-	-

Nos municípios de Paraibuna (SP), Santa Branca (SP), Resende (RJ), Porto Real (RJ), Quatis (RJ) e Campos dos Goytacazes (RJ) não foi possível verificar se houve ou não algum tipo de impacto devido à crise hídrica de 2014-2016, pois não houve relato nas reuniões do GTAOH, bem como não houve resposta ao questionário enviado e nem indícios nos dados disponíveis no SNIS e sem decretação de emergência devido à seca.

Na leitura transversal, é possível perceber que o município de **Natividade da Serra** (**SP**), que capta água diretamente do reservatório de Paraibuna, o município de Pinheiral (RJ) e Cambuci (RJ) não tiveram nenhum impacto, pois não houve relatos feitos no âmbito do GTAOH, informaram no questionário não serem impactados e também não apresentaram indícios nos dados do SNIS e nem decretos.

Em **Redenção da Serra (SP)**, foi identificada no Plano de Ações Complementares da ANA a necessidade de desassoreamento do rio junto à captação, não apresentou indícios nos dados disponíveis do SNIS, não houve decreto e não foi conseguida resposta do questionário para identificação de outros possíveis impactos.

No município de **Guararema** (**SP**) foi identificada nas vistorias realizadas pelo GTAOH a necessidade de adequação das tubulações de captação. Como não houve resposta ao questionário e nem indícios nos dados do SNIS não foi possível verificar a ocorrência de outros impactos.

Em Jacareí (SP), nas reuniões do GTAOH houve identificação da necessidade de instalação de bombas flutuantes no início da crise hídrica, porém só foram identificados impactos na captação e produção posteriormente à crise e até o momento não foram identificados os motivos que geraram a dificuldade de captação recente. Esta dificuldade de captação pós-crise foi identificada também nas respostas do questionário aplicado. Os dados disponíveis no SNIS não apresentaram indícios de impactos no sistema de abastecimento da região.

Na região de **São José dos Campos (SP)**, durante as reuniões do GTAOH, foi verificada a necessidade de desassoreamento do rio junto à captação. Infelizmente não foi possível comparar com os outros métodos utilizados devido à falta de resposta ao questionário, como também não há indícios nos dados utilizados do SNIS.

Para o sistema integrado Caçapava/Taubaté/Tremembé (SP) houve a indicação no Plano de Ações Complementares da ANA de intervenções na captação de água e relato nas reuniões do GTAOH de aparecimento de macrófitas. Os indícios encontrados nos dados do

SNIS de redução de produção e de aumento nas paralisações podem ter ocorrido devido ao aparecimento de algas informadas nas reuniões.

No município de **Pindamonhangaba** (SP) foi realizado desassoreamento do rio e nas reuniões do GTAOH foi relatado o aparecimento de macrófitas na região, embora não tenha resposta ao questionário, os dados do SNIS indicaram um redução de produção anual de água tratada e um aumento na incidência de análise de turbidez fora do padrão, que pode ser devido ao aparecimento das algas.

Já no município de **Aparecida (SP)**, o resultado obtido pelo questionário corrobora com as informações existentes nos documentos do GTAOH, a instalação de bombas flutuantes devido a problemas na captação. As respostas do questionário também complementaram as informações sobre os tipos de impactos que ocorreram devido à crise hídrica quando foi informado que houve impacto na população com desabastecimentos pontuais na região atendida. Infelizmente pelos dados ofertados pelo SNIS não foi possível verificar ou acrescentar alguma informação.

As informações obtidas pelos diversos métodos utilizados para o município de **Barra Mansa** (**RJ**) se confirmam e se complementam. Os problemas na captação e a instalação de bombas flutuantes aparecem nos relatos do GTAOH e nas respostas dos questionários, o aumento de consumo de energia elétrica por metro cúbico de água tratada pode ser reflexo do uso das bombas flutuantes. O impacto pontual no abastecimento informado no questionário pode estar refletido no aumento de paralisações do sistema. Embora os dados do SNIS apresentem uma redução na produção anual, no questionário foi indicado que não houve redução da vazão tratada devido à crise hídrica.

O município de **Volta Redonda (RJ)**, embora tenha respondido não ter sido impactado no questionário, nos relatos do GTAOH apresentou informações de piora na qualidade e a necessidade de instalação de bombas flutuantes. Os dados do SNIS, novamente não demonstraram nenhuma alteração relevante que pudesse dar indícios de algum tipo de impacto.

Em Barra do Piraí (RJ) as informações conseguidas pelos diferentes métodos se confirmam quanto a problemas na captação com instalação de bombas flutuantes, além da piora da qualidade de água informadas tanto nas reuniões do GTAOH quanto no questionário. Os dados do SNIS podem corroborar isso com a o aumento do consumo de energia elétrica e do aumento de análises com turbidez fora do padrão. As respostas ao questionaram apontaram problemas de abastecimento pontuais e os dados do SNIS confirmaram com indicação do aumento de paralisações do sistema. As informações divergentes se dão em função da redução

de produção anual percebida pelos dados do SNIS, enquanto pelo questionário a resposta foi que não houve diminuição da vazão tratada. Houve complementação de informações por parte das respostas do questionário que apontou, além dos impactos já mencionados, o aumento do uso de produtos químicos, o aumento do custo para o tratamento da água e o investimento em controle de perdas e conscientização da população quanto ao uso da água.

Já no município de **Vassouras** (**RJ**), que nas reuniões do GTAOH não indicou tantos impactos, apenas relatou a redução de vazão captada e a instalação de bombas flutuantes. Nos questionários o operador do sistema de abastecimento informou que ocorreram piora da qualidade da água bruta, redução da produção de água, aumento de uso de produtos químicos e do custo de tratamento. Pelas respostas ocorreram desabastecimentos pontuais nas regiões atendidas e redução de faturamento. Houve investimentos em controle de perdas e de conscientização da população. Infelizmente, mesmo com tantas ocorrências, os dados fornecidos pelos SNIS não conseguiram refletir essa realidade.

Paraíba do Sul (RJ) relatou durante as reuniões do GTAOH que houve redução da vazão captada. Os questionários apresentaram complementação das informações, acrescendo informações sobre interrupções na captação, impactos no tratamento e distribuição, além de investimentos em controle de perdas e conscientização da população. Novamente, os dados disponíveis no SNIS não indicaram nenhuma grande variação.

O município de **Três Rios (RJ)** não teve resposta ao questionário e nos dados do SNIS também não se pode perceber indícios de possíveis impactos. Quanto às reuniões do GTAOH só houve a indicação de instalação de bombas flutuantes.

Novamente as informações obtidas pela documentação e pelo questionário foram complementares para o município de **Sapucaia** (**RJ**). Nas reuniões do GTAOH foram relatadas dificuldades de captação e a instalação de bombas flutuantes. O questionário completou com a informação de que houve também alteração do ponto de captação. Além da informação da captação as respostas do questionário indicaram impactos no tratamento, distribuição e faturamento, além dos investimentos feitos em controle de perdas e conscientização da população quanto ao uso da água tratada.

Já o município de **Itaocara** (**RJ**) é objeto de informações conflitantes entre as fontes/métodos: enquanto relatos no GTAOH apontaram interrupções no sistema de abastecimento, impactando a população, no questionário foi informado que a alteração na captação foi realizada antes de qualquer impacto no sistema, além de ações de controle de perdas e vazamentos, de modo a não afetar a população.

Em São Fidélis (RJ) os questionários também completaram as informações conseguidas na análise documental das reuniões do GTAOH. Além das informações de problemas na captação e o prolongamento da tubulação de captação, os questionários apontaram que houve piora da qualidade da água bruta e que ocorreram impactos na parte de tratamento, distribuição e faturamento. Houve investimentos na área de controle de perdas e de conscientização da população. Novamente os dados do SNIS não apontaram indícios de impactos da crise hídrica.

Na leitura transversal, também é possível perceber, por exemplo, que no município de **São João da Barra (RJ)** as informações são complementares. Os métodos de análise dos documentos do GTAOH, aplicação dos questionários e o decreto de situação de emergência colocaram a intrusão da cunha salina como problema principal do sistema de abastecimento e a construção de poços artesianos como solução. Porém, nas respostas ao questionário e a informação do decreto de situação de emergência, foi possível identificar a construção de apenas um dos três poços previstos.

Ainda em **São João da Barra (RJ)**, os relatos do GTAOH identificaram um problema de assoreamento junto à captação e o decreto fez menção à dragagem do rio, entretanto nada disso foi informado nas respostas do questionário. Já pelo questionário, verificou-se que todo o sistema de abastecimento foi afetado devido à intrusão da cunha salina. A etapa de tratamento foi impactada tendo a vazão tratada diminuída entorno de 30% a 35% e o seu custo por metro cúbico aumentado entre 13% a 15%. Isto foi devido a alteração do processo de tratamento com acréscimo de produtos químicos. A parte de distribuição foi bastante impactada ocorrendo frequentemente desabastecimento e ocorrências de baixas pressões na rede. Isto tudo acarretou uma redução de faturamento entre 6% e 8%. Outras formas de custos indiretos identificados no questionário foram os investimentos em controle de perdas e vazamento nas redes de distribuição, e realização de campanhas para consumo consciente da população; a contratação de carros-pipa foi informada no decreto.

Apesar do município de São João da Barra (RJ) ser tão impactado, nada disso aparece nas análises feitas dos dados do SNIS.

Em suma, mesmo combinando diversas fontes e métodos de pesquisa, é complicado identificar com acurácia os impactos ocorridos, mesmo de forma qualitativa. No entanto, os resultados aqui apresentados constituem o registro mais completo de impactos da crise hídrica 2014-2016 no abastecimento público de municípios que captam águas do rio Paraíba do Sul, até o presente.

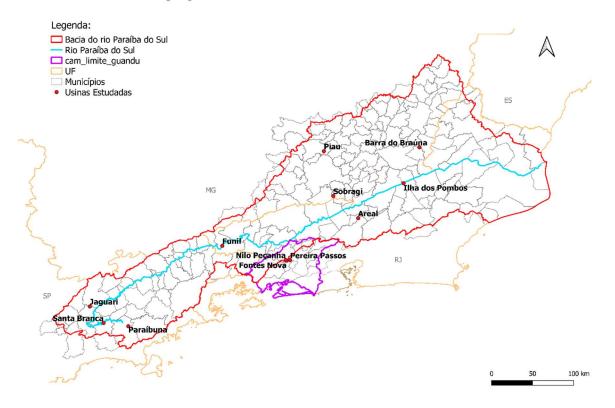
4.2 Impactos sobre o setor de hidroenergia

Conforme apresentado em detalhes no item 2.2 deste documento, o setor de hidroenergia é um importante usuário das Bacias Paraíba do Sul e Guandu. Foi este setor quem concebeu, construiu e opera o sofisticado 'Sistema Hidráulico Paraíba do Sul e Guandu', que teve sua construção iniciada na década de 50, inclusive a transposição de águas da Bacia Paraíba do Sul (rios Paraíba do Sul e Piraí) para a Bacia do Guandu.

4.2.1 Metodologia

A caracterização dos impactos da crise hídrica sobre o setor hidroelétrico compreendeu as usinas: Paraibuna, Santa Branca, Jaguari, Funil, Barra do Braúna, Areal, Ilha dos Pombos, Sobragi e Piau na bacia do rio Paraíba do Sul, e Nilo Peçanha, Fontes Nova e Pereira Passos na bacia do rio Guandu (Figura 26). A usina de Simplício não foi considerada, pois iniciou sua operação em 2013 e, desta forma, não possuía dados de referência de produção em anos menos secos.

Figura 26 - Localização das usinas do setor hidroelétrico do Sistema Hidráulico Paraíba do Sul e Guandu analisadas nesta pesquisa.



Fonte: Elaboração própria,2018

A análise dos impactos sobre o setor de hidroenergia baseou-se em duas fontes/métodos:

- Atas de reuniões e documentos do GTAOH/Ceivap, que consiste em uma análise qualitativa;
- Base dados disponível site da **ANEEL** nos no (http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/cmpf/gerencial/), utilizando-se metodologia proposta por COSTA et al. (2017)que analisou o histórico de produção de hidroenergia nas usinas do Estado do Rio de Janeiro durante a crise hídrica, comparando-a com períodos anteriores à seca. Para este trabalho, foram utilizados os dados de produção das usinas do Sistema Hidráulico Paraíba do Sul-Guandu entre 2010 e 2018, compreendendo toda a Bacia do rio Paraíba do Sul (Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais), além da Bacia do rio Guandu, no Estado do Rio de Janeiro.

Para facilitar o entendimento dos resultados, foi gerado inicialmente um gráfico com todas as usinas e, posteriormente, foram feitos outros gráficos com diferentes agrupamentos de usinas para aprofundara análise: usinas da Bacia Paraíba do Sul; e usinas da Bacia do Guandu.

4.2.2 Resultados e discussões (1): Análise documental das reuniões do GTAOH/Ceivap

A crise hídrica de 2014-2016 também afetou o setor hidrelétrico por conta das reduções das vazões do Sistema Hidráulico do Paraíba do Sul. O reservatório de Santa Branca e Paraibuna chegaram ao volume morto precisando interromper a geração de energia durante alguns dias no mês de fevereiro de 2015.

Nos registros do GTAOH, houve 9 relatos de impactos na geração de energia. No registro de 22/12/2014 foi informado que a usina de Santa Branca precisou ser operada a fio d'água. Neste mesmo registro, foi relatado a interrupção da geração de energia da usina de Paraibuna. No ano seguinte, nos registros de 03/11/2015 e 16/11/2015 do GTAOH, relatou-se novamente a suspensão da geração de energia na mesma usina, por conta de um problema excessivo de vibração das máquinas, devido à grande variação de potência ocasionada pelas alterações de vazão. A usina de Pereira Passos também noticiou, no registro de 24/08/2015,

dificuldades técnicas de operação devido à diminuição da vazão transposta. A PCH de Queluz apontou a mesma dificuldade nos registros de 10/05/2016, 13/06/2016, 18/07/2016 e 12/09/2016, quando as vazões mínimas de jusante dos reservatórios de Paraibuna, Santa Branca e Jaguari foram reduzidas por tempo mais prolongado com objetivo de aumentar os seus armazenamentos.

Em apresentação da Light sobre a operação do reservatório de Santa Branca abaixo do volume útil em 10/11/2014 foram relatadas preocupações quanto a continuidade de volumes baixos nos reservatórios principalmente quanto a parte ambiental, tais quais: estabilidade dos taludes marginas dos reservatórios, mais expostos a erosão. Isto poderia fazer com que se formassem poças na área ocupada pelo reservatório e com o aumento de temperatura ocorresse diminuição do oxigênio dissolvido acarretando mortandade de peixes e aumento de produção de algas, juntamente com o lançamento de efluentes poderia acarretar piora da qualidade de água. A médio prazo relataram preocupação que houvesse desenvolvimento de vegetação nas margens que ao ser submergida com aumento de vazões poderia ocasionar piora na qualidade de água também aumentando a DBO, sais e minerais. Embora não tenha ocorrido um período prolongado de níveis baixos nos reservatórios ocasionando esses impactos, mas é algo importante a se levar em consideração quanto ao se fala de segurança hídrica e planejamento de gestão futura.

4.2.3 <u>Resultados e discussões (2): Dados da ANEEL</u>

Para caraterização dos impactos quantitativos da crise hídrica sobre o setor hidroelétrico, foram utilizados dados de geração de energia coletados do site da ANEEL para todas as usinas hidrelétricas ao longo dos rios Paraíba do Sul e Guandu, exceto a usina de Simplício por falta de dados de referência para anos úmidos.

Observado inicialmente as usinas dos principais reservatórios da Bacia, que regularizam os rios Paraíba do Sul e Guandu, é possível visualizar uma queda significativa de geração de energia em meados de 2014 e ao longo de 2015 e 2016 (Gráfico 9).

Gráfico 9 - Geração mensal nos anos hidrológicos de 2013 a 2016 dos quatro principais reservatórios do Sistema Hidráulico (Paraibuna, Jaguari, Santa Branca e Funil).

Fonte: Elaboração própria, com dados da Aneel de 2019

Considerando agora todas as usinas geradoras do Sistema Hidráulico Paraíba do Sul-Guandu, foi construído o Gráfico 10 que apresenta os quantitativos de energia gerada nos anos hidrológicos de 2010-2011 a 2017-2018⁴. Tendo como referência, a média de geração de energia dos anos hidrológicos de 2010 a 2013 e comparando-a aos anos hidrológicos de 2013-2014 e 2014-2015, observa-se uma diminuição da geração de cerca de 19% e de 46%, respectivamente. Já a partir do ano hidrológico seguinte, 2015-2016, há indícios de recuperação do sistema, porém ainda com valores consideravelmente abaixo do período de referência. No ano hidrológico de 2015-2016 observou-se uma redução de 37% em relação à média de 2010-2013 e no ano hidrológico de 2016-2017, redução de cerca de 27% e finalizando, no ano hidrológico de 2017-2018 diminuição de 24% em relação à média de 2010 a 2013.

⁴ O ano hidrológico compreende um período entre outubro de um determinado ano e setembro do ano seguinte.

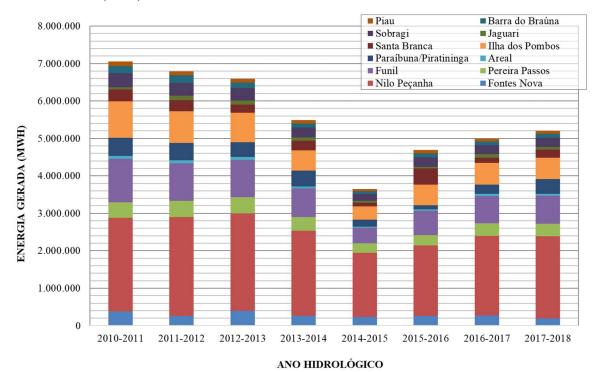


Gráfico 10 - Energia gerada nos aproveitamentos do Sistema Hidráulico Paraíba do Sul - Guandu entre 2010 e 2018 (MWh).

Fonte: Elaboração própria, com dados da Aneel de 2019

Com o objetivo de <u>avaliar a redução da geração</u>, em separado, na bacia do rio Paraíba <u>do Sul e na bacia do rio Guandu</u> (Gráficos 11 e 12), foi possível constatar, primeiramente, que a produção das três usinas do rio Guandu - que possuem em média, nos anos hidrológicos de 2010 a 2013, produção de 3.352.047MWh -, é quase equivalente às nove usinas da bacia do rio Paraíba do Sul, com média de produção nos mesmos anos de 3.459.651MWh.

■ Piau ■Barra do Braúna 4.000.000 ■ Sobragi ■ Jaguari ■ Santa Branca ■ Ilha dos Pombos 3.500.000 ■ Paraíbuna/Piratininga Areal 3.000.000 ENERGIA GERADA (MWH) 2.500.000 2.000.000 1.500.000 1.000.000 500.000 0 2010-2011 2011-2012 2012-2013 2013-2014 2014-2015 2015-2016 2016-2017 ANO HIDROLÓGICO

Gráfico 11 - Energia gerada nos aproveitamentos do Sistema Hidráulico exclusivamente na Bacia do rio Paraíba do Sul, entre 2010 e 2018.

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da ANEEL 2019

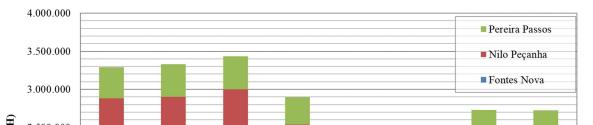
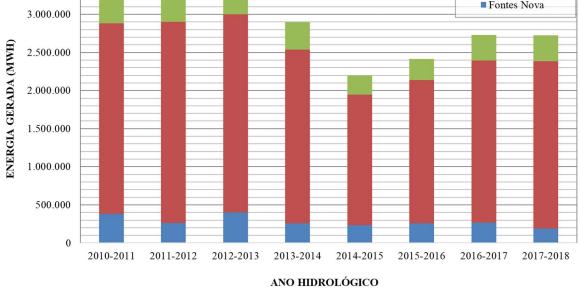


Gráfico 12 - Energia gerada nos aproveitamentos do Sistema Hidráulico exclusivamente na Bacia do rio Guandu, entre 2010 e 2018.



Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da ANEEL 2019

Ao analisar os Gráficos 11 e 12, é notória a queda de produção na bacia do Paraíba do Sul, que foi muito maior do que a redução de geração da bacia do rio Guandu. Nas usinas da bacia do rio Paraíba do Sul o percentual de redução no ano hidrológico de 2013-2014 em relação a média dos anos de 2010 a 2013 é de 12% enquanto nas usinas do Guandu foi de 7%. No ano hidrológico de 2014-2015 a redução das usinas do Paraíba do Sul foi de 30% e para as usinas do Guandu 17%. Nos anos 2015 a 2018 a produção começou a aumentar mais não atingindo os patamares dos anos anteriores à crise.

No ano hidrológico de 2015-2016 no Paraíba do Sul houve uma redução de 23% e no Guandu 14%, como se pode perceber a diferença entre as duas bacias diminuiu, muito se deve aos acionamento dos protocolos de emergências ocorridos esse ano que aumentava a vazão em Pereira Passos para tentar diminuir a intrusão salina no canal de São Francisco.

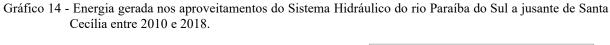
No ano hidrológico de 2016-2017 a redução nas usinas do rio Paraíba do Sul foi de 18% em relação à média de 2010 a 2013, já nas usinas do Guandu a redução foi de 9%. No ano de 2017-2018 a produção da bacia do Paraíba do Sul foi de 14% e da bacia do Guandu continuou com redução de 9%.

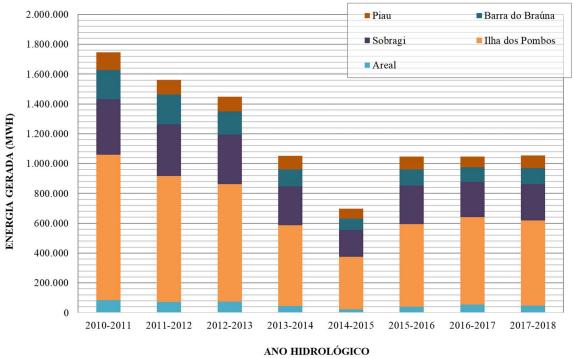
Prospectando ainda mais os dados disponíveis, investigamos <u>a redução da geração de energia somente na bacia do rio Paraíba do Sul, isolando as usinas a montante da transposição de Santa Cecília (Gráfico 13) das usinas a jusante desse mesmo ponto (Gráfico 14). Observase que não há variação na geração de energia nas usinas a jusante de Santa Cecília nos anos hidrológicos 2015-2016, 2016-2017 e 2017-2018.</u>

■ Jaguari 2.500.000 ■ Santa Branca ■ Paraíbuna/Piratininga ■ Funil 2.000.000 ENERGIA GERADA (MWH) 1.500.000 1.000.000 500.000 2010-2011 2011-2012 2012-2013 2013-2014 2014-2015 2015-2016 2016-2017 2017-2018 ANO HIDROLÓGICO

Gráfico 13 - Energia gerada nos aproveitamentos do Sistema Hidráulico a montante de Santa Cecília entre 2010 e 2018.

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da ANEEL 2019





Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da ANEEL 2019

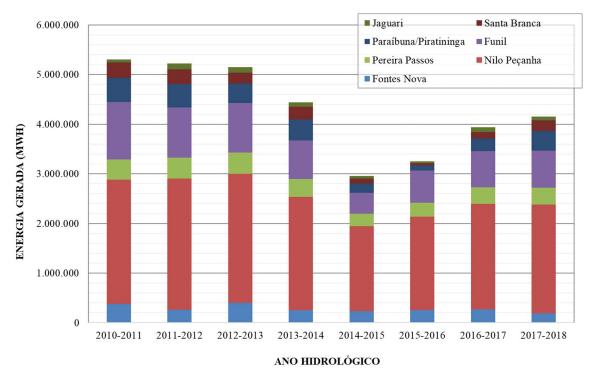


Gráfico 15 - Energia gerada nos aproveitamentos do Sistema Hidráulico do rio Paraíba do Sul a montante de Santa Cecília e no Guandu entre 2010 e 2018.

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da ANEEL 2019

4.3 Impactos sobre o setor industrial

Por serem fortemente industrializadas, as Bacias Paraíba do Sul e Guandu são fortemente demandadas pelo setor usuário industrial. Em busca de maior segurança hídrica, as indústrias de maior porte captam águas dos rios Paraíba do Sul e Guandu, sendo, portanto, dependentes do Sistema Hidráulico Paraíba do Sul-Guandu. Estas se concentram sobretudo no Vale do Paraíba paulista e no Médio rio Paraíba do Sul, em território fluminense, e no Baixo Guandu (conhecido como Canal de São Francisco).

4.3.1 Metodologia

Foram adotados três métodos de pesquisa:

- Análise documental do GTAOH/Ceivap, que constituiu a principal fonte de informação;
- Concepção e aplicação de questionários, que não produziu nenhum resultado;

 Entrevistas com atotes-chave, que ajudaram na compreensão da problemática industrial no Baixo Guandu.

É importante ressaltar o quanto foi esperado que os questionários produzissem dados primários interessantes, mesmo com dificuldades, como ocorrido com o setor de abastecimento público. Todavia, o método simplesmente não funcionou. Foram desenvolvidas as etapas:

- Concepção do questionário e sua automatização na Plataforma SurveyMonkey, que permite respostas on-line e além de facilitar as análises e apresentação dos resultados;
- Identificação dos usuários industriais por meio dos dados de outorga, fornecidos pela ANA, e o cadastro de usuários disponibilizados pelos comitês de bacia. No total foram identificadas 74 indústrias nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo;
- Pesquisa na internet e nas atas do GTAOH para obter telefones e endereços das empresas e indústrias, reduzindo esse universo para 52 contatos;
- Muitas tentativas de contato com cada empresa para identificar uma pessoa responsável e solicitar um e-mail para envio do questionário. Foram conseguidos somente e-mail de contato de 9 empresas. Nenhuma delas respondeu ao questionário, apesar dos telefonemas e e-mails repetidos de solicitação;
- Para a Bacia do Guandu, foram elaborados questionários específicos, enviados pela Plataforma para as três principais empresas que relataram impacto. Também não foram obtidas respostas oficiais, mas foram realizadas entrevistas com técnicos que estavam nas empresas durante a crise hídrica 2001-2003 e 2014-2016.

Como não houve retorno dos questionários, os resultados apresentados são baseados principalmente na análise documental das reuniões do GTAOH (atas, apresentações e documentos oficiais), complementada pela literatura – que é muito limitada – e pelas entrevistas com atores-chave.

4.3.2 Resultados e discussões

Durante a crise hídrica, houve relatos de duas indústrias no trecho paulista com problemas na captação devido ao baixo nível d'água do rio Paraíba do Sul na região de Jacareí, cuja solução foi a instalação de captação flutuante. No entanto, as indústrias que mais relataram

dificuldades foram aquelas do Canal de São Francisco, trecho final do rio Guandu, no Estado do Rio de Janeiro, são elas: Ternium Brasil (antiga ThyssenKrupp – CSA), Gerdau S/A, Furnas Centrais Elétricas S/A e Fabrica de Catalizadores Carioca (FCC). (Figura 27)

A Ternium Brasil comprou em 2017 a Companhia Siderúrgica do Atlântico - CSA da ThyssenKrupp. A fábrica entrou em operação em 2010, ocupa uma área de 9km² junto ao canal de São Francisco para fabricar produtos de aço para diversos setores industriais. Tem capacidade para produzir até 5 milhões de toneladas de placas de aço por ano e conta com mais de 6mil pessoas trabalhando diariamente. Além da produção de aço há uma termoelétrica (Unidade Termelétrica do Atlântico) com capacidade de gerar até 490 MWh. O excesso de gás, em vez de ser queimado e descartado, sofre a combustão na turbina, gerando sobra de energia que pode ser reaproveitada. A termelétrica permite que a Ternium produza energia própria, não dependa do fornecimento de energia externa e ainda repasse mais de 200MW excedentes ao Sistema Interligado Nacional (SIN). A vazão máxima captada é de 20m³/s. Esta usina não possui outra fonte de abastecimento que não seja o rio Guandu.

A **Gerdau Cosigua** (antiga Companhia Siderúrgica do Estado da Guanabara) foi construída na década de 1960 e fabrica diversos produtos em aço. Em 2007 houve uma ampliação da planta para fabricar cerca de 2,6 milhões de t/ano de aço e 2,1 milhões de t/ano de laminados. A produção gera entorno de 2,9mil empregos diretos. Porém, com a compra da usina AçoMinas pelo grupo Gerdau, a produção realizada na fábrica de Santa Cruz foi reduzida. A máxima vazão captada chegou a ser de 12m³/s, mas em função de investimentos a média de captação hoje é cerca de 1m³/s. A Gerdau possui como fonte alternativa de água uma ligação com a rede pública de abastecimento da Cedae.

A Fábrica Carioca de Catalisadores S.A. (FCC) é uma empresa que produz catalisadores e aditivos para a indústria de refino de petróleo. Ela opera com vazão média de 126m³/h de captação.

A Usina termoelétrica de Santa Cruz teve início de operação em 1967 e atualmente possui capacidade de geração 936 MW e o seu agente é Furnas Centrais Elétricas S.A. possui uma vazão média operacional de 57 m³/h.



Figura 27 - Localização das indústrias do Baixo Guandu (Canal São Francisco), no Estado do Rio de Janeiro, afetadas pela crise hídrica 2014-2016.

Fonte: Elaboração própria, com base em imagens do Google Earth.

A diminuição de vazão e consequente redução do nível da água do rio Guandu possibilitou que a água do mar penetrasse em maior extensão na foz do rio Guandu, chegando até os pontos de captação dessas indústrias, sobretudo em marés altas. Durante as reuniões do GTAOH, o Instituto Estadual do Ambiente do Estado do Rio de Janeiro (INEA)apresentava os resultados de monitoramento da cunha salina no Canal de São Francisco, evidenciando seu avanço (Figura 28).

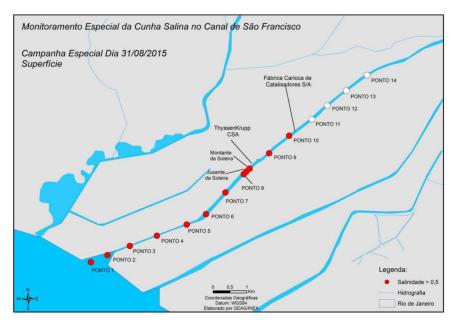


Figura 28 - Monitoramento da cunha salina na foz do Guandu em 31/08/2015 pelo INEA-RJ

Fonte: INEA, apresentação na reunião do GTAOH no dia 02/09/15.

Nas reuniões do GTAOH, houve, ao todo, 33 registros de avanço da intrusão salina entre 2014 e 2016. Deste total, em quatro ocasiões houve interrupção da produção industrial e dois registros de falta de água até mesmo para abastecimento interno das indústrias, que tiveram que recorrer a carros-pipa. A situação só não foi ainda mais grave, devido às sucessivas ações emergenciais de mitigação, adotadas ao longo das reduções contínuas de vazão do rio Guandu, definidas nas reuniões do GTAOH e referendadas pela ANA.

Dentre as ações imediatas e de curto prazo para solucionar o problema, as indústrias aumentaram a captação da água no período de maré baixa, que possui menor influência da cunha salina. Investiu-se também no aumento da reservação com vistas a utilizar este estoque durante o período de maré alta. Porém, essas medidas não se mostraram suficientes, principalmente para a empresa Ternium, que realizou uma obra para realocação do seu ponto de captação para um local mais a montante, junto à captação da FCC, de forma a sofrer menos com a intrusão salina. Com a decisão de diminuir ainda mais – e de forma significativa – a vazão do rio Guandu, os usuários de água reuniram-se para construir uma soleira na calha do rio, entre as empresas Ternium e a Gerdau, com o objetivo de instalar uma barreira para a entrada da cunha salina, permitindo assim um tempo maior de captação sem intrusão salina. A Figura 29 indica a localização da construção da soleira.



Figura 29 - Localização da construção da soleira submersa, no Canal de São Francisco, no Baixo Guandu, RJ.

Fonte: AEDIN, Apresentação na reunião do GTAOH do dia 14/05/15

A soleira demorou para ser construída e diminuiu a intrusão salina, mas não funcionou como esperado pois não conseguiu eliminar totalmente o problema naquele ponto. A soleira suscitou também conflitos com os pescadores, pois acarretou problemas na operação e dificuldades de transporte dos barcos dos pescadores, sendo colocado um guindaste para isto. A soleira foi retirada no final de 2017, depois de oficialmente superada a crise hídrica. (Figura 30)



Figura 30 - Foto do guindaste na soleira no Canal de São Francisco, Baixo Guandu, RJ

Fonte: Ceivap, 2019

No Gráfico 16, apresentado por Costa et al. (2015), é possível observar que na maior parte do tempo a intrusão salina se encontrava junto à captação da Ternium (antiga CSA). Evidencia-se também que a instalação da soleira amenizou o problema, mas não impediu que a cunha salina chegasse aos pontos de captação da Ternium e da FCC, objetivos principais da medida.

FCC (7 Km)

CSA (6 Km)

Soleira (5,2 Km)

Furnas (2,5 Km)

implantação da Soleira
Julho 2015

jun-14 jul-14 ago-14 set-14 out-14 nov-14 dez-14 jan-15 fev-15 mar-15 abr-15 mai-15 jun-15 jul-15 ago-15

Gráfico 16 - Variação da intrusão salina ao longo do tempo no Canal de São Francisco.

Campanhas de amostragem

Fonte: COSTA et al., 2015

Ao prever os próximos eventos de seca e intrusão salina, a Ternium (ex-CSA) decidiu finalmente modificar o seu sistema de captação de forma mais robusta, construindo um segundo ponto de captação de água para as atividades industriais para junto da tomada d'água da ETA Guandu, a cerca de 16km a montante da captação da FCC (entrevista em julho de 2019).

Apesar desta e de outras medidas tomadas pelas indústrias do Canal de São Francisco ao longo do período de crise hídrica (2014-2016), foi necessário acionar o Protocolo de Comunicação com o INEA, quando as vazões do rio Guandu não eram suficientes para diminuir a salinidade no local de captação. Nos relatos a Ternium informou que acionou o protocolo pelo menos 10 vezes (dias 18/01/15, 15/02/15, 13/03/15, 29/03/15, 14/04/15, 28/04/15, 06/05/15, 25/05/15, 20/07/15 e 23/07/15). A Gerdau relatou apenas um acionamento em 20/04/15.

Para dar um panorama geral da crise hídrica nas indústrias, foram resumidos os relatos apresentados nas reuniões do GTAOH (Tabela 12). Embora a crise hídrica tenha sido superada

em 2016, foram analisadas as atas de reunião até 2018. Em termos de impacto sobre o setor industrial, os relatos efetivamente se encerraram em 2016.

Tabela 12– Resumo do relato de impactos por parte dos usuários industriais nas reuniões do GTAOH, entre 2014 e 2018.

Mês da ocorrência	Resumo dos relatos no âmbito do GTAOH/Ceivap	
Junho/14	A TKCSA relatou que em função de picos de salinidade, houve a necessidade de interromper a captação. Instalaram bombas adicionais.	
Setembro/14	Houve 5 dias de interrupção da captação durante o mês na TKCSA, tendo sido acionado o protocolo de emergência.	
Outubro/14	A captação da CSA foi paralisada durante 180 horas durante 30 dias.	
Novembro/14	Foi informado que o avanço da cunha salina prejudicou a captação da TKCSA.	
Janeiro/15	A TKCSA realizou trabalhos internos para otimizar a utilização de recursos hídricos e aumentar sua capacidade de armazenamento. Acionou o protocolo de emergência no dia 18/01. Neste mesmo dia a FCC indicou aumento da salinidade em dias intercalados ocasionando paradas de 8h a 12h diárias. A Gerdau começou a captar em regime especial e ocorreu parada de 40 horas entre os dias 21 a 24/01/2015, ficando ao todo 71h no mês sem captar. Foi sugerida a construção de uma barragem para evitar a intrusão salina (soleira submersa).	
Fevereiro/15	A TKCSA informou que houve problemas na captação devido a baixa vazão nos dias 14 e 15/02, 21 e 22/02 e 28/02 e 01/03, havendo acionamento do protocolo de emergência no dia 15/02. Gerdau ficou 110 horas sem captar no mês de fevereiro.	
Março/15	Foram iniciados o projeto e o processo de licenciamento da soleira submersa. Em relação as paradas de captação a TKCSA relatou interrupções em 13/03, 28/03 e 29/03 num total de 30h, e ainda acionou o protocolo de emergência no dia 29/03. A FCC informou a interrupção de 10h no dia 20/3 e 17h no dia 21/03, enquanto a Gerdau parou de captar durante 11 h no dia 20/3 e 16h no dia 21/03, totalizando 101h sem captação no mês. Segundo representante da FIESP, a White Martins e a CEBRACE relataram que não estavam conseguindo captar com uma vazão de 30m³/s na região de Jacareí em SP.	
Abril/15	A FCC informou um total de paralisação de 30 horas até o dia 06/4, posteriormente indicando paradas de 9h em média, além de uma paralisação de 4h dia 27 e 28/04. A Gerdau informou um total de 19h parada na captação no dia 14/04 e um total de 195h em abril. Acionou o protocolo no dia 20/04. A TKCSA no dia 14/04 ficou sem captar por 24h e acionou o protocolo de emergência. O final de abril foi o mais difícil para a TKCSA, pois com mais de 48h sem conseguir captar teve que parar o processo industrial entre os dias 28 e 30/04, acionando o protocolo de emergência. Informou um custo de um milhão de dólares, ficando até sem água potável para os funcionários, dependendo de carro pipa.	
Maio/15	A TKCSA informou paradas médias de 12h, protocolo acionado em 06/05. Dias 25, 28 a 30/5 ficaram cerca de 63h sem captar. Conseguiram concluir o reservatório extra para aumentar a capacidade de armazenamento.	
Junho/15	A TKCSA relatou interrupção na captação nos dias 7 e 8/6. Nas reuniões, foram acordadas vazões alternadas de 114m³/s por 24h e 85m³/s por 12h.	
Julho/15	Término da soleira. TKCSA parada na captação média de 13h entre os dias 2 a 5/07. Nos dias 7 e 20/07 paradas de 20h. Acionado protocolo de emergência nos dias 20/7 e 23/7. Neste período houve paralisação das caldeiras.	
Agosto/15	Gerdau informou que houve 20h de paralisação devido à redução de vazão entre os dias 15 a 17/8, 48h sem captação no dia 22/8. Devido a isso foi decidido aumentar a capacidade de captação. A TKCSA teve 64h paralisação na captação em nove dias sendo necessária a instalação de nova bomba e fazer ajustes operacionais para conseguir voltar a captar. FCC ficou 25 horas sem captar após a redução para 80m³/s no dia 20/8.	

Mês da ocorrência	Resumo dos relatos no âmbito do GTAOH/Ceivap	
Setembro/15	Foi acordado que seriam praticadas vazões alternadas de 18h com 85m³/s e 36h com 70m³/s. Gerdau relatou que 44% do tempo com paralisação na captação no mês. TKCSA teve que aumentar a tolerância de condutividade na captação, paradas de 15h nos dias 17 e 18/9. Interligação das captações ficou pronta.	
Outubro/15	Gerdau informou que ficou 75% do tempo sem captar. FCCSA captando apenas em 22% do tempo, relatado que foi o pior mês do ano para a empresa. A TKCSA, mesmo com o aumento da tolerância de condutividade, houve picos maiores que a impediram de captar. Para manter a operação foi preciso utilizar carros pipa. Foi necessário executar ajustes na soleira submersa.	
Dezembro/15	A TKCSA informou que devido a redução de vazão para 74m³/s no dia 28/12, houve parada de 11h e 10h nos dias 29 e 30/12.	
Janeiro/16	A TKCSA relatou que no dia 02/01 tiveram nova interrupção devido a redução para 71m³/s no dia 01/01.	
Fevereiro/16	A TKCSA indicou parada no dia 15/02 somente.	
Abril/16	A FCC relatou que na segunda quinzena de abril ficou cerca de 10% do tempo sem captar devido a um aumento na salinidade.	
Maio/16	A FCC informou parada de 26 horas até o dia 09/05. Na segunda quinzena de maio novamente aumento da salinidade afetou a captação e tiveram que buscar alternativas.	
Junho/16	A FCC indicou parada na captação em 21% do tempo.	
Julho/16	A FCC indicou parada na captação em cerca de 19% do tempo.	

Fonte: Elaboração própria com informações do GTAOH

Esta pesquisa averiguou ainda se a crise hídrica afetou as usinas termoelétricas que captam águas no Canal de São Francisco: Usina do Atlântico, da Ternium (ex-TKCSA) e Usina de Santa Cruz, de Furnas.

O site da ONS disponibiliza gráficos com a geração de todas as usinas ligadas ao SIN. Ao gerar o gráfico de produção da Usina do Atlântico, na época da crise hídrica, três meses aparecem com baixa geração de energia: maio de 2014, março 2015 e abril de 2015. A baixa produção do ano de 2015 coincide com os relatos no GTAOH/Ceivap (Gráfico 17).

Simples Comparativo Temporal Composição

Selectione

Geração de Energia (MWmed)
Geração de Energia (MWmed)
Geração de Energia (GWh)

Escala de Tempo
Mês

Subsistema
Estado
Sudeste/Centro-... RIO DE JANEIRO

Tipo de Usina
Térmica
DO ATLÂNTICO

250

COSS (Puel causa de Tempo Riscoul - 38)

Período
Início
DI/O1/2014
31/12/2016
100

mar de 14 juil de 14 nov de 14 mar de 15 juil de 15 mov de 15

Gráfico 17 - Geração de energia mensal na Usina Termoelétrica do Atlântico (Ternium), durante a crise hídrica 2014-2016

Fonte: ONS,2019.

O Brasil possui a sua matriz energética baseada em hidroenergia, mas as usinas termoelétricas estão sendo cada vez mais utilizadas para complementar a geração de energia elétrica. Quanto à Usina de Santa Cruz, é possível verificar que ela foi reativada justamente em 2013, no início do período da crise hídrica na Bacia Paraíba do Sul. (Gráfico 18)



Gráfico 18 - Histórico de produção de energia elétrica da Usina Termoelétrica de Santa Cruz (Furnas), durante a crise hídrica 2014-2016

Fonte: ONS, 2019

4.4 Setor de agropecuário

Conforme indicado anteriormente, o setor agropecuário não é significativo como usuário dos rios Paraíba do Sul e Guandu. Há registros dessa atividade principalmente no Vale do Paraíba paulista e na foz do rio Paraíba do Sul, por meio de canais que derivam águas do rio Paraíba do Sul. Ainda assim, foram realizadas análise deste setor como objeto de pesquisa.

4.4.1 Metodologia

Como nos outros setores usuários, foi analisado primeiramente os documentos das reuniões do GTAOH. Ressalta-se, no entanto, que não foi identificamos nenhum relato de impactos sobre este setor nas atas das reuniões do GTAOH.

Optou-se, no entanto, de utilizar os dados de produção agrícola municipal do IBGE, para dar uma ideia da severidade da seca e seus impactos globais nos municípios da Bacia Paraíba do Sul por onde corre o rio Paraíba do Sul. Ressalte-se, no entanto que estes impactos não se referem a irrigantes que captam águas dos rios Paraíba do Sul e Guandu, objetos deste trabalho.

Utilizaram-se também os dados da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (SEDEC), que alimenta o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), onde há informações sobre ocorrências e gestão de riscos e desastres.

4.4.2 Resultados e discussões (1): dados de produção agrícola do IBGE

O IBGE disponibiliza anualmente a produção agrícola dos municípios brasileiros. São disponibilizadas diversas tabelas que informam a produção nacional, estadual e municipal de cada produto. Para realização dessa análise foram utilizadas as tabelas anuais de cada produto que informa a quantidade produzida por cada município entre os anos de 2001 e 2017. Foram selecionados 51 municípios pelos quais o rio Paraíba do Sul atravessa. Primeiramente foram analisados o total de produção de culturas temporárias e permanentes para todos esses municípios, depois foram separados segundo as sub-bacias para verificar se houve variação de produção de acordo com a região.

Os produtos de culturas permanentes considerados foram: abacate, algodão arbóreo, banana, borracha, cacau, café, castanha de caju, chá da índica, coco da baía, dendê, erva-mate, figo, goiaba, guaraná, laranja, limão, maçã, mamão, maracujá, marmelo, noz, palmito, pera, pêssego, pimenta do reino, sisal, tangerina, tungue, urucum e uva. Os produtos considerados de culturas temporárias são: abacaxi, algodão, alho, amendoim, arroz, aveia, batata inglesa, batata doce, cana-de-açúcar, cebola, centeio, cevada, ervilha, fava, feijão, fumo, girassol, juta, linho, malva, mamona, mandioca, melancia, melão, milho, rami, soja, sorgo, tomate, trigo e tricale. Foram excluídos dessa consideração a produção de coco baia e abacaxi, pois a informação de produção é por quantidade de frutos e não por peso como são as outras.

A produção total de culturas temporárias e permanentes apresenta média de produção entre os anos de 2001 a 2013 de 5.552.338 toneladas anuais e a média entre os anos 2001 a 2017 de 5.047.836, caracterizando uma queda de 10% entre as médias quando considerando os últimos anos. Para o Gráfico 18, com a produção geral, nota-se uma grande que danos anos de 2016 e 2017, considerando a média de produção entre os anos de 2001 e 2013 a redução é na ordem de 52% e 56% respectivamente. Quando observada a média entre os anos de 2010 e 2013 a redução é da ordem de 46% e 49% para os anos de 2016 e 2017. Essa grande variação nos últimos anos pode ser indícios de impactos da crise hídrica. (Gráfico 19)

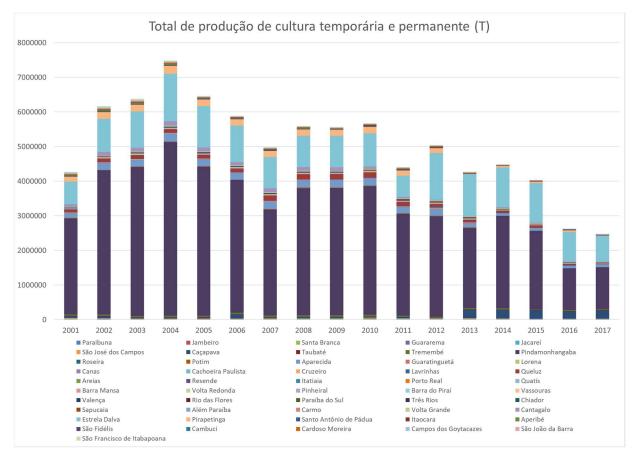


Gráfico 19 - Produção total de culturas temporárias e permanentes nos municípios que em que o rio Paraíba do Sul atravessa

Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE 2010-2017,

Quando se observa a produção considerando as divisões por bacias hidrográficas verifica-se que na parte paulista da Bacia houve uma queda de cerca de 23% na produção de 2014 em relação a média de 2001 a 2013. Em 2015, a queda foi maior, cerca de 34% e, em 2016 e 2017, a queda foi de 40% cada ano. (Gráfico 20). Já na bacia do Médio Paraíba (RJ), a queda da produção em 2014, em relação à média até 2013, foi em torno de 29%; em 2015 foi de 40%, em 2016 foi de 37% e, em 2017, houve uma redução de 55% (Gráfico 21).

Na bacia do Preto e Paraibuna (MG e RJ), o município de Chiador apresentou uma produção muito acima da média nos anos de 2011, 2012 e 2013. Esta produção pode indicar um erro nos dados fornecidos. Na bacia do Piabanha não houve grande variação na produção. (Gráfico 22)

Na bacia do Compé (MG e RJ), só houve variação de produção em relação à média nos anos de 2016, com 25% de redução, e em 2017, com 36%. (Gráfico 23)

As bacias que mais reduziram a produção foram a bacia do rio Dois Rios (RJ) e o Baixo Paraíba (MG e RJ). Na bacia do Dois Rios, a redução foi de 75% em 2014, 71% de redução no ano de 2015, 70% reduzidos em 2016 e chegando a 80% em 2017. Na bacia do Baixo Paraíba, a redução se manteve em cerca de 62% em todos os anos da crise hídrica. (Gráfico 24)

Este panorama permite concluir que os impactos da seca do setor agrícola aumentavam com a proximidade da foz do rio Paraíba do Sul.

Total de produção de cultura temporária e permanente (T) **Bacia Paulista** 6000000 5000000 4000000 3000000 2000000 1000000 0 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2010 2011 2013 2015 2016 2017 2001 2008 2009 2012 2014 ■ Paraibuna ■ Jambeiro ■ Santa Branca ■ Guararema Jacareí São José dos Campos **■** Taubaté ■ Caçapava ■ Tremembé ■ Pindamonhangaba ■ Roseira ■ Potim ■ Aparecida ■ Lavrinhas ■ Guaratinguetá Lorena Cachoeira Paulista Cruzeiro ■ Queluz

Gráfico 20 - Produção total de culturas temporárias e permanentes nos municípios em que o rio Paraíba do Sul atravessa na bacia paulista

Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE 2001-2017,

Total de produção de cultura temporária e permanente (T) Bacia Médio Paraíba do Sul Porto Real ■ Barra Mansa ■ Volta Redonda ■ Pinheiral Quatis ■ Resende **■** Itatiaia Barra do Piraí Vassouras ■ Valenca ■ Rio das Flores ■ Paraíba do Sul ■ Três Rios

Gráfico 21 - Produção total de culturas temporárias e permanentes nos municípios em que o rio Paraíba do Sul atravessa na bacia do Médio Paraíba

Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE 2010-2017,



Gráfico 22 - Produção total de culturas temporárias e permanentes nos municípios em que o rio Paraíba do Sul atravessa nas bacias Piabanha e Preto e Paraibuna

Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE 2010-2017,

Total de produção de cultura temporária e permanente (T) Bacias Compé e Dois Rios Além Paraíba ■ Volta Grande ■ Cantagalo Estrela Dalva Pirapetinga ■ São Fidélis ■ Itaocara

Gráfico 23 - Produção total de culturas temporárias e permanentes nos municípios em que o rio Paraíba do Sul atravessa nas bacias Compé e Dois Rios

Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE 2010-2017,



Gráfico 24 - Produção total de culturas temporárias e permanentes nos municípios em que o rio Paraíba do Sul atravessa na bacia Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana

Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE 2010-2017,

4.4.3 Resultados e discussões (1): decretos de situação de emergência

O objeto de estudo deste trabalho são os usuários do Sistema Hidráulico Paraíba do Sul-Guandu, e por isso, foi realizada uma busca no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, para os 51 municípios pelos quais o rio Paraíba do Sul atravessa. Foram encontradas somente três ocorrências, uma no município de São Fidélis em setembro de 2014, outra no município de São João da Barra em novembro de 2014 e a última no município de São Francisco do Itabapoana.

No município de São João da Barra foi relatado que houve redução na área de plantação de 12 hectares de coco, 25 hectares de maxixe, 18 hectares de quiabo e atraso no plantio de 500.000 mudas de abacaxi, além dos pecuaristas deixarem de plantar mais de 30.000 hectares de cana-de-açúcar para o gado. Isto representaria R\$5.000.000,00. A pecuária teve um prejuízo de R\$ 175.00,00 referente a morte de cerca de 250 cabeças de gado bovino de leite e corte.

O setor pesqueiro também foi impactado, pois com o baixo nível do rio Paraíba do Sul houve assoreamento impedindo que os pescadores conseguissem chegar ao mar para pescar. Foi informado um valor de R\$ 1.000.000,00 de prejuízo ocasionado ao setor.

O município de São Fidélis relatou prejuízo na cooperativa de laticínios em cerca de 50% da produção. A morte de animais e aquisição de cana, bem como transporte de animais mortos. Segundo o formulário de informações do desastre 80% dos produtores atingidos, com ênfase na olerícola. Os pescadores também foram afetados devido ao baixo nível do rio Paraíba do Sul.

Já em São Francisco do Itabapoana foi relatado que cerca de seis mil agricultores e suas famílias foram afetados com perda parcial ou total da produção. Houve perda de lavoura de cana-de-açúcar, mandioca, quiabo, abóbora, melancia, coco e laranja. Valor estimado para as perdas foi de R\$ 109.689.000,00. Ocorreram perdas de pasto estimadas em 20.000 há, além de perdas na produção leiteira e mortes de bovinos totalizando uma perda de R\$ 8.600.000,00.

CONCLUSÕES

A presente pesquisa teve duas contribuições principais: i) metodológica, ao propor caminhos para uma análise qualitativa dos impactos de seca; e ii) identificação e sistematização dos impactos da crise hídrica de 2014-2016, sobre os principais usuários dos setores de abastecimento público, industrial e de hidroenergia – dados estes não consolidados até o momento.

Quanto a metodologia, os relatos do GTAOH mostraram-se uma importante fonte e uma das poucas existentes sobre os impactos da crise hídrica na bacia do rio Paraíba do Sul. Apesar de configurar-se uma rica fonte de informação, os relatos são restritos aos usuários que compareceram nas reuniões e, basicamente, indicamos problemas na captação de água. No entanto, existem outros impactos que podem ocorrer, além daqueles relativos a captação.

Os questionários elaborados e aplicados foram capazes de identificar mais claramente outros impactos relacionados à escassez no setor de abastecimento. Possivelmente, o questionário elaborado para o setor industrial, caso aplicado, também poderia aportar contribuições importantes para a identificação dos impactos neste setor.

Dos métodos aplicados, os que mais demonstraram resultados foram a aplicação dos questionários e o comparativo de produção anual da geração de energia. Quanto aos dados do SNIS, apesar de contemplarem diferentes indicadores interessantes para pesquisa, este demonstrou-se incompleto e/ou inconsistente com relação as informações fornecidas pelos operadores dos sistemas de abastecimento, não refletindo o ocorrido durante a crise.

Por meio das metodologias de análise aplicadas aos principais setores usuários, propostas neste trabalho, foi possível constatar que a estiagem do Sudeste brasileiro entre os anos de 2014-2016 gerou significativos impactos negativos nos usuários dos rios Paraíba do Sul e Guandu, regularizados pelo Sistema Hidráulico do rio Paraíba do Sul e Guandu.

No setor de abastecimento público de água, foram apresentados resultados bem significativos, pois foi possível detectar impactos em todas as etapas do sistema de abastecimento. Verificou-se piora na qualidade da água bruta disponível e dificuldades na captação devido, principalmente, devido ao nível do rio. Alguns municípios diminuíram a vazão captada e alguns chegaram a ter eventos de paralisação. Para mitigar o problema foram realizadas adaptações em alguns pontos de captação.

Na etapa de tratamento ocorreram reduções das vazões tratadas e aumento no consumo de produtos químicos, acarretando custos maiores na produção. Quanto à distribuição, alguns

municípios tiveram problemas de desabastecimento e ocorrência de baixas pressões na rede, pontualmente. Afim de minimizar os impactos, muitos operadores investiram em ações de controle de perdas na rede de abastecimento, além de realizarem campanhas de conscientização da população para a redução do consumo. Com o aumento dos custos operacionais e de investimento em obras, constatou-se ainda uma redução de faturamento.

É importante ressaltar que a cidade de São João da Barra (RJ), que se localiza na foz do rio Paraíba do Sul, foi a mais afetada pela intrusão salina que ocorreu na região, chegando a acarretar desabastecimento frequente da população.

Outro ponto importante, é que uma das maiores preocupações durante a crise hídrica foi a ocorrência de uma eventual paralisação na ETA Guandu, que abastece a maior parte da Metrópole do Rio de Janeiro. Entretanto, com os esforços conjuntos, algumas adaptações na captação e no processo produtivo, a estação conseguiu produzir continuamente, não afetando o abastecimento da população.

O setor de energia também teve impactos significativos, tendo que reduzir a sua produção e, em algumas usinas, houve a interrupção da geração de energia devido ao baixo nível dos reservatórios. Outras tiveram complicações em sua operação devido à grande variação de vazões, aplicadas no período. Com as novas regras operativas do Sistema Hidráulico, o setor de hidroenergia teve mais restrições na geração.

O setor industrial, principalmente os empreendimentos localizados na foz do rio Guandu, também foram significativamente impactados e, em muitas situações, chegou-se ao limite do uso de fontes convencionais de água, tendo que adotar medidas de otimização ou até mesmo de redução de consumo para conseguir enfrentar a crise hídrica. Dentre elas, investiu-se no aumento da capacidade de captação e armazenamento, na alteração do ponto de captação, na construção de soleira submersa, além da gestão do processo produtivo para controle de consumo, campanhas de conscientização, entre outros. Mesmo com todos os esforços, em alguns momentos, houve paralização das atividades, sobretudo nos períodos mais críticos da seca.

O setor agrícola apresentou indícios de ter sido impactado, principalmente a região próxima à foz do rio Paraíba do Sul, porém, somente com os dados do IBGE, não é possível afirmar que estas reduções se deram devido à crise hídrica. Somente para os municípios que decretaram situação de emergência se pode identificar e verificar os impactos ocorridos.

Importante ressaltar que, apesar do esforço desta pesquisa, não foi possível determinar, mesmo qualitativamente, identificar todos os principais impactos causados pela crise hídrica

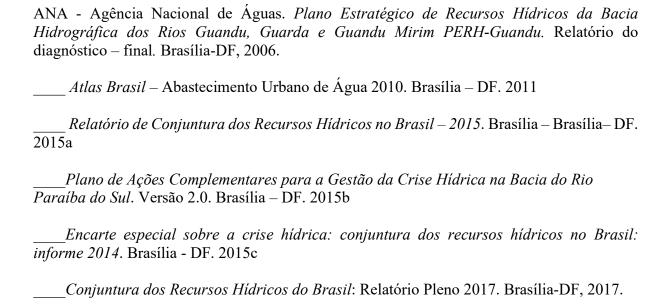
nos setores usuários. Quanto aos impactos do setor industrial, por exemplo, apesar de contar com um questionário bem estruturado, a carência de informações limitou a análise, devendo o estudo ser complementado. Mesmo com os desafios que se apresentaram na obtenção de informações, cabe destacar que a pesquisa obteve bons resultados para o setor de abastecimento público. Uma importante contribuição desta pesquisa refere-se aos questionários desenvolvidos, que podem ser aplicados a outros estudos de caso, ou mesmo em um outro evento de seca que a bacia venha a enfrentar.

Fato é que a crise hídrica evidenciou, sobretudo, que ações emergenciais podem até ser efetivas e minimizar os impactos, mas que, acima de tudo, se faz necessário criar uma lógica proativa de gestão de secas, de modo evoluir da gestão da crise para a gestão do risco. Nesse sentido, as novas regras operativas do Sistema Hidráulico Paraíba do Sul-Guandu, que foram aplicadas a partir de outubro de 2016, representam uma mudança significativa, pois tornaram o Sistema mais resiliente às secas, promovendo maior segurança hídrica aos usuários consuntivos dos rios Paraíba do Sul e Guandu. Ressalte-se que, tal medida afetou o setor de hidroenergia, pois diminuiu a flexibilidade do uso das águas reservadas para a geração de energia elétrica.

Para além dessa adaptação da operação da infraestrutura, é preciso preparar-se para a próxima seca. Experiências internacionais, e outras mais recentes no Brasil,, apontam a necessidade de uma abordagem mais proativa em relação ao risco de desabastecimento associado à seca, a exemplo do Monitor de Secas da Agência Nacional de Águas, e das propostas e experiências recentes dos planos de preparação de secas, em múltiplas escalas (SOUZA FILHO et al., 2016; DE NYS et al., 2016).

Acima de tudo, é preciso criar uma cultura de segurança hídrica de médio e longo prazos, evoluindo da lógica de aumento da oferta de água para uma gestão integrada e racional dos recursos hídricos, incluindo programas de redução de perdas e uso eficiente da água, regulamentação e estímulo ao reuso de água. É preciso também, incentivar a proteção de nascentes e mananciais estratégicos, através de restauração florestal e boas práticas do manejo do solo em áreas rurais, além de investir na implementação de sistemas de coleta e tratamento de esgoto, que geram consequências diretas na melhoria da qualidade das águas. Enfim, é preciso avançar mais – e rapidamente - na gestão e governança dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS



____Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (SAR), Brasília-DF,2019. Disponível em https://www.ana.gov.br/sar/sin/b_paraiba-do-sul. Acessado em 06 jun 2019

AGEVAP - Agência da Bacia do Rio Paraíba do Sul. *Relatório técnico – Bacia do rio Paraíba do Sul – Subsídios às ações de melhoria da gestão 2011*. Resende: 2011. 256 p. Relatório Técnico.

ANDREU, J.; SOLERA, A. Methodology for the analysis of drought mitigation measures in water resources systems. Drought Management and Planning for Water Resources, p. 133-168, 2006.

ANEEL (2019). Dados da Compensação Financeira de Usinas Hidrelétricas. http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/cmpf/gerencial/. Acessado em 12 maio 2019.

AMBROSIO, Laís Lima.; FORMIGA-JOHNSSON Rosa Maria. *Impactos da crise hídrica 2014/15 sobre os principais usuários da bacia do Guandu*. In: *XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Florianópolis/SC, 2017. Disponível em: http://evolvedoc.com.br/xxiisbrh/detalhes-230_impactos-da-crise-hidrica-201415-sobre-os-principais-usuarios-da-bacia-do-guandu>

AMBROSIO, Laís Lima., Regras e Práticas de Alocação de Água Nas Bacias dos Rios Paraíba do Sul e Guandu a Partir de Uma Abordagem Proativa. 2018 (Dissertação de mestrado) Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2018

BERRITTELLA, M. et al. *The economic impact of restricted water supply: A computable general equilibrium analysis.* Waterresearch, v. 41, n. 8, p. 1799-1813, 2007.

BATES, B. C. et al. *Climate change and water technical paper of the intergovernmental panel on climate change* (Geneva: IPCC Secretariat). Climate Change, v. 95, p. 96, 2008.

- BOTELHO, J. M.; CRUZ, V. A. G., *Metodologia científica*. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional, 2013.
- CAVALCANTI, B. S.; MARQUES, G. R. G., Recursos hídricos e gestão de conflitos: A bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul a partir da crise hídrica de 2014-2015. Revista de Gestão dos Países de Língua Portuguesa, v. 15, n. 1, p. 04-16, 2016.
- CEDAE, COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS. Livreto institucional ETA Guandu, [20--]. Disponível em https://www.cedae.com.br/Portals/0/folheto institucional guandu.pdf> . Acesso em 06 12 18
- CEIVAP Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, Profill Engenharia e Ambiente S.A. *Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul* PIRH-PS, RJ, 2018
- CEIVAP Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. *Dados gerais da bacia do Paraíba do Sul*. Disponível em: http://www.ceivap.org.br/dados-gerais.php>. Acesso em jan. 2018.
- COHIDRO AGEVAP. *Plano integrado de recursos hídricos da bacia do rio Paraíba do Sul* PIRH RP-6- Diagnóstico- Tomo I -. Rio de Janeiro, 2014.
- COPPETEC. Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro. Fundação COPPETEC/INEA. Rio de Janeiro, 2014.
- COPPETEC. Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul Diagnóstico da Situação Atual dos Recursos Hídricos. Relatório PSR-0006-R0: Fundação COPPETEC/ANA. Rio de Janeiro, 2006.
- COSTA, L.F.; FARIAS, J. E. F Jr.; FORMIGA-JOHNSSON, R. M.; SILVA, L. D. D.; ACSELRAD, M. V. Crise hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul: enfrentando a pior estiagem dos últimos 85 anos. In revista ineana v. 3 n. 1 p. 26 47 Rio de Janeiro, jul. dez 2015.
- COSTA, L. F.; FARIAS JUNIOR, J. E. F.; FORMIGA-JOHNSSON, R. M. *Impactos da estiagem 2014–2015 sobre os principais setores usuários de água no Estado do Rio de Janeiro*. Paperaccepted for oral presentation. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Florianópolis, 2017.
- COSTA, L. F et al. Análise da precipitação da bacia do rio Paraíba do Sul com enfoque nos anos de 2014 a 2017. 2018.
- DE NYS, E.; ENGLE, N.L. e MAGALHÃES, A.R. (Orgs). *Secas no Brasil*: política e gestão proativas. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE); Banco Mundial. Brasília DF, 2016.
- EXPO-ASEAC, 6, 2016, Rio de Janeiro. Como a CEDAE enfrentou a crise hídrica de 2015

- FISCHER, G. et al. Socio-economic and climate change impacts on agriculture: an integrated assessment, 1990–2080. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, v. 360, n. 1463, p. 2067-2083, 2005.
- FORMIGA-JOHNSSON, R. M, LEMOS, M. C., SOUZA-FILHO, Francisco. Segurança hídrica e capacidade adaptativa urbana e metropolitana em tempos de mudanças climáticas. In: PHILIPPI JÚNIOR, Arlindo; SOBRAL, Maria do Carmo. Gestão de bacias hidrográficas e sustentabilidade. São Paulo: Editora Manole. p. 427-459. 2019
- FREIRE-GONZÁLEZ, J.; DECKER, C.; HALL, Jim W. *The economic impacts of droughts: A framework for analysis. Ecologicaleconomics*, v. 132, p. 196-204, 2017.
- GEROE Grupo Executivo para Recuperação e Obras de Emergência, Mapa de Cobertura Vegetal e Uso do Solo do Estado do Rio de Janeiro e da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. 1995
- GTAOH Grupo de Trabalho Permanente de Acompanhamento da Operação Hidráulica na Bacia do Rio Paraíba do Sul (RJ). *Registros de reuniões, no período abril de 2014 a maio de 2019*. Disponível em http://agevap.org.br/agevap/ophidraulica.php. Acesso em 2017 a 2019
- GONZÁLEZ, F. C.; MORCILLO, J. C., Guía para la elaboración de planes de emergência por sequía em sistemas de abastecimiento urbano. Ministerio de Medio Ambiente: Associación Española de abastecimentos de agua y saneamento. 83p, 2007.
- INEA INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. *Informativo sobre estiagem*. Disponível em https://www.segurancahidricarj.com.br/estiagem . Acesso em 23 nov 2017
- IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Produção agrícola municipal: culturas temporárias e permanentes. 2001 a 2017.* Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=766 . Acesso em 22 fev. 2019
- KULSHRESHTHA, S. N.; KLEIN, K. K. Agricultural drought impact evaluation model: A systems approach. Agricultural Systems, v. 30, n. 1, p. 81-96, 1989.
- LOGAR, Ivana; VAN DEN BERGH, Jeroen CJM. Methods to assess costs of drought damages and policies for drought mitigation and adaptation: review and recommendations. Water resources management, v. 27, n. 6, p. 1707-1720, 2013.
- MARTINS, E. S. P. R., et al. *O caso técnico e institucional Monitor de Secas do Nordeste como âncora e facilitador da colaboração*. In De Nys et al. (Eds.), Secas no Brasil: política e gestão proativas. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos; Banco Mundial, 2016
- MEYER, V. et al. Assessing the costs of natural hazards-state of the art and knowledge gaps. Natural Hazards and Earth System Sciences, v. 13, n. 5, p. 1351-1373, 2013.
- PASHO, E. et al. *Impacts of drought at different time scales on forest growth across a wide climatic gradient in north-eastern Spain*. Agricultural and Forest Meteorology, v. 151, n. 12, p. 1800-1811, 2011.

- SALAMI, H.; SHAHNOOSHI, N.; THOMSON, Kenneth J. The economic impacts of drought on the economy of Iran: An integration of linear programming and macroeconometric modelling approaches. Ecological Economics, v. 68, n. 4, p. 1032-1039, 2009.
- SAMPAIO, F. P. C.; VASCONSCELOS, N. A. *Projeto preliminar de gestão ambiental da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul.* 2014. Dissertação (Projeto final de curso Graduação) Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.
- SAYERS, P. B. et al. *Strategic drought risk management: eight 'golden rules' to guide a sound approach*. International Journal of River Basin Management, v. 15, n. 2, p. 239-255, 2017.
- SNIS SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Disponível em http://app4.cidades.gov.br/serieHistorica/>. Acesso em 30 mar. 2019
- Si2D SISTEMA DE INTEGRADO DE INFORMAÇÕES SOBRE DESASTRES. Disponível em https://s2id.mi.gov.br/ Acesso em 15 jun. 2019
- SOUZA-FILHO, F. A. et al., *Documento sobre Bases Conceituais sobre Mudanças Climáticas, Impactos e Adaptação em Recursos Hídricos.* 2014.
- SOUZA-FILHO, F. A. et al. *Gestão e abastecimento hídrico: planos de preparação para a seca.* In E. De Nys, N. L. Engle & A. R. Magalhães (Eds.), Secas no Brasil: política e gestão proativas. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos; Banco Mundial. 2016
- SUN, S. et al., *Drought impacts on ecosystem functions of the US National Forests and Grasslands*: Part II assessment results and management implications. Forest Ecology and Management, v. 353, p. 269-279, 2015.
- TSAKIRIS, G., *Drought risk assessment and management. Water Resources Management*, v. 31, n. 10, p. 3083-3095, 2017.
- TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T., As múltiplas dimensões da crise hídrica. Revista USP, n. 106, p. 21-30, 2015.
- WILHITE, D. A.; SVOBODA, M. D.; HAYES, M. J. *Understanding the complex impacts of drought: A key to enhancing drought mitigation and preparedness.* Water resources management, v. 21, n. 5, p. 763-774, 2007.

APÊNDICE A – Questionários

QUESTIONÁRIO SOBRE IMPACTO DA CRISE HÍDRICA DE 2014-2016 NAS INDÚSTRIAS

1)	Informações sobre a empresa:		
	Nome: CNPJ: Município: Estado: Nome do respondente: E-mail: Telefone:		
2)	Sua empresa capta água do rio Paraíba do Sul ou do rio Guandu?		
	()Sim ()Não		
3)	Qual o(s) principal(is) produto(s) fabricado(s)?		
	()Não disponho dessa informação()Prefiro não responder()Informar produtos:		
4)	Qual o volume médio mensal de produção do principal produto?		
	()Não disponho dessa informação()Prefiro não responder()Informar volume:		
5)	Qual o número de funcionários diretos da empresa?		
	()Não disponho dessa informação()Prefiro não responder()Informar número:		
6)	Qual o número de funcionários terceirizados da empresa?		
	()Não disponho dessa informação()Prefiro não responder()Informar número:		

7)) Quantos pontos de captação a empresa possui?	
	()Não disponho dessa informação
	()Prefiro não responder
	()Informar número:
8)	3) Qual a vazão total captada dos rios Paraíba do Sul ou Guandu?	
	()Não disponho dessa informação
)Prefiro não responder
	()Informar vazão em l/s:
9)	0	quanto a captação dos rios Paraíba do Sul ou Guandu representa no total?
	()Não disponho dessa informação
)Prefiro não responder
	()Informar percentual:
10) A empresa possui outras formas de abastecimento de água? Indicar o percentuuma		empresa possui outras formas de abastecimento de água? Indicar o percentual de cada ma
	()Rede de abastecimento público
	()Captação superficial em outros mananciais (rio, lago, represa)
	()Captação subterrânea (poço))Outra. Informe qual tipo e seu percentual
	`	,
11)) A	empresa possui outorga?
	()Sim
	()Não
	()Não disponho dessa informação)Prefiro não responder
	`	,
12) A sua empresa possui cadastro no REGLA/CNARH?		
	()Sim
	()Não)Não disponho dessa informação
	()Prefiro não responder

13) Onde se gasta a maior quantidade de água captada na sua empresa?		
 ()Insumo. Parte integrante do produto ()No processo produtivo ()Não disponho dessa informação 		
()Prefiro não responder ()Outra. Informar		
14) Há necessidade de tratar a água captada antes da utilização?		
()Sim ()Não		
()Não disponho dessa informação		
()Prefiro não responder		
15) Onde são lançados os efluentes da sua indústria?		
()Não disponho dessa informação		
()Prefiro não responder		
()Informar local de lançamento		
16) Sua indústria foi afetada pela crise hídrica de 2014-2016?		
()Sim		
()Não		
17) Houve interrupção na captação do rio Paraíba do Sul ou Guandu por causa da crise hídrica?		
()Sim		
()Não ()Não disponho dessa informação		
()Prefiro não responder		
18) Quantas interrupções ocorreram?		
()Não disponho dessa informação		
()Prefiro não responder		
()Informar número de interrupções:		
19) Qual foi o maior período de interrupção?		
()Não disponho dessa informação		
()Prefiro não responder ()Informar o major período de interrupção em horas:		
r minormal o maior penouo de mierrapedo EM Nolas.		

20) Foi necessário reduzir a vazão de captação do rio Paraíba do Sul ou Guandu?		
 ()Sim ()Não ()Não disponho dessa informação ()Prefiro não responder Caso positivo, informar o percentual de redução em relação à vazão média de captação: 		
21) Houve diminuição de produção devido à interrupção e/ou redução?		
 ()Sim ()Não ()Não disponho dessa informação ()Prefiro não responder Caso positivo, indique percentualmente (ex: 20% a menos que a produção média anual em situação de normalidade hídrica) 		
22) Qual foi o impacto financeiro total devido à crise hídrica de 2014-2016, em termos de perda de produção?		
 ()Não disponho dessa informação ()Prefiro não responder ()Informar o(s) impacto(s) 		
23) Qual foi o custo dos investimentos emergenciais para evitar/mitigar o impacto da crise hídrica (em reais)?		
 ()Não disponho dessa informação ()Prefiro não responder ()Informar o custo em reais 		
24) Houve a necessidade de decretar férias coletivas devido à crise hídrica?		
 ()Sim ()Não ()Não disponho dessa informação ()Prefiro não responder 		
25) Houve demissões devido à diminuição de produção ligada a crise hídrica?		
 ()Sim ()Não ()Não disponho dessa informação ()Prefiro não responder 		

26) No pós-crise, houve uma redução da vazão total de água utilizada pela empresa em função das medidas de economia implantadas?
 ()Sim ()Não ()Não disponho dessa informação ()Prefiro não responder Caso positivo, indique a vazão em litros por segundo (L/s):
27) Qual foi a economia de água gerada no total, durante toda a crise?
()Não disponho dessa informação
()Prefiro não responder()Indicar em litros por segundo (L/s):
28) Quais foram as medidas tomadas pela empresa para evitar/mitigar o impacto da crise hídrica?
 ()Adaptação do sistema de captação ()Aumento da capacidade da reserva de água na empresa ()Manutenção de equipamento, prevenindo vazamentos ()Novos equipamentos ou processos que utilizem menos água ()Reuso de água ()Não disponho desta informação ()Prefiro não responder ()Outros:
29) Após a crise hídrica de 2014-2016 foram ou estão sendo tomadas medidas para enfrentamento de uma seca de mesma ou maior severidade?
 ()Sim ()Não ()Não disponho dessa informação ()Prefiro não responder Caso positivo, indique as medidas
30) Informações adicionais que julgar importantes

QUESTIONÁRIO SOBRE IMPACTO DA CRISE HÍDRICA DE 2014-2016 NO ABASTECIMENTO

1) Identificação Município: Empresa/Organização: Nome do respondente: E-mail: Telefone:				
2)	O seu município capta água do rio Paraíba do Sul ou do rio Guandu? () Sim () Não			
3)	Captação O município possui outros mananciais? () Captação superficial em outros mananciais () Captação subterrânea () Não possui () Outros indicar			
4)	Qual o principal manancial de abastecimento do município?			
5)	Quantos são os pontos de captação no rio Paraíba do Sul?			
6)	Qual a vazão captada do rio Paraíba do Sul em m³/h?			
7)) Qual o percentual que a captação do rio Paraíba do Sul representa no abastecimento público?			
8)	Quais os tipos de captação são utilizados? () Captação flutuante () Captação na margem por tubulações () Captação na margem por canal de derivação () Outros indicar			
9)	Existe barragem de nível? () Sim () Não			
10)	Existe barragem de acumulação? () Sim. Qual a capacidade em m³? () Não			
11)	Existem reservatórios no sistema de distribuição? () Sim. Qual a capacidade total em m³? () Não			

12) Cerca de quantas ligações há no município?

CRISE HÍDRICA

	Captação
13)	O abastecimento público do seu município foi impactado de alguma forma pela crise hídrica de 2014-2016?
	() Sim
	() Não
14)	Durante o período de estiagem nos anos 2014 e 2015 houve dificuldade na captação?
	() Sim
	() Não
15)	Houve interrupção da captação devido a crise hídrica?
	() Sim
	() Não
16)	Quantas interrupções e qual o tempo total de paralisação da captação?
	Interrupções:
	Tempo total de interrupção em horas:
17)	Durante o período de estiagem de 2014-2016 houve adequação nos pontos de captação?
	() Alteração na barragem captação
	() Alteração no nível de captação
	() Instalação de bombas flutuantes
	() Diminuição da vazão captada
	() Aumento da quantidade de bombas
	() Não foi realizada nenhuma adaptação
	() Outros indicar
18)	Estas obras atingiram o objetivo de auxiliar na captação?
	() Sim
	() Não. Porquê?
19)	A qualidade da água captada piorou?
	() Sim, bastante.
	() Sim, pouco.
	() Não
20)	Houve a necessidade de fazer uso de outra fonte de água?
	() Sim. Qual?
	() Não
	Tratamento

21) Houve diminuição na vazão tratada?

	()	Sim. Qual o percentual de redução? Não
22)	()	ve a necessidade de alteração no tipo de tratamento ou de produto químico utilizado? Sim Não
23)	()	ve aumento de consumo de produto químico por m³ de água tratada? Sim Não
24)	Hou ⁻ () ()	ve acréscimo no custo por m³ tratado devido à alteração no tratamento? Sim. Qual o percentual de acréscimo no valor? Não
25)	Hou () ()	ribuição ve falta de água em alguma área atendida? Sim, com frequência Sim, pontualmente Não
26)	()	ve problemas com baixa pressões na rede? Sim, com frequência Sim, pontualmente Não
27)	Hou () ()	ve investimento em controle de perdas/vazamentos? Sim Não
28)	Foi r	ramento ealizada alguma campanha de conscientização para redução do consumo de água pela ulação? Sim Não
29)	Hou () ()	ve aumento na tarifa de água cobra ao cliente devido à crise hídrica? Sim Não
30)	Hou () ()	ve redução de faturamento em função da crise hídrica? Sim. Qual o percentual de redução? Não
31)	Algu	ma outra informação que considere importante compartilhar conosco?