

**FACULDADE DOCTUM
ÉRIKA IÊRED MOREIRA
PALOMA MOLINA FERREIRA**

**CRISES HÍDRICAS NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL: ANÁLISE TÊMPORO-
ESPACIAL DA PUBLICAÇÃO DE DECRETOS MUNICIPAIS RELACIONADOS ÀS
SITUAÇÕES DE SECA E DE ESTIAGEM NO PERÍODO 2003-2017**

Juiz de Fora
2018

**ÉRIKA IÊRED MOREIRA
PALOMA MOLINA FERREIRA**

**CRISES HÍDRICAS NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL: ANÁLISE TÊMPORO-
ESPACIAL DA PUBLICAÇÃO DE DECRETOS MUNICIPAIS RELACIONADOS ÀS
SITUAÇÕES DE SECA E DE ESTIAGEM NO PERÍODO 2003-2017**

Monografia de Conclusão de Curso, apresentada ao curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Faculdade Doctum de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientador: Prof. Msc. Christian Ricardo Ribeiro

Juiz de Fora
2018

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Faculdade Doctum/JF

Ferreira, Paloma Molina.

Crises Hídricas na Região Sudeste do Brasil:
Análise Têmporo-Espacial da Publicação de Decretos
Municipais Relacionados às Situações de Seca e de Estiagem
no Período 2003-2017 / Paloma Molina Ferreira. Érika Iêred
Moreira – 2018.

44 folhas

Monografia Curso de Engenharia Ambiental –
Faculdade Doctum Juiz de Fora.

1. água. 2. escassez.

**ÉRIKA IÊRED MOREIRA
PALOMA MOLINA FERREIRA**

**CRISES HÍDRICAS NA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL: ANÁLISE TÊMPORO-
ESPACIAL DA PUBLICAÇÃO DE DECRETOS MUNICIPAIS RELACIONADOS ÀS
SITUAÇÕES DE SECA E DE ESTIAGEM NO PERÍODO 2003-2017**

Monografia de Conclusão de Curso,
submetida à Faculdade Doctum de Juiz de
Fora, como requisito parcial à obtenção do
título de Bacharel em Engenharia
Ambiental e Sanitária e aprovada pela
seguinte banca examinadora.

Prof. Christian Ricardo Ribeiro
Orientador e Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Prof. Matheus Machado Cremonese
Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Prof^a. Valquíria Silva Machado
Docente da Faculdade Doctum - Unidade Juiz de Fora

Examinada em: ___/___/_____.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e por ter me proporcionado chegar até aqui.

Aos meus pais, Acyr e Eliane, que nunca mediram esforços para que esse sonho fosse realizado, por estarem ao meu lado em todos os momentos.

Ao meu querido irmão, Acyr Júnior, que acreditou no meu sonho e me deu forças todos os dias.

A todos os meus familiares, que sempre me apoiaram.

Ao meu namorado, Claudio, por me apoiar em todos os momentos. Obrigada pelo companheirismo, paciência e incentivo de sempre.

A minha querida amiga Paloma, por todos os momentos que esteve comigo durante esses anos. Uma dupla da faculdade que se tornou minha dupla na vida. Obrigada por ser quem você é e por dividir comigo esse momento!

Aos meus amigos, que estão sempre presentes em minha vida. Obrigada pelos conselhos e palavras de apoio.

Ao Professor Christian Ricardo Ribeiro, pela excelente orientação. Obrigada por toda atenção, paciência, ajuda e incentivo.

Aos professores, que durante anos compartilharam seus conhecimentos, em especial Professor Matheus e Professora Valquíria por aceitarem o convite para participar da banca examinadora desta Monografia.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma fizeram parte desta conquista!

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre esteve presente em minha vida, me abençoando e me protegendo, permitindo que eu chegasse até aqui.

Aos meus pais, José Antônio e Roberta, por sempre me apoiarem e acreditarem na realização de todos os meus sonhos.

A todos os meus familiares que estiveram ao meu lado, principalmente nos momentos mais difíceis.

Ao Gabriel, meu amor, que sempre se mostrou paciente e carinhoso em toda esta etapa da minha vida.

A minha querida amiga Érika, por todos os sorrisos, lágrimas, desesperos e sonhos compartilhados durante toda faculdade. Você foi uma benção de Deus em minha vida, principalmente por ter me escolhido a sua dupla.

A minha supervisora de estágio e amiga, Geane, que me apoiou e me motivou a realizar este trabalho.

Ao amigo Nelson, por todo auxílio e paciência.

Aos colegas da Engenharia Ambiental e Sanitária, por terem tornado esse momento muito mais especial.

Ao Professor Christian Ricardo Ribeiro, pela excelente orientação e paciência, que permitiu a realização deste trabalho, mostrando-se totalmente disponível e incansável em todas as suas etapas.

Aos professores que, com solicitude, aceitaram o convite para participar da banca examinadora desta Monografia.

RESUMO

A água é um dos mais importantes recursos naturais, sendo indispensável à existência e ao bem-estar humano e à manutenção dos ecossistemas do planeta. Contudo, sua escassez está fazendo com que se torne não mais um bem livre, abundante e disponível a todos, mas um recurso parco, ao qual é atribuído valor econômico e cuja utilização deve ser objeto de pagamento pelos usuários. Diante do cenário de crescente pressão sobre os recursos hídricos, o presente trabalho propõe-se a analisar a distribuição de eventos de escassez hídrica na Região Sudeste do Brasil, a partir da sistematização dos decretos municipais de situação de emergência e de estado de calamidade pública relacionados aos eventos críticos de seca ou estiagem, com o objetivo de analisar a evolução temporal e espacial das crises hídricas no Sudeste, entre os anos de 2003 e 2017, utilizando como base dados registrados pela Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC). O resultado de toda essa análise demonstra que 337 municípios foram afetados na região, totalizando 2.226 decretos, sendo Minas Gerais o estado com o maior número de municípios, seguido pelos estados do Espírito Santo, de São Paulo e do Rio de Janeiro. Em relação às unidades estaduais de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos, o Espírito Santo tem o maior destaque, visto que todas as suas unidades apresentaram municípios que decretaram oficialmente a situação de escassez hídrica. O Estado de São Paulo apresentou o menor número de decretos, em contraste com a situação vivida pelo estado. Conclui-se que a frequência e a intensidade cada vez maiores desses eventos apontam para a necessidade de mudança dos padrões de consumo e para o aprimoramento da gestão dos recursos hídricos. Por fim, ressalta-se a importância de reforçar os esforços para a implementação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos previstos na política nacional e estaduais de recursos hídricos, que permitem ao governo e aos usuários a antecipação das ações de mitigação dos riscos associados à falta deste recurso, assim como o estabelecimento de medidas de controle de uso mais eficientes para prevenir a sua ocorrência, pois a antecipação do risco é sempre a melhor alternativa.

Palavras-chave: água, escassez, crise.

ABSTRACT

Water is one of the most important natural resources, indispensable to human existence and well-being, and to the maintenance of the planet's ecosystems. However, its scarcity is causing it to become no longer a free, abundant and available to all, but a meager resource, to which is assigned the importance and use of an object must be done by users. In view of the scenario of increasing pressure on water resources, the present work proposes a study of the distribution of water scarcity events in the Southeastern Region of Brazil, based on the definition of emergency states of the situation and the state of calamity the events of drought and drought, with the objective of making a temporal and spatial analysis of water crises in the Southeast between 2003 and 2017, using a database of the National Secretariat of Civil Defense (SEDEC). The result of all this analysis shows that 337 municipalities affected in the region, totaling 2,226 decrees, with Minas Gerais being the state with the largest number of municipalities, followed by the states of Espírito Santo, São Paulo and Rio de Janeiro. In relation to the state units for planning and management of water resources, Espírito Santo has the greatest highlight, since all its units presented municipalities that officially decreed the situation of water scarcity. The State of São Paulo presented the lowest number of decrees, in contrast to the situation experienced by the state. It is concluded that the increasing frequency and intensity of these events point to the need to change consumption patterns and to improve the management of water resources. Finally, it's important to reinforce the efforts to implement the water resource management instruments foreseen in the national and state water resources policy, which allow the government and users to anticipate the mitigation actions of the risks associated with the lack of this resource, as well as the establishment of more efficient use control measures to prevent its occurrence, since anticipation of risk is always the best alternative.

Keywords: water, scarcity, crisis.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivo Geral	12
2.2 Objetivos Específicos	12
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 Recursos hídricos no Brasil: disponibilidade e escassez	13
3.2 Gestão de recursos hídricos no Brasil	19
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1. INTRODUÇÃO

A água é um dos mais importantes recursos naturais, sendo indispensável à existência e ao bem-estar humano e à manutenção dos ecossistemas do planeta. Por isso, deve ser preservada em termos qualitativos e quantitativos para garantir a sua existência para as populações atuais e futuras. Qian (2016) define água como um recurso muito valioso, sustentando a vida humana, a produção, processos e ecossistemas. Contudo, Schor (2006) apontou que, devido à grande disponibilidade deste recurso no planeta, a água era considerada um recurso ilimitado, não havendo muitos cuidados com a sua conservação. Assim, atenção particular deve ser dada à gestão dos recursos hídricos.

O reconhecimento de que a água é um bem limitado e dotado de valor econômico, fez com que ela passasse a ser reconhecida como um recurso, semelhante aos recursos minerais quando utilizados economicamente. Por outro lado, a escassez está fazendo com que se torne não mais um bem livre, abundante e disponível a todos, mas um recurso parco, ao qual é atribuído valor econômico e cuja utilização deve ser objeto de pagamento pelos usuários (BARTH e BARBOSA, 1999).

Conforme a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura - FAO (2017), nas últimas décadas o consumo mundial de água cresceu a um ritmo duas vezes superior ao da população mundial. Dessa maneira, os recursos hídricos vêm sofrendo efeitos negativos em termos de qualidade e quantidade, a população mundial tem crescido rapidamente, aumentando assim a demanda por água e o volume de efluentes lançados nos mananciais para efeito de diluição, tanto domésticos como aqueles resultantes de processos industriais.

O atual e preocupante cenário vivenciado pelos recursos hídricos vem causando também sérios impactos financeiros em diversos setores da economia, como o da agricultura e da indústria. A ocorrência de eventos extremos que interrompem as atividades industriais, a degradação da qualidade da água que exige tratamentos caros a fim de possibilitar o seu uso, o aumento do preço da água, multas e processos judiciais relacionados a acidentes ambientais são exemplos de potenciais impactos financeiros negativos para as indústrias (CNI, 2013b).

Tucci (2010) e Tundisi *et al.* (2014) ressaltam o papel da crescente urbanização no agravamento da crise hídrica, cujo processo foi marcante no século

XX. Em 1900, somente 13% da população mundial viviam em áreas urbanas; já em 2007, a população urbana cresceu para 49,4%. Em 2050, estima-se em 69,6% o total da população vivendo em cidades. Evidentemente, suprir de água milhões de pessoas concentradas nas cidades retrata o maior desafio, sem minimizar o problema da população rural, principalmente da região semiárida.

Fontaine e Steinemann (2009) destacam que existe uma expectativa que as secas se tornem mais frequentes e graves, com demandas crescentes, provisões limitadas e incertas e efeitos das mudanças climáticas. Esta expectativa é confirmada por Mekonnen e Hoekstra (2016), quando calculam que dois terços da população global, o que representa um total de quatro bilhões de pessoas, vivem em condições de escassez severa de água pelo menos um mês do ano.

Viegas (2012) argumenta que os principais fatores da crise da água na escala global são a poluição ambiental e o aumento desenfreado da população mundial, sem que as políticas de ordenamento territorial e de meio ambiente atendam devidamente às novas demandas. Na escala nacional, por sua vez, Pegorim (2014) ressalta que a estiagem que se iniciou em 2013 e que se estendeu até fevereiro de 2015 pode ser considerada como a mais grave dos últimos 71 anos e deixou a Região Sudeste do Brasil à beira de uma crise no fornecimento de água.

O *Encarte Especial sobre a Crise Hídrica*, publicado pela Agência Nacional de Águas (ANA) em 2014, destaca a forte redução do índice de pluviosidade ocorrida desde outubro de 2013 na Região Sudeste do Brasil. Indica ainda que a crise não se relaciona apenas à redução da pluviosidade, mas também à gestão da demanda e à garantia de oferta. O estudo conclui que as vulnerabilidades relacionadas aos recursos hídricos no Brasil não se resumem à quantidade, mas também à qualidade da água disponível, apontando um conjunto de fatores que contribuem para a condição de criticidade do problema, tais como a elevada demanda e a forte poluição hídrica.

Por isso mesmo, o cenário de crescente pressão sobre os recursos hídricos, somado à variabilidade climática e à sua distribuição irregular no território nacional, impõe à administração pública, à comunidade científica e à sociedade de um modo geral, múltiplos desafios, que exigem novas ideias, estudos sistemáticos e soluções alternativas para uma gestão das águas mais eficaz e eficiente. Conhecer a evolução temporal e espacial das crises hídricas no território torna-se de fundamental importância e, assim, o presente trabalho propõe-se a analisar a

distribuição de eventos desse tipo na Região Sudeste do Brasil a partir da sistematização dos decretos municipais de situação de emergência e de estado de calamidade pública relacionados aos eventos críticos de seca ou escassez hídrica.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do presente trabalho é o de analisar a evolução temporal e espacial das crises hídricas na Região Sudeste do Brasil por meio do levantamento dos decretos municipais de declaração de situação de emergência e de estado de calamidade pública por seca ou estiagem entre os anos de 2003 e 2017.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar o levantamento e a organização dos decretos de declaração de situação de emergência e de estado de calamidade pública por seca ou estiagem, editados pelos municípios dos estados da Região Sudeste do Brasil entre os anos de 2003 e 2017;
- Identificar e mapear os municípios da Região Sudeste atingidos por eventos de seca e/ou estiagem no período de 2003-2017;
- Analisar a evolução do número e da distribuição dos municípios da Região Sudeste atingidos por eventos de seca e/ou estiagem, por ano, por estado e por unidade de gerenciamento de recursos hídricos, no período considerado.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Recursos hídricos no Brasil: disponibilidade e escassez

Os recursos hídricos correspondem à parcela de água doce, superficial e/ou subterrânea, disponível para qualquer tipo de uso em uma determinada região ou bacia hidrográfica (PEREIRA, 2004). Eles apresentam um dos mais importantes recursos naturais que o homem utiliza, sendo fundamentais para a sua sobrevivência. Contudo, a sua utilização tem resultado em problemas e até em conflitos, não só de escassez dos mesmos, mas também de degradação de sua qualidade. Sendo assim, ao se tratar do tema disponibilidade hídrica, os aspectos quantitativos e qualitativos devem ser levados em conta com total importância.

Sobre a quantidade hídrica, observa-se que em um sistema hídrico, como uma bacia hidrográfica, tem como saída uma vazão que varia temporalmente e espacialmente dentro da mesma, ou seja, ela tem como resposta à precipitação que ocorre sobre ela, a vazão no tempo, que representa a integração dos efeitos da precipitação, tipo e uso do solo, geologia e morfologia da bacia. Neste caso, a disponibilidade hídrica é entendida como a parcela vazão que pode ser utilizada pela sociedade para o seu desenvolvimento, sem comprometer o meio ambiente aquático (TUCCI, 2008).

Em relação ao aspecto qualitativo da água, é um fator que determina sua disponibilidade para diversos usos, tais como o abastecimento humano, recreação, produção de alimentos e industrial. É condicionado por variáveis naturais ligadas, por exemplo, ao regime de chuvas, escoamento superficial, geologia e cobertura vegetal, e por impactos antrópicos, como o lançamento de efluentes e o manejo dos solos. Além disso, tem grande impacto na saúde pública e na qualidade de vida da população. No ciclo hidrológico, a água flui pelos corpos hídricos da bacia hidrográfica, tornando-se disponível ao homem e adquirindo as características que definem sua qualidade (ANA, 2017).

A disponibilidade hídrica possui condicionantes de variabilidade no tempo e no espaço e não está limitada ao uso consuntivo, mas também às alterações que pode produzir no hidrograma do rio em relação às condições pré-existentes, com importantes restrições quantitativas e qualitativas, conforme já mencionado, estabelecidas para atender os diferentes usos ao longo do tempo e do espaço, além

de manter a integridade ambiental. O exemplo do uso consuntivo deriva volume de água para o abastecimento de água doméstico e industrial ou irrigação, reduzindo a vazão no curso de água, diminuindo a disponibilidade para jusante e alterando as condições ambientais e de qualidade da água (TUCCI, 2008).

O Brasil apresenta a maior disponibilidade hídrica superficial entre os países do mundo, respondendo por aproximadamente 14%. A vazão média anual dos rios é de cerca de 180 mil m³/s, o que reflete à importância de sua disponibilidade hídrica regional e mundial. Dessa forma, o país é classificado com possuidor de uma alta disponibilidade (vazão média por habitante), com cerca de 33 mil m³/hab./ano. Porém, essa distribuição não é uniforme, apresentando uma grande variação entre regiões e épocas do ano. Além disso, ocorrem problemas de escassez, devido à distribuição irregular dos recursos hídricos, pois a região norte na qual habitam 7% da população brasileira detêm 80% dos recursos hídricos (ANA, 2013).

De acordo com a publicação *Conjuntura 2017*, elaborada pela ANA, o fluxo da água no Brasil pode ser avaliado de forma similar ao ciclo hidrológico em uma bacia hidrográfica, compreendendo as águas superficiais e as águas subterrâneas. As principais entradas de água no território correspondem à chuva e às vazões procedentes de alguns países como Peru, Bolívia, Colômbia, Equador, Venezuela, Guiana e Suriname, basicamente na Amazônia. Essa água é utilizada por atividades econômicas, como indústrias e agricultura, retorna ao ambiente e sai do território seja para o Oceano Atlântico seja para países vizinhos na bacia platina. As águas em território brasileiro percorrem diversas bacias, atendendo aos diferentes usos.

A Resolução nº 32, de 15 de outubro de 2003, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), estabeleceu a divisão do território brasileiro em 12 regiões, conforme expostas no Quadro 1 e ilustradas no mapa a seguir, como forma de apoiar o planejamento em escala nacional. Essas regiões foram instituídas visando orientar o planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos em todo o país. São regiões hidrográficas: bacias, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas próximas, com características naturais, sociais e econômicas similares (ANA, 2010).

Quadro 1: Divisão Hidrográfica Nacional

Região Hidrográfica Amazônica	É constituída pela bacia hidrográfica do rio Amazonas situada no território nacional e, também, pelas bacias hidrográficas dos rios existentes na Ilha de Marajó, além das bacias hidrográficas dos rios situados no Estado do Amapá que deságuam no Atlântico Norte.
Região Hidrográfica do Tocantins/Araguaia	É constituída pela bacia hidrográfica do rio Tocantins até a sua foz no Oceano Atlântico.
Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental	É constituída pelas bacias hidrográficas dos rios que deságuam no Atlântico - trecho Nordeste, estando limitada a oeste pela região hidrográfica do Tocantins/Araguaia, exclusive, e a leste pela região hidrográfica do Parnaíba.
Região Hidrográfica do Parnaíba	É constituída pela bacia hidrográfica do rio Parnaíba.
Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental	É constituída pelas bacias hidrográficas dos rios que deságuam no Atlântico - trecho Nordeste, estando limitada a oeste pela região hidrográfica do Parnaíba e ao sul pela região hidrográfica do São Francisco.
Região Hidrográfica do São Francisco	É constituída pela bacia hidrográfica do rio São Francisco.
Região Hidrográfica Atlântico Leste	É constituída pelas bacias hidrográficas de rios que deságuam no Atlântico - trecho Leste, estando limitada ao norte e a oeste pela região hidrográfica do São Francisco e ao sul pelas bacias hidrográficas dos rios Jequitinhonha, Mucuri e São Mateus.
Região Hidrográfica Atlântico Sudeste	É constituída pelas bacias hidrográficas de rios que deságuam no Atlântico - trecho Sudeste, estando limitada ao norte pela bacia hidrográfica do rio Doce, inclusive, a oeste pelas regiões hidrográficas do São Francisco e do Paraná e ao sul pela bacia hidrográfica do rio Ribeira.
Região Hidrográfica do Paraná	É constituída pela bacia hidrográfica do rio Paraná situada no território nacional.
Região Hidrográfica do Uruguai	É constituída pela bacia hidrográfica do rio Uruguai situada no território nacional, estando limitada ao norte pela região hidrográfica do Paraná, a oeste pela Argentina e ao sul pelo Uruguai.
Região Hidrográfica Atlântico Sul	É constituída pelas bacias hidrográficas dos rios que deságuam no Atlântico - trecho Sul, estando limitada ao norte pelas bacias hidrográficas dos rios Ipiranguinha, Irirí-Mirim, Candapuí, Serra Negra, Tabagaça e Cachoeira, inclusive, a oeste pelas regiões hidrográficas do Paraná e do Uruguai e ao sul pelo Uruguai.
Região Hidrográfica do Paraguai	É constituída pela bacia hidrográfica do rio Paraguai situada no território nacional.

Fonte: Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, Ministério do Meio Ambiente n.º 32, de 15 de outubro de 2003.

Mapa 1 - Regiões Hidrográficas do Brasil



Fonte dos dados:
ANA (2014)
Organização e execução:
Érika Iêred Moreira
Paloma Molina Ferreira
Órgão:
Instituto Doctum de Educação e Tecnologia
Data de elaboração:
Novembro/2018



Sistema de Coordenadas e de Projeção:
Geographic Coordinate System (LAT/LONG)
Datum Horizontal:
SIRGAS 2000

O território brasileiro detém, em termos gerais, uma grande oferta hídrica. Estima-se que o país detém cerca de 12% da disponibilidade de água doce no planeta, mas por outro lado, também possui uma diferença significativa entre suas regiões hidrográficas no que diz respeito à oferta e à demanda de água. Nesse contexto, enquanto bacias localizadas em áreas com uma combinação de baixa disponibilidade e grande utilização dos recursos hídricos podem enfrentar situações de escassez e estresse hídrico, outras se encontram em situação confortável, com o recurso em abundância. A Região Hidrográfica Amazônica, por exemplo, detém 74% dos recursos hídricos superficiais e é habitada por menos de 5% da população brasileira (ANA, 2010).

Os estados brasileiros possuem características distintas quanto à quantidade e a qualidade das águas superficiais, embora estejam conectadas geograficamente. Alguns deles possuem papel fundamental na entrega de água, pois em seu território estão localizadas nascentes de importantes cursos d'água que adentram os limites de outros estados, como por exemplo, os estados de Minas Gerais e Goiás. Outros estados recebem e fazem uso de água proveniente dos estados fornecedores, como exemplos o Rio de Janeiro e a Bahia. A Tabela 1 apresenta a distribuição os recursos hídricos no Brasil, divididos por região:

Tabela 1: Recursos hídricos no Brasil por região

Região	Densidade demográfica (hab/km²)	Concentração dos recursos hídricos do país
Norte	4,12	68,50%
Nordeste	34,15	3,30%
Centro-Oeste	8,75	15,70%
Sudeste	86,92	6%
Sul	48,58	6,50%

Fonte: adaptado de ANA (2010).

Com base nos estudos e análises apresentados pela publicação *Conjuntura 2017*, elaborada pela ANA, confirma-se a ocorrência de áreas com maior vul-

nerabilidade quanto à oferta de água, tanto em termos de quantidade quanto de qualidade dos recursos hídricos no Brasil. Os fatores que levam a essa criticidade são peculiares a cada região, como na Região Sudeste, que apresenta algumas bacias hidrográficas com problemas de criticidade mais relacionados à alta demanda e à poluição hídrica, principalmente devido ao lançamento de cargas orgânicas nos cursos d'água, do que a fatores naturais relacionados à disponibilidade hídrica. Esta é uma consequência direta da maior concentração populacional existente na região.

Ainda conforme o relatório, a crise hídrica ocorrida no Sudeste em 2014, impactou os sistemas de abastecimento de água das regiões mais populosas e com maior demanda hídrica do Brasil, como a bacia do Paraíba do Sul. Naturalmente, essa bacia caracteriza-se por conflitos entre usuários de água, estando localizada entre os maiores polos industriais e populacionais do país. Através de um intrincado e complexo conjunto de estruturas hidráulicas, ocorre a transferência de até 160 m³/s de água para a bacia do rio Guandu, incluindo uma vazão média de 43 m³/s para a Estação de Tratamento de Água (ETA) Guandu, que abastece cerca de 9 milhões de habitantes da Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

Em São Paulo, o Sistema Cantareira também foi prejudicado pela crise hídrica ocorrida em 2014 e 2015. Houve uma série de conflitos internos ao Estado, envolvendo o abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), na bacia do Alto Tietê, e da Região Metropolitana de Campinas, na bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ). Em 2010, estudos da ANA, em sintonia com os trabalhos do *Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista*, apontou São Paulo em situação de baixa garantia hídrica para o horizonte de 2015, já identificando a necessidade de investimentos em outros mananciais para diminuição do risco de desabastecimento.

Em 2016, outras bacias da Região Sudeste enfrentaram crises hídricas, como as bacias do São Mateus (Minas Gerais e Espírito Santo) e do Pardo e Mucuri (Minas Gerais e Bahia). Nessas bacias houve restrições de uso e intensificação da fiscalização. Em decorrência da redução na vazão do rio Pardo, foram cadastrados 41 usuários de água à montante da captação para abastecimento de Taiobeiras (Minas Gerais), visando a sua regularização. A área irrigada total correspondeu a 68,3 ha, sendo inferior a 1 ha na maioria das propriedades. A crise hídrica na região ocasionou dificuldades aos usuários de água, incluindo o abastecimento de cidades

do Nordeste de Minas Gerais, Norte do Espírito Santo e até do Extremo Sul da Bahia (ANA, 2017).

3.2 Gestão de recursos hídricos no Brasil

Venâncio *et al.* (2009) destacam em seu trabalho que os recursos hídricos, abordados através da evolução das legislações, passaram da condição de infinitos e inesgotáveis para o status de fatores de produção, o que requer a manutenção da quantidade, qualidade e logística deste recurso. A publicação *Conjuntura*, elaborada pela ANA em 2017, realiza a divisão da evolução da gestão sobre recursos hídricos, traduzidas através das legislações, em dois fatos históricos, a saber:

- Código das águas (1934) - gestão centralizada e administração setorial, com predominância do setor elétrico.
- Lei das águas (1997) e Lei da ANA (2000) – gestão descentralizada e administração participativa visando usos múltiplos, sendo que a lei das águas é considerada como um marco importante e fundamental para a gestão de recursos hídricos.

O código das águas, traduzido pelo Decreto-Lei Federal 24.643, de 10 de julho de 1934, foi a primeira legislação específica para recursos hídricos no Brasil. Entre os principais pontos abordados no código, destaca-se a classificação das águas em relação a seus usos, sendo classificadas em públicas de uso comum ou dominicais, águas comuns e águas particulares. O código também garantia a propriedade privada da água, resguardava a utilização do potencial hidráulico como recurso estratégico e estabelecia critérios para tratativas de casos de poluição.

Sem dúvidas o Código das Águas representa um marco na legislação brasileira e, se hoje é considerado antigo em alguns aspectos, como por exemplo a proteção das águas, ele estava adequado aos interesses e necessidades da época. Foi com o passar do tempo que as condições econômicas, tecnológicas e hidrológicas da época e vigentes na elaboração do Código se alteraram, e a norma existente deixou de se adaptar à realidade (SETTI, 2005, p. 156).

Além disso, o Código de Águas dispõe sobre a classificação e a utilização das águas, dando bastante ênfase ao aproveitamento do potencial hidráulico que, na década de 1930, representava uma condicionante fundamental do progresso industrial que o Brasil desejava. Braga *et al.* (2006, p. 642) confirmam que, de fato, o

grande mandatário da regulação hídrica desde a década de 1920 até os anos 80 foi o setor de geração hidrelétrica, a princípio, de iniciativa do setor privado e, posteriormente, sob orientação do Estado.

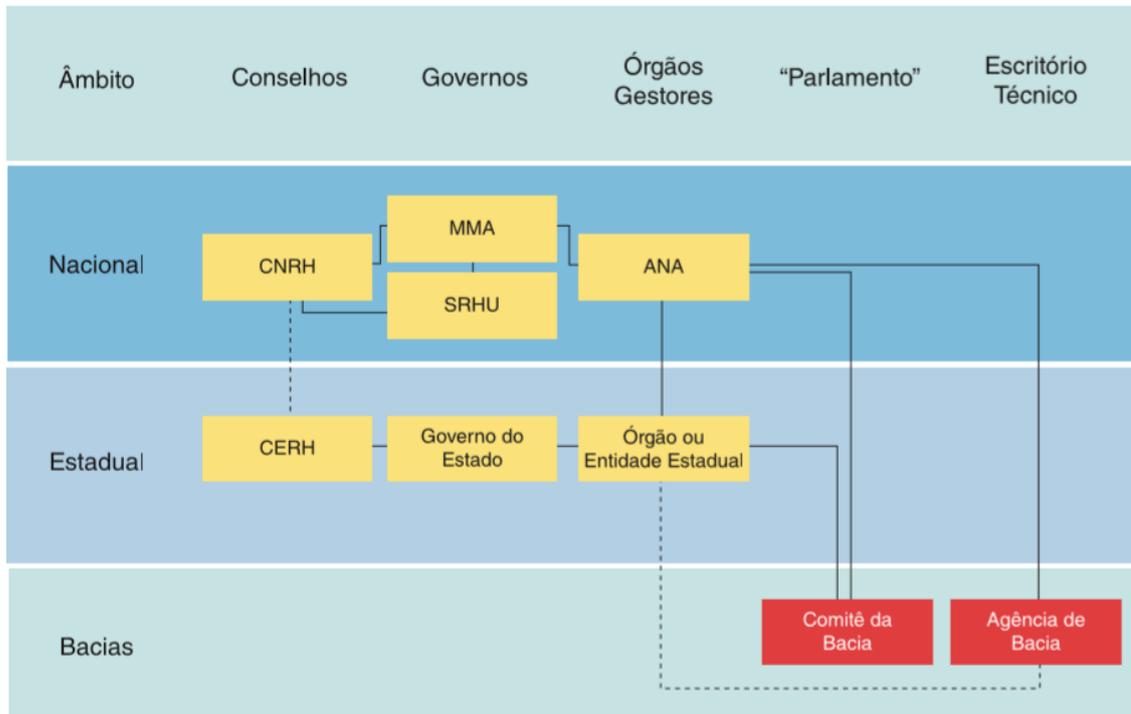
Essa centralização setorial da gestão durou até a década de 1970, pois a legislação brasileira sobre recursos hídricos preocupava-se, principalmente, em regularizar a propriedade e o uso da água, sem se ater às necessidades de conservação e preservação, principalmente em razão da abundância relativa de água no país e da percepção de que se tratava de um recurso renovável e, portanto, infinito (MMA, 2006, p. 49).

A influência dos movimentos vinculados à proteção ambiental, que ganhavam força em todo o mundo, refletiu-se de forma lenta e gradual no Brasil, especialmente no que se refere à preocupação com a preservação e a conservação dos recursos hídricos, seja em relação aos seus aspectos quantitativos e qualitativos. Desta forma, na Constituição Federal de 1988, a questão ambiental ganha um capítulo específico, fundamentado no princípio geral de que “todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988).

A Constituição Federal de 1988 apresenta dois aspectos relevantes para a gestão de recursos hídricos, principalmente ao determinar como competência da União, a criação de um Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), que tem o objetivo de coordenar a gestão integrada das águas, além de planejar e regular seu uso, prevenção e recuperação, arbitrando, de forma administrativa, conflitos relacionados a esses recursos e também promover a cobrança de uso de recursos hídricos.

Cabe destacar que a evolução da gestão dos recursos hídricos está relacionada aos avanços da implementação do SINGREH. Essa análise torna-se estratégica no sentido de destacar a participação colaborativa dos atores principais do sistema, que pode ser analisado através da Figura 1.

Figura 1: Matriz Institucional do SINGREH



Fonte: ANA (2009).

Após quase uma década de avanços, foi finalmente promulgada, em 8 de janeiro de 1997, a Lei Federal n.º 9.433, instituindo a Política Nacional de Recursos Hídricos e organizando o setor de planejamento e gestão da água no país. A Lei das Águas, como ficou conhecida, refletiu “a crise institucional e ambiental derivada do histórico de uso irracional, degradação da qualidade da água e rarefação dos estoques hídricos no país” (MAGALHÃES JÚNIOR, 2007, p. 134). Neste sentido, o conhecimento sistemático e periódico sobre a gestão dos recursos hídricos, em escala nacional, contribui para a avaliação da implementação da PNRH e a sua articulação com as políticas estaduais.

A PNRH possui os seguintes fundamentos: a água é um bem público; é um recurso natural limitado e com valor econômico; deve-se garantir os usos múltiplos da água; em caso de escassez, os usos prioritários são o abastecimento público e a dessedentação animal; a bacia hidrográfica é a unidade de gestão de recursos hídricos e; a gestão dos recursos hídricos deve ocorrer de maneira descentralizada. Além de destacar os fundamentos e objetivos da Lei a mesma apresenta os instrumentos de gestão a serem utilizados para que se façam cumprir o estabelecido, a saber:

- I - Os Planos de Recursos Hídricos;
- II - O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- III - A outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- IV - A cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- V - A compensação a municípios;
- VI - O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Rezende (2002) elenca três componentes de sustentabilidade nesta legislação, a saber: a disponibilidade de água, a utilização racional e a utilização integrada. A disponibilidade de água deve facultar a todos o acesso à água em quantidade e qualidade satisfatórias para as atuais e futuras gerações. O uso racional deverá ser buscado por meio da aplicação dos instrumentos de outorga de direito de uso da água e da cobrança. Os demais instrumentos deverão articular-se de forma a fundamentar a tomada de decisão quanto ao uso dos recursos hídricos, evitando a ocorrência de conflitos.

Segundo o Artigo 33 da Política Nacional de Recursos Hídricos, alterado pela Lei 9.984, de 17 de julho de 2000, a matriz institucional da Política Nacional de Recursos Hídricos, é constituído pelos seguintes entes, conforme Quadro 2.

É importante destacar, no contexto da composição proposta pela PNRH para o SINGREH, os Comitês de Bacia Hidrográfica, pois os mesmos retratam um tipo de organização totalmente nova na administração dos bens públicos no Brasil. Os Comitês estão postulados no Artigo 37 da PNRH, e têm como área de atuação a totalidade de uma bacia hidrográfica; uma sub-bacia hidrográfica de tributário do curso de água principal da bacia, ou de tributário desse tributário; ou um grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas. Conforme o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, o Comitê é um órgão colegiado que conta com a participação dos usuários, da sociedade civil organizada, de representantes de governos municipais, estaduais e federal (BRASIL, 2005b). Este órgão atua como um “parlamento das águas”, pois é o local de decisão no âmbito de cada bacia hidrográfica.

Quadro 2: Matriz Institucional da PNRH

Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH	Órgão consultivo e deliberativo criado pela Lei nº 9.433, de 1997, com a função de atuar na formulação da Política Nacional de Recursos Hídricos, que teve sua regulamentação e instalação no ano seguinte, com o Decreto nº 2.612, de 6 de junho de 1998.
Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano - SRHU/MMA	Integrante da estrutura do Ministério do Meio Ambiente, que atua como secretaria executiva do CNRH.
Agência Nacional de Águas – ANA	Autarquia sob regime especial criada pela Lei nº 9.984, de 2000, que tem atribuições de outorgar e fiscalizar os usos da água e também de implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos e coordenar o SINGREH.
Conselhos de Recursos Hídricos dos estados e do Distrito Federal – CERHs	Órgãos consultivos e deliberativos instituídos pelas unidades da federação, que têm a função de formular a Política de Recursos Hídricos no âmbito da respectiva unidade federativa.
Órgãos Gestores Estaduais e do Distrito Federal – OGRHs	Órgãos com competência de outorgar e fiscalizar o uso dos recursos hídricos em rios de domínio dos estados e do Distrito Federal e de implementar os Sistemas Estaduais e Distrital de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
Comitês de Bacias Hidrográficas – CBHs	Colegiados integrantes do SINGREH onde são debatidas, no âmbito das bacias hidrográficas, as questões relacionadas à gestão dos recursos hídricos.
Agências de Água	Instâncias técnicas e executivas que também atuam como secretaria-executiva do respectivo Comitê de Bacia.

Fonte: ANA (2013).

Ainda que a gestão ampla dos recursos hídricos fique a cargo do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, no nível federal, e sob responsabilidade dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos no nível estadual, Oliveira (2007) ressalta a importância da atuação dos Comitês de Bacias Hidrográficas como um importante órgão gestor dentro de sua área de atuação. Isso se deve ao fato de que esse órgão colegiado está próximo à ocorrência dos fatos, além de ter, em sua composição, a participação da sociedade civil organizada.

Tais Comitês, conforme disposto na Lei nº 9.433/97, têm as atribuições de promover o debate das questões relacionadas aos recursos hídricos da bacia; articular a atuação das entidades que trabalham com este tema; arbitrar, em primeira instância, os conflitos relacionados a recursos hídricos; aprovar e acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da Bacia; estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem

cobrados; estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo, dentre outras.

Em seu artigo 39, a Lei nº 9.433/97 determina que constituirão os Comitês em rios de domínio da União representantes públicos da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos municípios e representantes da sociedade, tais como usuários das águas de sua área de atuação e das entidades civis de recursos hídricos com atuação comprovada na bacia.

É de responsabilidade da Agência Nacional das Águas (ANA) proporcionar o suporte financeiro e técnico à estruturação de Comitês de Bacias Hidrográficas, e integrar interestadualmente as partes que o compõem, através da realização de eventos para os diferentes setores usuários dos recursos hídricos, definindo a pauta prioritária para ações e intervenções nas bacias hidrográficas, elaborando planos de trabalho dos Comitês, realizando convênios e descentralizando a gestão dos recursos hídricos.

De acordo com Ramos (2005), a atuação dos Comitês tem demonstrado algumas dificuldades, tais como a falta de informações, por parte de seus membros, sobre a bacia; poucas pessoas sabem da existência do Comitê de bacia; falta de recursos para a recuperação das bacias; falta de capacitação para os próprios membros dos Comitês; e falta de pessoas qualificadas em recursos hídricos para suprir a demanda dos Comitês. Sendo assim, é preciso ter em mente, ainda, que, para que os Comitês exerçam uma efetiva gestão pública colegiada, integrada, é necessário que eles ajam visando ao “ajuste de interesses entre as propostas resultantes do diagnóstico técnico-científico e das legítimas aspirações e conhecimentos da população” (MACHADO, 2003, p.128).

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho foi desenvolvido com base em dados dos registros da Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC), fonte oficial de dados sobre a incidência de eventos críticos no Brasil, vinculada ao Ministério da Integração Nacional (MI), consolidados a partir dos decretos de declaração de situação de emergência (SE) e de estado de calamidade pública (ECP), expedidos pelos municípios e, posteriormente, homologados e reconhecidos pelos Estados e pela União, respectivamente.

De acordo com a SEDEC, a situação de emergência refere-se ao reconhecimento legal pelo poder público de situação anormal, provocada por um ou mais desastres, causando danos suportáveis e superáveis pela comunidade afetada. Já o estado de calamidade pública é o reconhecimento legal pelo poder público de situação anormal, provocada por desastres, causando sérios danos à comunidade afetada, inclusive à incolumidade e à vida de seus integrantes. Como “desastre” entende-se o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais.

A pesquisa realizada foi dividida em duas etapas, sendo que a primeira constitui no levantamento dos decretos municipais no sítio eletrônico da SEDEC. Foram utilizados os filtros de busca “estiagem” e “seca”, com o objetivo de identificar todos os decretos reconhecidos. O período de busca de dados se iniciou pelo ano de 2003, pois na data da consulta não se encontraram dados disponíveis anteriores, e foi finalizado no ano de 2017, pois o reconhecimento dos decretos municipais pelo Governo Federal pode levar alguns meses.

O evento de estiagem é considerado existente quando há um atraso superior a quinze dias do início da temporada chuvosa e quando as médias de precipitação pluviométricas mensais dos meses chuvosos permanecem inferiores a 60% das médias mensais de longo período, da região considerada (CASTRO, 2003). Seus impactos na sociedade resultam da relação entre eventos naturais e as atividades socioeconômicas desenvolvidas na região, por isso a intensidade dos danos gerados é proporcional à magnitude do evento adverso e ao grau de vulnerabilidade da economia local ao evento (CASTRO, 2003).

O fenômeno de seca, do ponto de vista meteorológico, é uma estiagem prolongada, caracterizada por provocar uma redução sustentada das reservas hídricas existentes (CASTRO, 2003). Sendo assim, seca é a forma crônica do evento de estiagem (KOBAYAMA *et al.*, 2006). O desastre seca também é considerado um marco social, pois caracteriza uma situação de pobreza e estagnação econômica, advinda do impacto desse fenômeno meteorológico adverso. Desta forma, a economia local, sem a menor capacidade de gerar reservas financeiras ou de armazenar alimentos e demais insumos, é completamente bloqueada (CASTRO, 2003).

Para fins de contabilização estatística, considera-se o ano do evento crítico equivalente ao ano da emissão do decreto, que nem sempre coincide com o ano da portaria de homologação e/ou o ano em que foi publicado no Diário Oficial da União. Um ponto relevante a ser ressaltado é que as declarações de SE ou de ECP não são obrigatórias, mas sim, facilitadoras para obtenção de ajuda estadual e federal, podendo, por esse motivo, existir eventos não contabilizados nos registros consultados.

Realizada a busca de todos os decretos de emergência por seca e estiagem aprovados pelos governos dos estados do Sudeste Brasileiro foram tabelados, através do software Excel, onde também se avaliou a evolução anual destes, através de gráficos. Posteriormente, os decretos foram associados às suas respectivas unidades de gerenciamento de recursos hídricos legalmente definidas pelos estados, pois a bacia hidrográfica é definida na Lei Federal n.º 9.433/1997 como a unidade territorial de referência para a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e para a atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

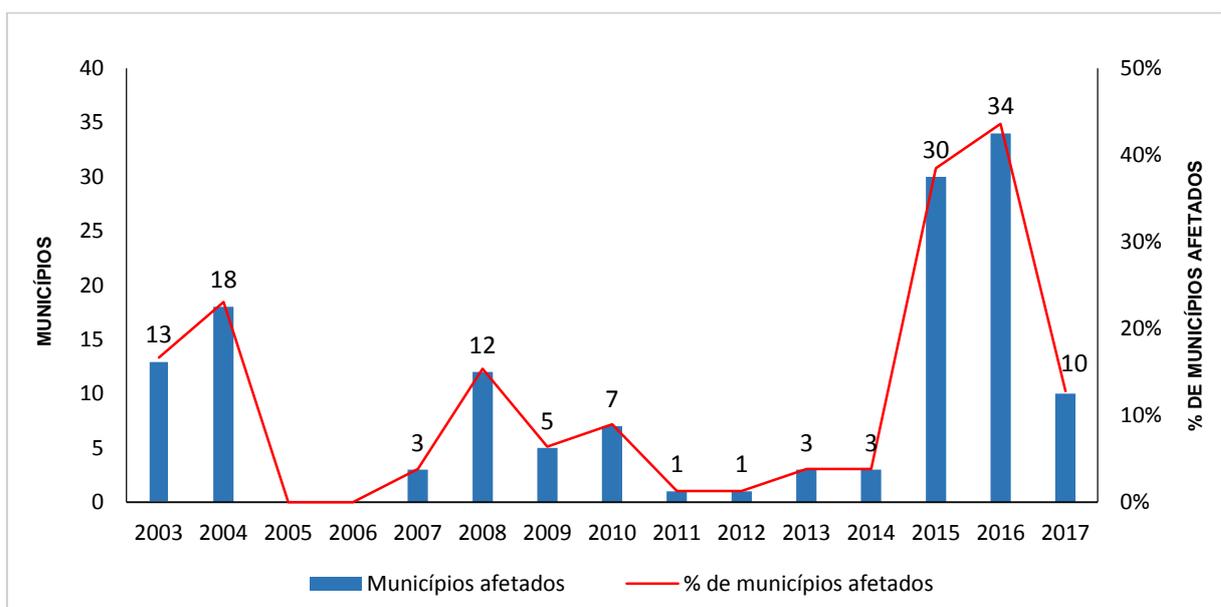
Por fim, foram elaborados mapas dos estados da Região Sudeste, utilizando o pacote de softwares da ESRI (*Environmental Systems Research Institute*) de elaboração e manipulação de informações vetoriais e matriciais para o uso e gerenciamento de bases temáticas, o ArcGIS® (Versão 10.3). O aplicativo disponibiliza, em um ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), inúmeras ferramentas, permitindo a gestão de dados geográficos, a construção de cartografia, a análise espacial, edição avançada de dados ou conexão com base de dados externas. Os mapas indicaram os municípios e as bacias hidrográficas dos estados que já tiveram decretadas situações de emergência por seca ou escassez.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos registros de reconhecimento federal de decretos situação de emergência (SE) ou estado de calamidade pública (ECP) por seca ou estiagem, realizados pela SEDEC, demonstra que um total de 337 municípios da Região Sudeste foram afetados por eventos desse tipo no período analisado. Foi contabilizado um total de 2.226 decretos, sendo Minas Gerais o estado com o maior número de municípios afetados na região, seguido pelos estados do Espírito Santo, de São Paulo e do Rio de Janeiro. Em relação às unidades estaduais de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos, o Espírito Santo tem o maior destaque, visto que todas as suas unidades apresentaram municípios que decretaram oficialmente a situação de escassez hídrica no período analisado.

Prosseguindo com a avaliação do estado capixaba, dos seus 78 municípios, 50 já apresentaram eventos críticos de estiagem ou seca, totalizando 155 decretos emitidos, ou seja, 64% dos municípios decretaram situação de emergência por seca ou estiagem no período de 2003 a 2017. O ano de 2016 foi aquele que apresentou o maior número de municípios afetados, em consonância com os estudos realizados pela ANA na escala nacional. O Gráfico 1 apresenta os números relativos ao estado.

Gráfico 1 – Municípios do estado do Espírito Santo que decretaram SE ou ECP por seca ou estiagem (2003-2017)



Fonte: SEDEC (2018).

O estado do Espírito Santo está dividido em 8 Unidades de Gestão de Recursos Hídricos (UGRHs) e nesta pesquisa foi possível identificar que nesses 14 anos analisados a totalidade delas conta com municípios que decretaram a situação de emergência ou de estado de calamidade pública por seca ou estiagem, como pode ser observado no Mapa 2. Além disso, é possível verificar no mapa que a UGRH que apresenta o maior número de decretos é a do Rio Doce, que foi uma das regiões mais afetadas pelo acidente ocasionado pelo rompimento da barragem de rejeitos minerais de Fundão, situada em Mariana, em novembro de 2015, o que fez com que alguns municípios tivessem seu abastecimento comprometido também pela qualidade de água.

A economia da Bacia Hidrográfica do Rio Doce é bastante diversificada, destacando-se: a agropecuária (reflorestamento, lavouras tradicionais, cultura de café, cana-de-açúcar, criação de gado leiteiro e de corte e na suinocultura.); a agroindústria (sucroalcooleira); a mineração (ferro, ouro, bauxita, manganês, pedras preciosas e outros); a indústria (celulose, siderurgia e laticínios); o comércio e serviços de apoio aos complexos industriais; e a geração de energia elétrica.

A bacia apresenta um quadro de grande supressão da cobertura vegetal, estando os remanescentes florestais restritos às áreas mais declivosas do terreno. As pastagens encontram-se bastante degradadas, o que proporciona uma superfície suscetível à erosão do solo, formando volumes expressivos de sedimentos que são carregados aos cursos d'água. Esses cursos d'água funcionam como canais receptores, transportadores e autodepuradores dos rejeitos e efluentes produzidos por essas atividades econômicas e dos esgotos domésticos da grande maioria dos municípios ali existentes, o que compromete a qualidade da água. Portanto, o Espírito Santo é o estado da Região Sudeste proporcionalmente mais afetado pelas situações de escassez hídrica.

Minas Gerais é o maior estado da Região Sudeste em termos de área e de número de municípios (853). É o estado que apresentou o maior número decretos publicados no período analisado, com um total de 1.985. Esses decretos se distribuem entre 208 municípios, o que corresponde a 24% dos municípios mineiros afetados por eventos de seca ou de estiagem, conforme se verifica no Gráfico 2. Verifica-se também que o ano mais crítico foi o de 2017 e que, entre 2003 e 2017, o número de municípios afetados no estado mineiro se mantém constante.

Mapa 2 - Estado do Espírito Santo: número de decretos municipais de situação de emergência ou de estado de calamidade pública em razão de seca ou estiagem, por UGRHs (2003-2017)

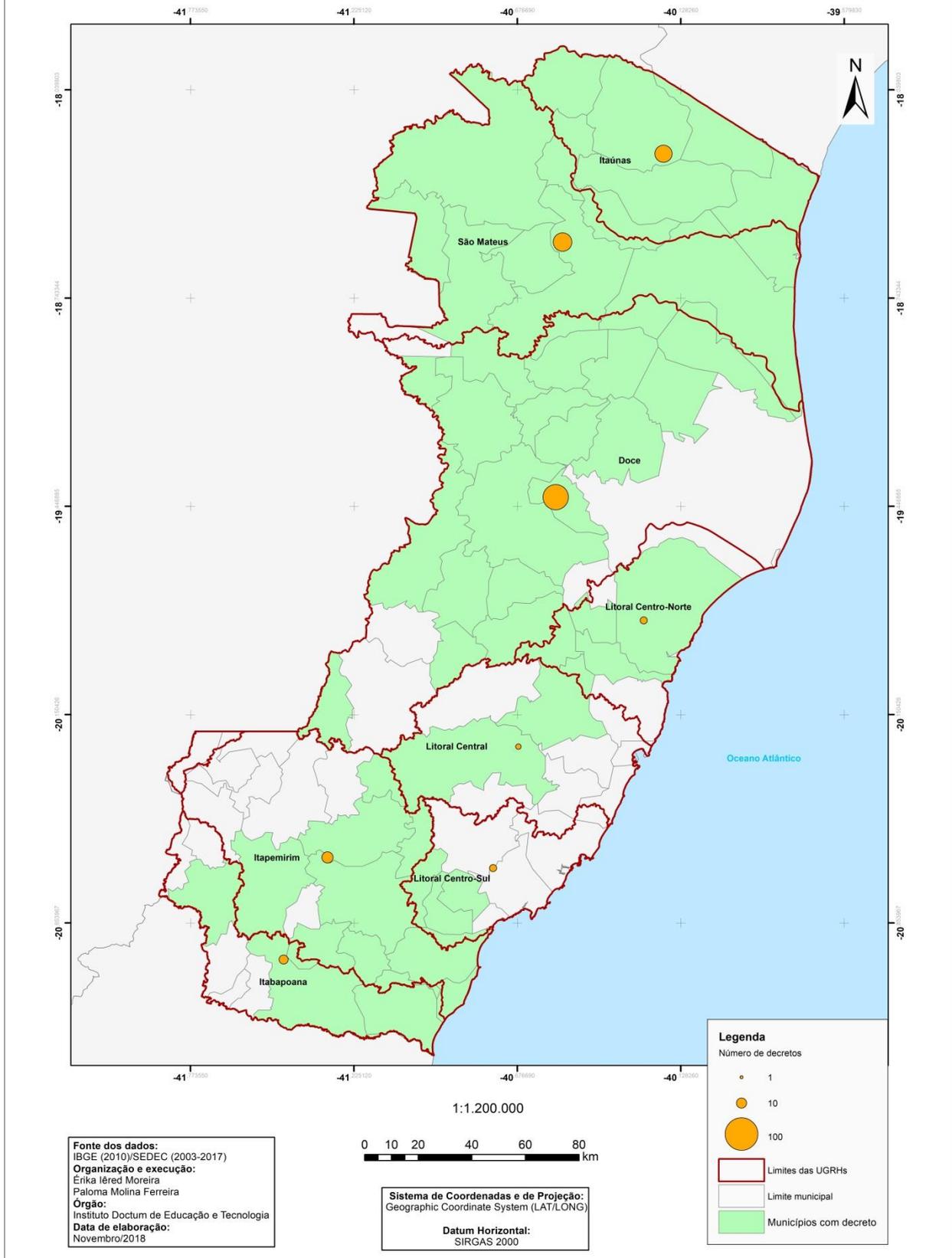
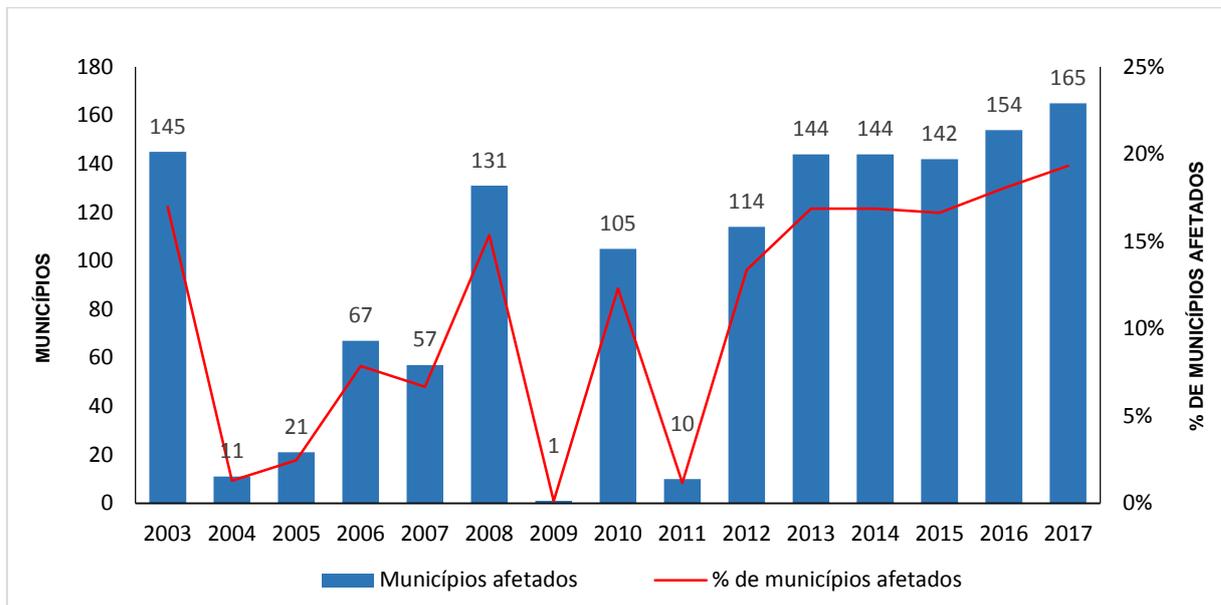


Gráfico 2 – Municípios de Minas Gerais que decretaram SE ou ECP por seca ou estiagem (2003-2017)



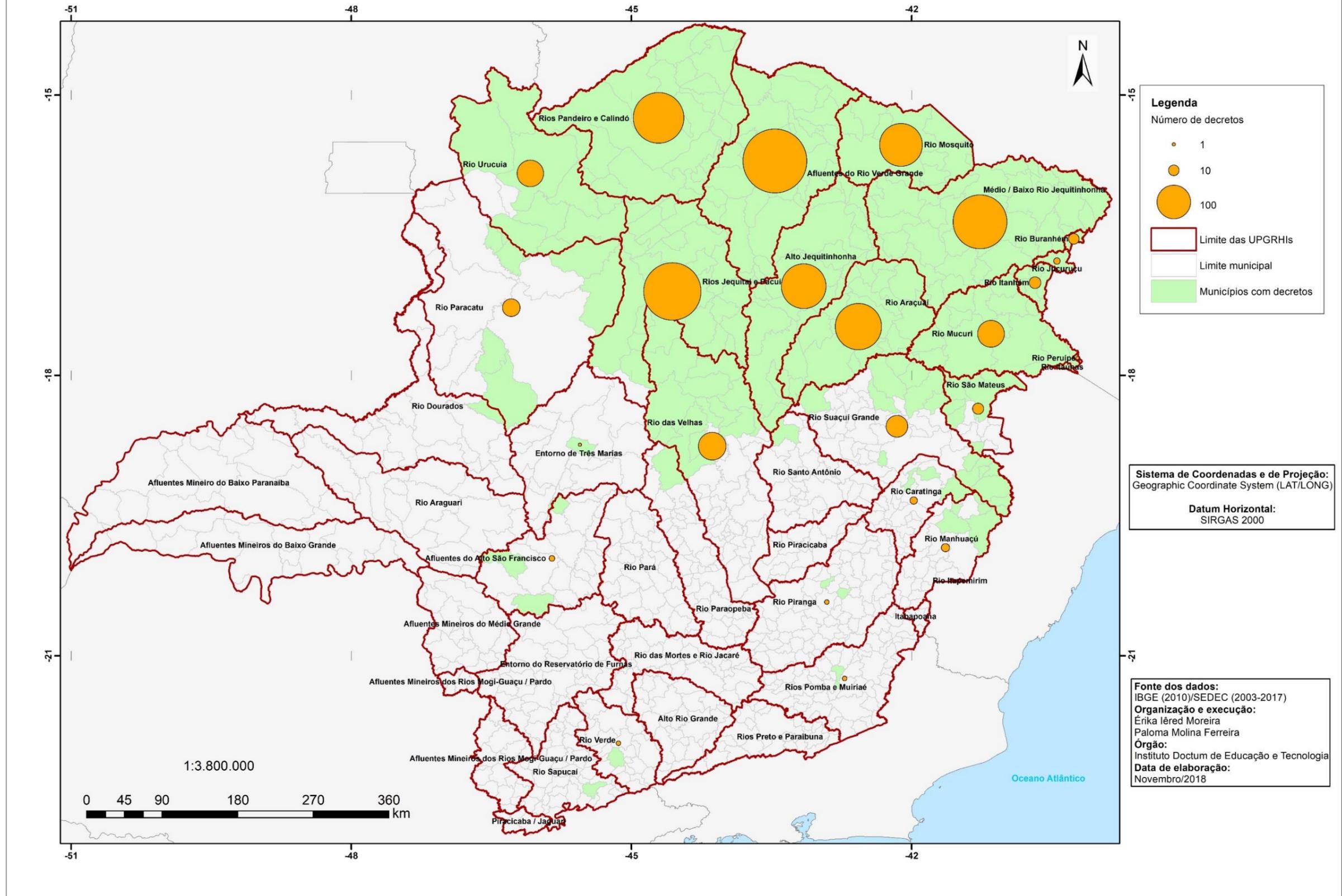
Fonte: SEDEC (2018).

O estado mineiro apresenta um total de 42 Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UPGRHs), que constituem a referência territorial para a implementação da gestão de recursos hídricos. O presente estudo demonstrou que 60% dessas UPGRHs possuem municípios que decretaram a situação de emergência ou estado de calamidade pública por seca ou estiagem, no período de análise, conforme apresentado no Mapa 3.

Destaca-se no mapa a porção norte do estado, que corresponde à área de abrangência do Semiárido mineiro, caracterizada pela ocorrência de altas temperaturas, baixas amplitudes térmicas, forte insolação e altas taxas de evapotranspiração e baixos índices pluviométricos, resultando em baixos índices de disponibilidade hídrica dos rios. De um total de 94 municípios, 90 já foram afetados por eventos de seca ou de estiagem entre 2003 e 2017.

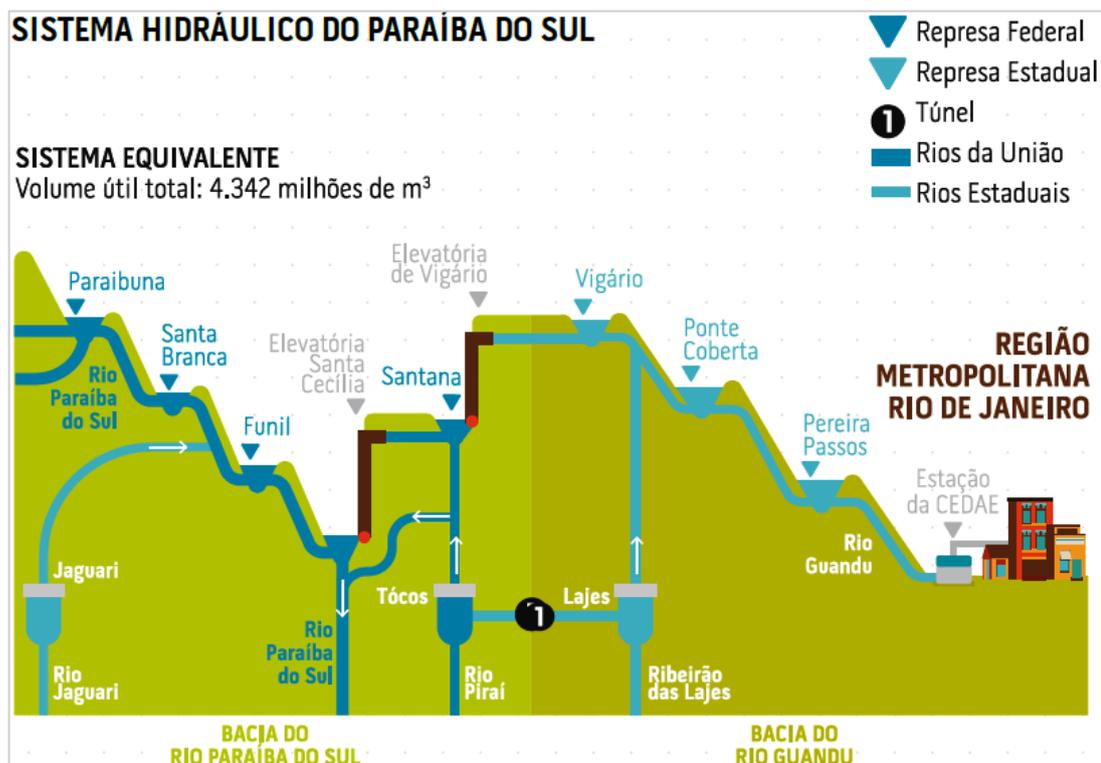
Evidencia-se também que a porção mineira da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, representada pela UPGRH dos Afluentes Mineiros dos Rios Preto e Paraibuna e pela UPGRHs dos Afluentes Mineiros dos Rios Pomba e Muriaé não registraram um número significativo de decretos municipais e situações de seca ou estiagem no período analisado. Entretanto, a bacia, especialmente em suas porções fluminense e paulista, foi fortemente afetada pela escassez hídrica que impactou a Região Sudeste no biênio 2014-2015.

Mapa 3 - Estado de Minas Gerais: número de decretos municipais de situação de emergência ou de estado de calamidade pública em razão de seca ou estiagem, por UPGRHs (2003-2017)



A escassez impactou os sistemas de abastecimento de água da segunda maior aglomeração metropolitana do Brasil – a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, pois a sua porção oeste, onde encontram-se mais três de quatro de sua população, é diretamente dependente da transposição de águas do Rio Paraíba do Sul para o Rio Guandu, como é mostrado na Figura 2. Além disso, os municípios paulistas e fluminenses que captam água na calha do Rio Paraíba do Sul foram diretamente afetados pela crise. Conforme a matéria publicada no jornal *O Globo*¹, em São João da Barra, no Norte Fluminense, onde fica a foz do Paraíba do Sul, moradores reclamaram de ter que pagar por água salobra, devido à invasão do mar, potencializada pela baixa vazão do rio.

Figura 2: Representação esquemática do Sistema Hidráulico do Rio Paraíba do Sul (incluindo a transposição para o Rio Guandu)



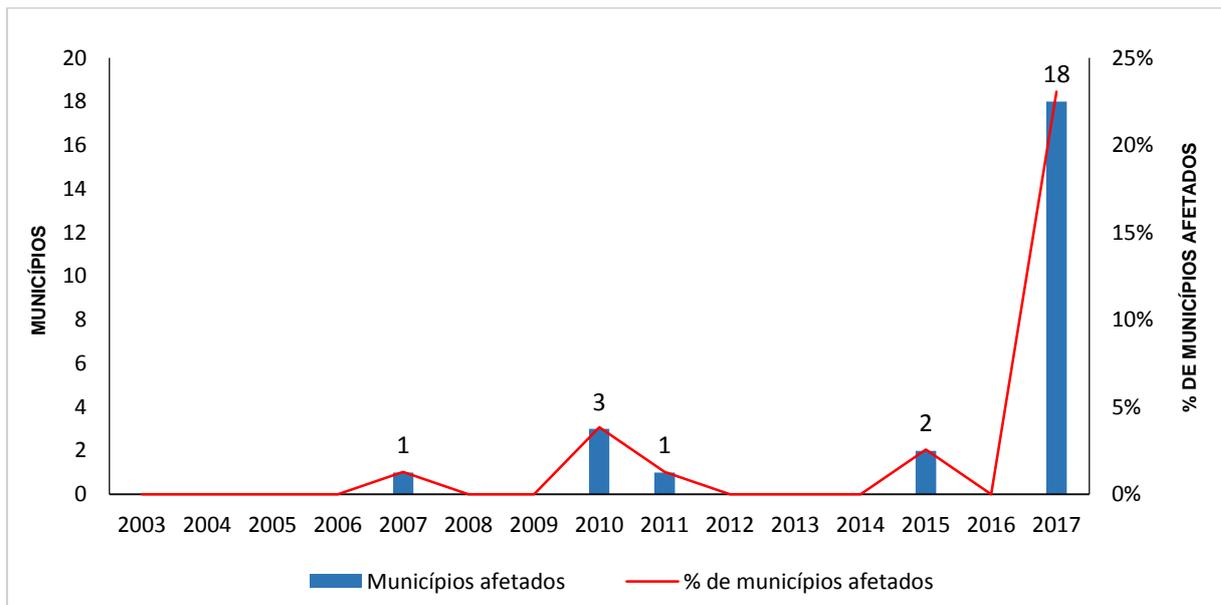
Fonte: ANA (2017, p. 152).

A análise do Rio de Janeiro demonstrou que o estado apresentou apenas 25 decretos entre os anos de 2003 a 2017, com 19 municípios afetados por

¹ Jornal O Globo, publicado no dia 09 de outubro de 2014. Link para consulta: <<https://oglobo.globo.com/rio/seca-deixa-rastro-de-prejuizos-mortes-ao-longo-do-rio-paraiba-do-sul-14511950>>.

eventos críticos de estiagem ou seca, ou seja, 21% dos municípios apresentaram, em algum momento, decretos de situação de emergência devido à estiagem ou seca, sendo que o ano de 2017 foi o mais crítico, com 18 municípios decretando situação de escassez, como mostra o Gráfico 3.

Gráfico 3 – Municípios do Rio de Janeiro que decretaram SE ou ECP por seca ou estiagem (2003-2017)

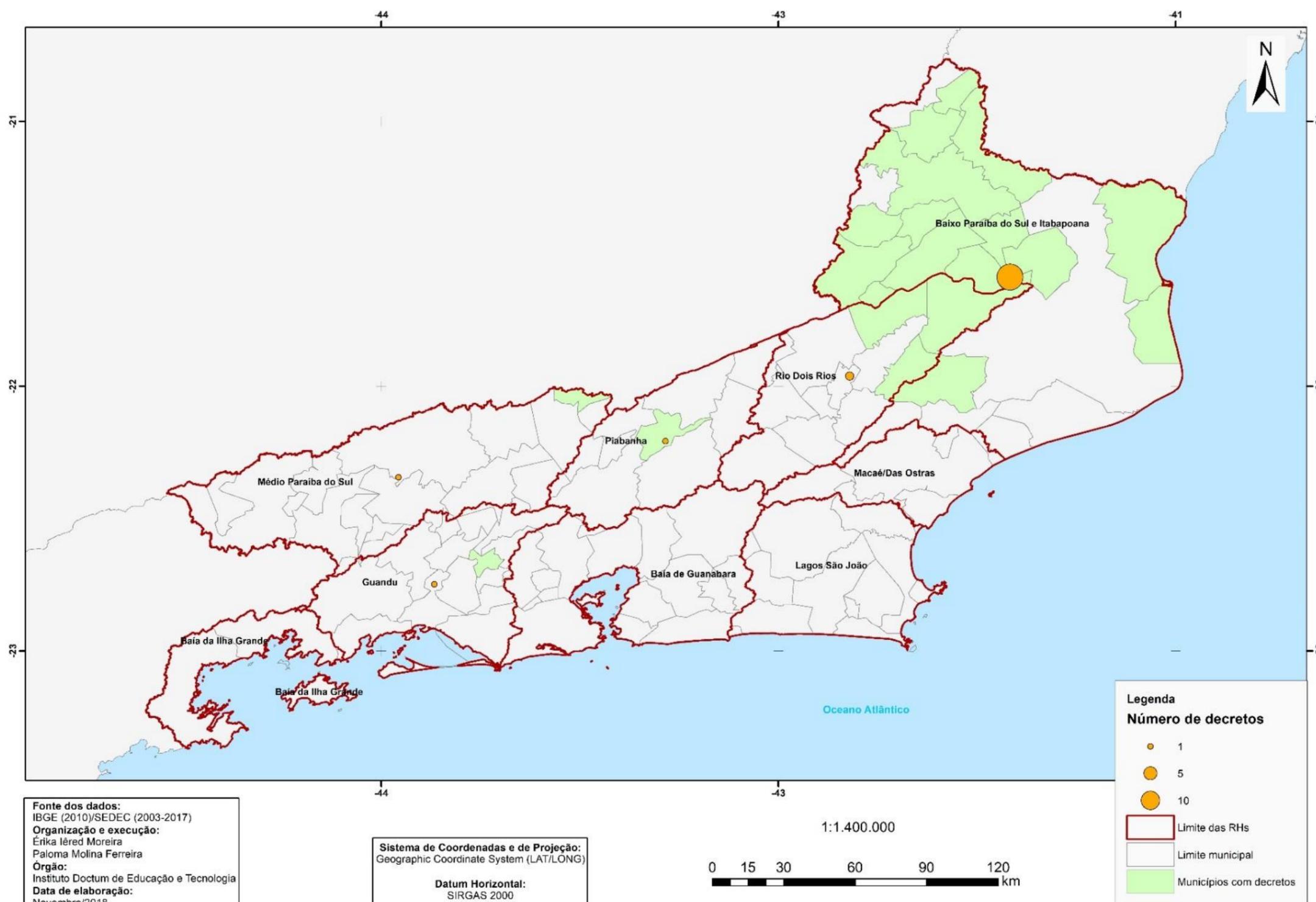


Fonte: SEDEC (2018).

O estado fluminense está dividido em nove Regiões Hidrográficas (RHs), sendo 60% delas, conforme demonstra a análise do Mapa 4, contam com municípios afetados por seca ou por estiagem no período analisado.

É possível verificar no mapa que a RH mais afetada foi a Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana, onde se localiza a foz do Rio Paraíba do Sul, nas porções norte e noroeste Fluminense do Rio de Janeiro. O Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana apresenta um revelo com áreas de altas declividades, mas também grandes extensões de terras planas, onde a declividade chega quase a zero, dificultando assim a drenagem da região hidrográfica, pois os cursos d'água precisam ser impulsionados para ganharem velocidade e conseqüentemente escoamento. Durante a crise de 2014-2015, muitos canais da RH do Baixo do Paraíba do Sul e Itabapoana tornaram-se intermitentes, ou seja, só exerciam suas funções em momentos de grande precipitação com um considerável volume de chuvas.

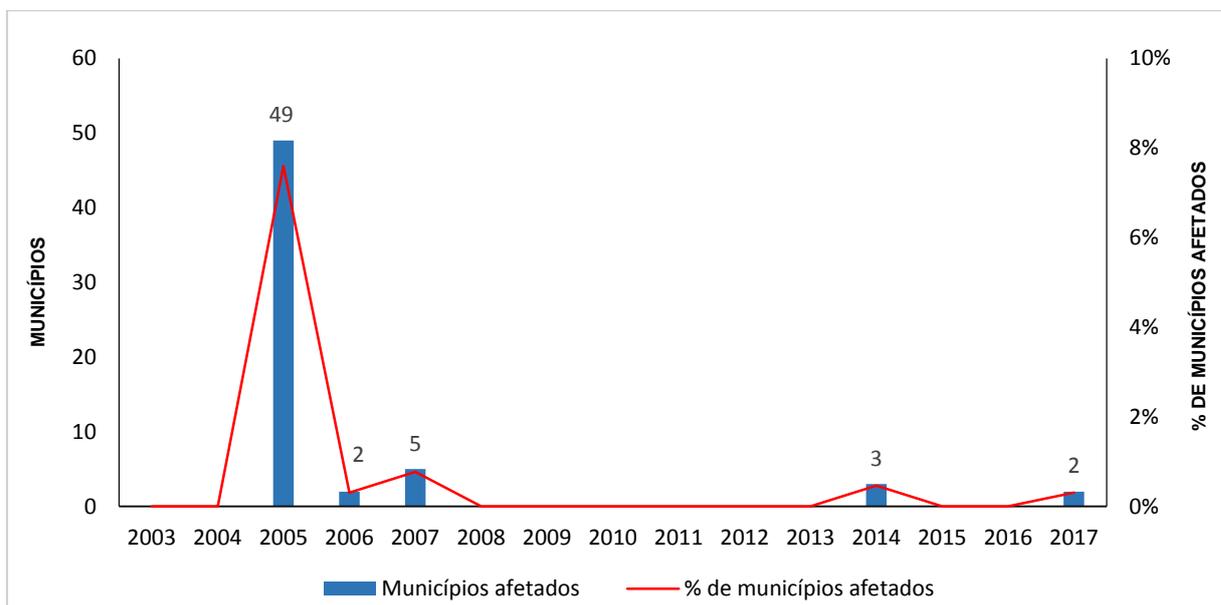
Mapa 4 - Estado do Rio de Janeiro: número de decretos municipais de situação de emergência ou de estado de calamidade pública em razão de seca ou estiagem, por RHs (2003-2017)



De acordo com matéria publicada pelo *Jornal Folha 1*², o diretor do Comitê do Baixo Paraíba, João Siqueira, afirmou que o período de seca vivido pelo Rio Paraíba do Sul era o mais longo em 85 anos. João declarou que em 2018, o nível da chuva foi maior, mas não o suficiente para acabar com a crise, visto que nos 85 anos que se mede o nível do rio Paraíba, em Campos, a cota mínima era de 5,20m e entre os anos de 2013 a 2017, caiu para 4,40m, ou seja, o rio havia secado. Por fim, o diretor aponta que outro fator que contribuiu para complicar a situação do rio Paraíba do Sul foi o aumento do período seco nos últimos 20 anos.

A análise da evolução dos decretos em São Paulo, a conforme apresentado no Gráfico 4, demonstrou que, de um total de 645 municípios, 60 decretaram a situação de emergência ou de calamidade pública devido à estiagem ou à seca no período analisado, ou seja, apenas 9% dos municípios foram afetados.

Gráfico 4 – Municípios de São Paulo que decretaram SE ou ECP por seca ou estiagem (2003-2017)



Fonte: SEDEC (2018).

O estado paulista está dividido em 22 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHs), sendo que 45% delas contam com municípios

² Jornal Folha 1, matéria publicada em setembro de 2018. Link para o acesso: <http://www.folha1.com.br/_conteudo/2018/09/geral/1238232-seca-do-paraiba-e-a-mais-longa-em-85-anos.html>.

afetados por situações de escassez hídrica entre 2003 e 2017. Conforme mostra o Mapa 5, a UGRHI Médio Paranapanema foi a mais afetada entre elas.

Apesar do baixo número de decretos municipais, o Estado de São Paulo foi provavelmente o mais afetado pela crise hídrica ocorrida em 2014-2015, o governo aponta como razão o clima. Em entrevista à Rádio Bandeirantes, o então governador Geraldo Alckmin afirmou que com as mudanças climáticas, há ano em que chove demais e, em outros, de menos.

O Cantareira foi o sistema de abastecimento de água da Região Metropolitana de São Paulo mais afetado pela crise hídrica ocorrida em 2014 e 2015. Em uma reportagem do jornal *Folha de São Paulo*³, o governador Geraldo Alckmin admitiu pela primeira vez desde a crise de 2014, que o estado passava por racionamento de água. Afirmou também que já havia restrição na oferta de água desde que a agência federal determinou a redução na retirada do Sistema Cantareira.

A intensa e duradoura situação de escassez hídrica motivou a emergência de série de conflitos internos, envolvendo o abastecimento da região metropolitana, localizada na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, e da Região Metropolitana de Campinas, localizadas nas Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ), como é mostrado na figura 3.

Em 2010, o Atlas do Abastecimento Urbano de Água, documento elaborado pela Agência Nacional de Água (ANA), apontou São Paulo em situação de baixa garantia hídrica para o horizonte de 2015, já identificando a necessidade de investimentos em outros mananciais para diminuição do risco de desabastecimento. O *Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista*, publicado em 2013, também apontou limites significativos para a garantia de abastecimento de água em um horizonte temporal que se estende até 2013, demandando a incorporação de novos mananciais, ampliando a oferta hídrica, e a implementação de ações e medidas de gestão da demanda em vários setores com o objetivo de reduzir e racionalizar o consumo de água.

O Sistema Cantareira, que capta e reserva águas tanto de domínio da União como dos Estados, viabiliza a transferência de 31 m³/s da Bacia Hidrográfica do Rio

³ Jornal Folha de São Paulo, 14 de janeiro de 2015. Link para acesso: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2015/01/alckmin-admite-pela-primeira-vez-que-sp-passa-por-acionamento-de-agua.html>>.

Piracicaba para o Alto Tietê, influenciando as vazões dos mananciais. Grande parte deles apresenta problemas de qualidade das águas, particularmente agravados nos períodos de estiagem, necessitando de grandes investimentos em coleta e tratamento de esgotos. Nos meses chuvosos da região (outubro a fevereiro) ocorre o acúmulo de água nos reservatórios, o que garante volume suficiente para os usos ao longo do período de estiagem seguinte. Entretanto, entre outubro de 2013 e novembro de 2015 houve uma redução significativa no volume de precipitação, o que reduziu as vazões afluentes aos reservatórios.

Figura 3: Representação esquemática do Sistema Cantareira (BHAT-Bacias PCJ)



Fonte: ANA (2017, p. 155).

De acordo com a matéria publicada no jornal *Folha de São Paulo*⁴, no dia 11 de agosto de 2014, São Paulo teve cerca de 2,1 milhões de pessoas submetidas a racionamento oficial de água, o que equivale a 1 em cada 20 habitantes do Estado

⁴ Jornal Folha de São Paulo, 11 de agosto de 2014. Link para o acesso: <<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2014/08/1498512-sao-paulo-tem-21-milhoes-de-pessoas-sob-acionamento.shtml>>.

mais populoso do Brasil. Elas conviveram com interrupções diárias no abastecimento, que duraram de quatro horas a dois dias seguidos, aponta levantamento feito pela Folha com mais de 200 municípios que não são atendidos pela Sabesp, empresa brasileira que detém a concessão dos serviços públicos de saneamento básico no Estado de São Paulo. Em março de 2011, a Sabesp reduziu em 15,5% o volume de água do Cantareira vendido a Guarulhos, que logo depois adotou rodízio de um dia com água para um dia sem água em todo o município.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho demonstrou a ocorrência de situações de emergência e de estado de calamidade, em decorrência de eventos de seca e de estiagem, em um número expressivo de municípios da Região Sudeste entre os anos de 2003 e 2017. Foi identificado um total de 2.226 decretos municipais emitidos no período analisado, sendo o Estado de Minas Gerais aquele com o maior número, com uma forte concentração em sua região semiárida. O Estado do Espírito Santo, contudo, é o único em que todas as unidades de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos apresentaram municípios com decretos emitidos. O Estado de São Paulo apresentou o menor número de decretos, em contraste com a situação vivida pelo estado especialmente em 2014 e em 2015, quando vários municípios da Região Metropolitana de São Paulo e do interior, especialmente na região das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, foram afetados por uma intensa e duradoura situação de escassez hídrica, levando a cortes no fornecimento de água e, em vários casos, ao racionamento, ainda que não oficialmente decretado.

A frequência e a intensidade cada vez maiores desses eventos apontam para a necessidade de mudança dos padrões de consumo e para o aprimoramento da gestão dos recursos hídricos. Ainda que a escassez de água tenha uma relação direta com a ocorrência de eventos extremos, as causas da crise encontram-se, principalmente, na ausência de uma gestão adequada e eficiente dos recursos hídricos, que depende de uma visão integrada, tendo a bacia hidrográfica como a unidade de planejamento territorial, levando em conta as suas características ecológicas e as necessidades sociais e econômicas da população.

Ademais, faz-se necessária a priorização dos investimentos em infraestrutura hidráulica com foco na segurança hídrica, de forma a garantir uma maior capacidade de reservação e de acesso à água em situações de escassez, pois a insuficiência na oferta desse recurso gera efeitos diretos na população e na economia. Por fim, é importante ressaltar a importância de reforçar os esforços para a implementação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos previstos nas políticas nacional e estaduais de recursos hídricos, que permitem ao governo e aos usuários a antecipação das ações de mitigação dos riscos associados à falta deste recurso, assim como o estabelecimento de medidas de controle de uso mais eficientes para prevenir a sua ocorrência. A antecipação do risco é sempre a melhor alternativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2009** / Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2009.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2014: Encarte especial sobre a Crise Hídrica / Agência Nacional de Águas**. -- Brasília: ANA, 2014.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (BRASIL). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017: Relatório Pleno / Agência Nacional de Águas**. Brasília: ANA, 2017.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos Recursos Hídricos do Brasil. 2013.** Brasília, 2013. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite_relatorioConjuntura/projeto/index.html>. Acesso em: 10 de outubro de 2018.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Divisões Hidrográficas no Brasil**. 2010. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/porta/ANA/aguas-no-brasil/panorama-das-aguas/copy_of_divisoes-hidrograficas>. Acesso em: 9 de outubro de 2018.

ALENCAR, Emanuel. **Seca deixa rastro de prejuízos e mortes ao longo do rio Paraíba do Sul.** **O Globo**, Rio de Janeiro, 09 out. 2014. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/rio/seca-deixa-rastro-de-prejuizos-mortes-ao-longo-do-rio-paraiba-do-sul-14511950>>. Acesso em: 21 de novembro de 2018.

AZEVEDO, Victor. **Seca do Paraíba é a mais longa em 85 anos.** **Folha 1**, Campos dos Goytacazes, 03 set. 2018. Disponível em: <http://www.folha1.com.br/_conteudo/2018/09/geral/1238232-seca-do-paraiba-e-a-mais-longa-em-85-anos.html>. Acesso em: 21 de novembro de 2018.

BARIFOUSE, R. **Maior crise hídrica de São Paulo expõe lentidão do governo e sistema frágil.** 2014. In: **BBC Brasil**. Disponível em: <http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/03/140321_seca_saopaulo_rb>. Acesso em: 24 de outubro de 2018.

BRAGA, B.; FLECHA, R.; PENA, D. S.; KELMAN, J. **A reforma institucional do setor de recursos hídricos.** In: BRAGA, B.; REBOUÇAS, A. da C.; TUNDISI, J. G. (Org.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** 3.^a ed. São Paulo: Escrituras, 2006, p. 639-676.

BRASIL. Conselho Nacional De Recursos Hídricos. **Os comitês de bacias hidrográficas.** 2005b. Disponível em: <<http://www.cnrh-srh.gov.br/>>. Acesso em: 19 de setembro de 2018.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 08 de maio de 2018.

BRASIL. **Decreto Federal n.º 24.643, de 10 de julho de 1934**. Decreta o Código de Águas. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm>. Acesso em: 20 de setembro de 2018.

BRASIL. Decreto-lei 24.643/34. **Código de Águas**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm>. Acesso em: 08 de maio de 2018.

BRASIL. Lei n.º 9.433/97. **Política Nacional de Recursos Hídricos**, de 08 de janeiro de 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm>. Acesso em: 08 de maio de 2018.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra de. **Manual de desastres: desastres naturais**. Brasília (DF): Ministério da Integração Nacional, 2003. 182 p.

CNI - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Água, indústria e sustentabilidade**. Brasília, 2013b. 224p.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Dia mundial da água**. 2017. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/h2o.asp>>. Acesso em: 02 de abril de 2018.

F.T.Barth & W.E.S.Barbosa. **Recursos Hídricos**, (1999). Disponível em: <<http://www.fcth.br/public/cursos/phd5028.html>>. Acesso em: 02 de fevereiro de 2018.

FONTAINE, Matthew M. STEINEMANN, Anne C. **Assessing Vulnerability to Natural Hazards: Impact-Based Method and Application to Drought in Washington State**. *Natural Hazards Review*. Vol. 10, Issue 1 (February 2009).

KOBIYAMA, M. et al. **Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos**. Curitiba: Organic Trading, 2006. 109 p.

MACHADO, C. J. S. Recursos hídricos e cidadania no Brasil: limites, alternativas e desafios. **Revista Ambiente e Sociedade**, v. 6, n. 2, p. 121 – 135, jul./dez. 2003.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. **Indicadores ambientais e recursos hídricos: realidade e perspectivas para o Brasil a partir da experiência francesa**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

M. M. Mekonnen, A. Y. Hoekstra, **Four billion people facing severe water scarcity**. *Sci. Adv.* 2, e1500323 (2016).

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – **Conselho Nacional de Recursos Hídricos**. 2006. Resolução Nº 32, de 15 de outubro de 2003. Disponível em:<<http://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2032.pdf>>. Acesso em: 15 de setembro de 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Plano Nacional de Recursos Hídricos: panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006, vol. 1.

OLIVEIRA, E. C. de. **Considerações teóricas sobre o comitê de bacia hidrográfica**: um estudo preliminar sobre o desafio do processo participativo. 2007. Disponível em:<<http://www.artigocientifico.com.br>>. Acesso em: 25 de setembro de 2018.

PEGORIM, J. São Paulo tem segundo outubro mais seco em 71 anos. **Climatempo Notícias**. 31 out. 2014. Disponível em: <<http://www.climatempo.com.br/noticias/268788/sao-paulo-tem-segundo-outubro-mais-seco-em-71-anos/>>. Acesso em: 29 de maio de 2018.

PEREIRA, J. S. J. **Recursos hídricos - conceituação, disponibilidade e usos**. 2004. Biblioteca Digital da Câmara.

RAMOS, P. R. **Modelo para outorga de uso da água utilizando a Metodologia multicritério de apoio à decisão**: estudo de caso da Bacia Hidrográfica do rio Cubatão do Sul. 2005. 260 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

REZENDE, S. **O saneamento no Brasil: políticas e interfaces**. Belo Horizonte: UFMG, 2002.

RODRIGUES, Artur. São Paulo tem 2,1 milhões de pessoas sob racionamento. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 11 ago. 2018. Disponível em:<<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2014/08/1498512-sao-paulo-tem-21-milhoes-de-pessoas-sob-acionamento.shtml>>. Acesso em: 21 de novembro de 2018.

SANTIAGO, Tatiane. Alckmin admite pela primeira vez que SP passa por racionamento de água. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 14 jan. 2015. Disponível em:<<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2015/01/alckmin-admite-pela-primeira-vez-que-sp-passa-por-acionamento-de-agua.html>>. Acesso em: 21 de novembro de 2018.

SCHOR, A. R. **Riscos e Alternativas para Abastecimento de Água em uma Refinaria de Petróleo - Estudo de Caso: Refinaria Duque de Caxias - REDUC**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil, UFRJ. Rio de Janeiro, 2006. 106p.

SETTI, A. A. Legislação para uso dos recursos hídricos. In: SILVA, D. D. da; PRUSKI, F. F. (Ed.). **Gestão de recursos hídricos: aspectos legais, econômicos, administrativos e sociais**. Brasília: Universidade Federal de Viçosa/Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2005, p. 121-412.

TUCCI, C. E. M. "Urbanização e Recursos Hídricos", in C. E. M. Bicudo; J. G. Tundisi; M. C. B. Scheuenstuhl (orgs.). **Águas do Brasil: Análises Estratégicas**. São Paulo, Academia Brasileira de Ciências e Instituto de Botânica, 2010, pp. 113-32.

TUCCI, C. Estimativa da Disponibilidade Hídrica Através da Curva de Permanência. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 13, n. 1, p. 111–124, 2008.

TUNDISI, J.G.; TUNDISI, T.M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotrop**, vol. 10, no. 4, p. 67-75, 2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bn/v10n4/10.pdf>>. Acesso em: 29 de abril de 2018.

VENÂNCIO, D.L.; Kurtz, F.C. Evolução da legislação sobre o Meio Ambiente e o processo de valoração econômica da água no Brasil. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais*. V. 5 N. 1 Jan./Abr. 2009.

VIEGAS, Eduardo Coral. **Gestão da água e princípios ambientais**. 2ª ed. Caxias do Sul: Educs, 2012.

YI QIAN. **Sustainable Management of Water Resources**, Engineering, Volume 2, Issue 1, March 2016, Pages 23-25.