revista ineana

novembro > 2018

ESPECIAL

ISSN 2238-2496

# Segurança de barragens no Estado do Rio de Janeiro

# Águas do Rio II: perfil dos usos de recursos hídricos no estado fluminense

# Regularização fundiária sustentável das margens do Rio Paraíba do Sul, município de Volta Redonda, RJ

# A precipitação traduzida em índices: o Estado do Rio de Janeiro enfrentando a pior estiagem dos últimos 85 anos

Governo do Rio de Janeiro
Secretaria do Ambiente
inea instituto estadual do ambiente

ISSN 2238-2496

# revista ineana

novembro > 2018

ESPECIAL

**Governo do Estado do Rio de Janeiro**
Luiz Fernando de Souza, governador

**Secretaria de Estado do Ambiente**
Marco Aurélio Damato Porto, secretário

**Instituto Estadual do Ambiente**
Marcus de Almeida Lima, presidente

**Diretoria de Licenciamento Ambiental**
Nestor Prado Júnior, diretor

**Diretoria de Pós-Licença**
José Maria Mesquita Jr., diretor

**Diretoria de Biodiversidade, Áreas Protegidas e Ecossistemas**
Paulo Schiavo Júnior, diretor

**Diretoria de Gente e Gestão**
Lincoln Nunes Murcia, diretor

**Diretoria de Recuperação Ambiental**
Ruy Geraldo Corrêa Vaz Filho, diretor

**Produção editorial**
Gerência de Publicações e Acervo Técnico
(GEPAT/DIGGES)

**Coordenação editorial**
Tania Machado

**Revisão**
Sandro Carneiro

**Normalização**
Wellington Lira

**Fotos**
Acervo INEA

**Diagramação**
Wellington Pires
Julia Coni
Philip Martins

**Impressão**
Imprimindo Conhecimento Gráfica & Editora

**Capa**
Barragem Cachoeiras de Macacu Bebidas Ltda.,
Cachoeiras de Macacu, RJ
**Foto:** Edson Falcão

Impresso com recursos do Fundo Estadual de Conservação Ambiental e Desenvolvimento Urbano (FECAM).

**Conselho Editorial**
Alceo Magnanini
Alcides Pissinatti
André França
Antonio Carlos Freitas de Gusmão
Deise de Oliveira Delfino
Leonardo Daemon
Liane da Cruz Cordeiro Moreira
Marlus N. P. B. V. Oliveira
Tania Machado

© Instituto Estadual do Ambiente (INEA)

Todos os direitos reservados. É permitida a reprodução de dados e informações contidas nesta publicação, desde que citada a fonte. Os artigos são de inteira responsabilidade de seus autores.

**Disponível também em:**
www.inea.rj.gov.br > Estudos e Publicações > Publicações

**Endereço para correspondência:**
Gerência de Publicações e Acervo Técnico
Av. Venezuela, 110 – Sala 113 – Térreo – Saúde
CEP 20081-312 – Rio de Janeiro – RJ
inea.gepat@gmail.com

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do INEA

R454 Revista Ineana/Instituto Estadual do Ambiente.
--- Especial (nov. 2018)- ---Rio de Janeiro: INEA, 2018 -
ISSN: 2238-2496
1. Meio ambiente – Rio de Janeiro. 2. Meio ambiente – Periódicos. I. Título.
CDU 628(815.3)

inea instituto estadual do ambiente

4 **Editorial**

6 **Segurança de barragens no Estado do Rio de Janeiro**
Fernanda Spitz Dias
José Edson Falcão de Farias Júnior

24 **Águas do Rio II: perfil dos usos de recursos hídricos no estado fluminense**
Moema Versiani Acselrad
Samuel Muylaert
Márcia Chaves de Souza
Gabriel Macedo Frota dos Santos
Ana Carolina Lima de Souza
Bruna Roque Loureiro
Raquel dos Santos Brisson
Yago Pacheco Rodrigues de Oliveira

42 **Regularização fundiária sustentável das margens do Rio Paraíba do Sul, município de Volta Redonda, RJ**
Daniele Pereira Batista Amaral
José Edson Falcão de Farias Júnior

56 **A precipitação traduzida em índices: o Estado do Rio de Janeiro enfrentando a pior estiagem dos últimos 85 anos**
Larissa Ferreira da Costa
José Edson Falcão de Farias Júnior
Leonardo Tristão Chargel

# editorial

**Eliane Barbosa**
Subsecretária de Segurança Hídrica e Governança das Águas (SEA)

**Marcus de Almeida Lima**
Presidente do Instituto Estadual do Ambiente (INEA)

Mais uma vez retornamos ao tema ÁGUA, nesta edição especial da Revista Ineana. Desta vez, embora ainda motivada pela crise hídrica, que continua com sinal de alerta em todas as regiões hidrográficas do país, e mais sensivelmente na região Sudeste, mas também por estarmos fazendo parte como parceiros estratégicos do RIO WATER WEEK 2018. O RWW é um evento internacional que ocorrerá pela primeira vez no hemisfério sul, no Rio de Janeiro, inserindo o Brasil nas discussões sobre água mais importantes do Planeta, com foco no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 da ONU: "ODS 6 – Água e Esgoto para Todos até 2030".

A gestão da água e do saneamento é um tema-chave na agenda de desenvolvimento sustentável no Brasil, onde a SEA e o INEA são os principais protagonistas do nosso Estado. E nesta edição, a Revista Ineana apresenta quatro artigos que abordam a gestão da água em sua concepção mais ampla.

Uma das vertentes da temática de segurança hídrica diz respeito à garantia de proteção contra



desastres relacionados à água e, nesse sentido, insere-se a segurança de barragens que tem como objetivo a observação, preservação e garantia dos padrões de segurança de maneira a minimizar a possibilidade de incidentes e acidentes. O INEA, segundo as Políticas Nacional e Estadual de Segurança de Barragens, é o órgão fiscalizador da segurança de barragens de usos múltiplos e de resíduos industriais em corpos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro e, juntamente com a SEA, vêm desenvolvendo estratégias e ações para a implementação dessas políticas, conforme pode ser visto no primeiro artigo intitulado "Segurança de Barragens no Estado do Rio de Janeiro".

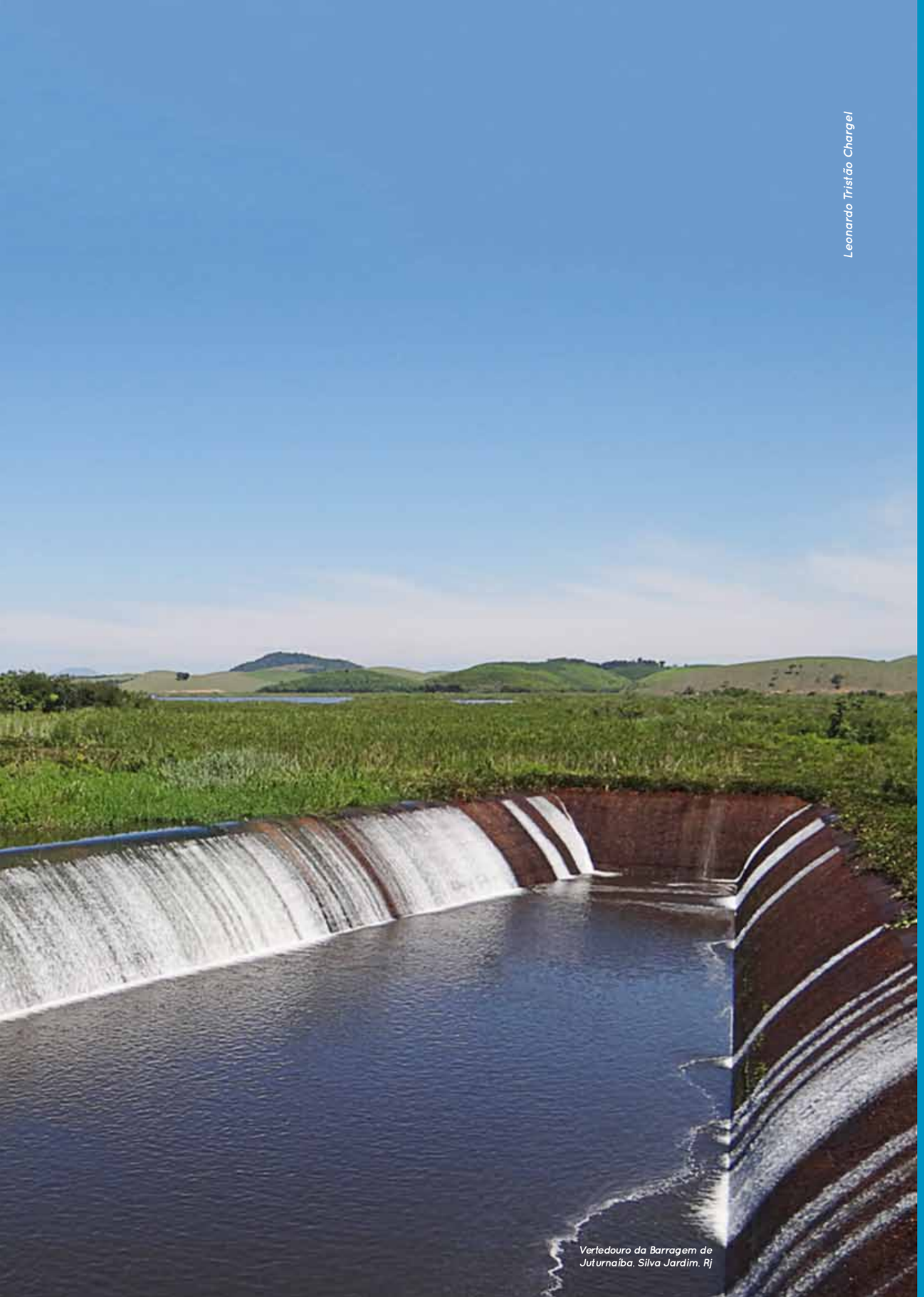
O segundo artigo, intitulado "Águas do Rio II: perfil dos usos de recursos hídricos no estado fluminense", indica a necessidade de que os usos efetivos sejam devidamente regularizados, visando assegurar o adequado controle, não apenas da disponibilidade, mas também das demandas hídricas. Este artigo apresenta um diagnóstico da base cadastral do Estado do Rio de Janeiro acerca dos usos de água, tanto no que diz respeito ao perfil de uso (tipo de interferência, finalidade e vazões demandadas), como ao tipo de documento requerido pelos usuários junto ao órgão gestor.

O terceiro artigo, denominado "Regularização Fundiária Sustentável das Margens do Rio Paraíba do Sul, município de Volta Redonda, RJ" versa sobre a proposição de soluções para um problema antigo, porém ainda atual, que é a ocupação das margens dos rios. O município de Volta Redonda foi escolhido para se iniciar este projeto inovador, que baseado no novo Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012), na Lei Federal nº 13.465/2017 e no Decreto Federal nº 9310/2018 permitiu propor áreas ao longo do Rio Paraíba do Sul onde a Regularização Fundiária Urbana (REURB) pode ser aplicada, bem como identificar as ações e/ou as intervenções necessárias para sua implementação.

O quarto artigo, "A precipitação traduzida em índices: o Estado do Rio de Janeiro enfrentando a pior estiagem dos últimos 85 anos", enfoca a situação das baixas precipitações ocorridas no Estado do Rio de Janeiro nos anos de 2014 a 2017. O artigo apresenta um estudo de qualificação do regime pluviométrico utilizando dois índices, Porcentagem Normal (PN) e Índice de Precipitação Padronizada (SPI). Relaciona os impactos para os diferentes setores usuários de água e as ações executadas no enfrentamento da estiagem durante este período.

Com esses quatro artigos, o INEA e a Subsecretaria de Segurança Hídrica e Governança das Águas da SEA reafirmam a importância de se atuar na política de recursos hídricos de forma holística, bem como no planejamento e na execução de ações com foco na gestão integrada de recursos hídricos e ambiental.

Boa leitura!



Leonardo Tristão Chargel

Vertedouro da Barragem de Juturnaíba, Silva Jardim, Rj



# Segurança de barragens no Estado do Rio de Janeiro

## *Dam Safety in Rio de Janeiro State*

Fernanda Spitz Dias; José Edson Falcão de Farias Júnior


### Resumo

Barragens são estruturas cujos incidentes e/ou acidentes podem causar uma série de danos e impactos ao meio ambiente e à sociedade. Visando regulamentar os aspectos sobre a temática de segurança de barragens no Brasil, foi sancionada, em âmbito federal, a Lei nº 12.334/2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, e, na esfera estadual, a Lei nº 7.192/2016, que dispõe sobre a Política Estadual de Segurança de Barragens. Esse artigo discorre sobre a atuação da Secretaria de Estado do Ambiente (SEA) e do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) na fiscalização das barragens em que o INEA é órgão fiscalizador e na implementação das políticas federal e estadual de segurança de barragens. São comentados os incidentes e acidentes com barragens que motivaram a sanção da legislação vigente nos âmbitos federal e estadual, apresentadas as ações que vêm sendo executadas pela secretaria e pelo instituto desde 2011, as quais contemplam o levantamento e cadastro das barragens, identificação e vistoria em barragens consideradas prioritárias, elaboração do Sistema de Informação sobre os Barramentos do Estado do Rio de Janeiro (SISBAR), classificação quanto ao dano potencial associado e categoria de risco, e levantados os principais desafios a serem enfrentados na implementação das referidas políticas.



### Palavras-chave

Segurança de Barragens. Legislação. Classificação. Fiscalização.



### *Abstract*

*Dams are structures whose incidents or accidents can cause numbers of damages and impacts to the environment and society. In order to regulate dams safety aspects in Brazil, Federal Law No.12.334/ 2010, which establishes the Dam Safety National Policy, designated to the accumulation of water for any use, to final or temporary disposition of tailings and to the accumulation of industrial waste and, at the state level with Law No. 7.192/ 2016, which establishes the Dam Safety State Policy. In this way, this article discusses State Secretariat for the Environment (SEA) and the State Environmental Institute (INEA) role in the dams surveillance where INEA is a surveillance agency and State and Federal Dams Safety Policies implementation. The incidents and accidents with dams are shown and motivated the legislation sanction at the federal and state levels, the actions that have been developed by the Secretariat and the Institute since 2011, contemplating dams survey and registry, priority dams identification and overhaul, Information System (SISBAR) development, classification of associated potential damage and risk category and the main challenges to be faced in the implementation of said policies.*



### *Keywords*

*Dam Safety. Legislation. Classification. Surveillance.*

## 1. Introdução

Há milhares de anos, a implantação de obras de retenção de água (barragens) e a consequente criação de espaço para o armazenamento de água (reservatórios) têm possibilitado a atenuação dos efeitos indesejáveis dos eventos hidrológicos extremos, como estiagens e enchentes (GOMIDE, 2012). Historicamente, os barramentos são estruturas utilizadas pelo homem tanto para viabilizar cotas de água necessárias para a realização de captações destinadas ao abastecimento dos povoados, quanto para defender os povoados que eram, periodicamente, inundados. No Brasil, seus principais usos visam garantir água para abastecimento humano e geração de energia hidrelétrica. Merecem destaque também os usos relacionados às atividades de mineração pelo seu retorno econômico para a sociedade e pelo seu dano potencial ao meio ambiente, na hipótese de incidentes e acidentes.

Nos últimos anos, o tema "segurança hídrica" vem ganhando destaque e notoriedade na imprensa e na agenda política nacional e também no Estado do Rio de Janeiro.

Nacionalmente, cabe ressaltar que, nesse contexto, o Ministério da Integração Nacional (MI), por intermédio da Secretaria de Infraestrutura Hídrica (SIH) e da Agência Nacional de Águas (ANA), estabeleceu parceria para a coordenação e elaboração de um Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH). Essa ação culminou na elaboração do Termo de Referência para o Plano Nacional de Segurança Hídrica – Critérios, Seleção e Detalhamento de Intervenções Estratégicas, que tem como objetivo geral definir as principais intervenções estruturantes do país (barragens, sistemas adutores, canais, eixos de integração, entre outros), de natureza estratégica e relevância regional, necessárias para garantir a oferta de água para abastecimento humano e uso em atividades produtivas, e reduzir os riscos associados a eventos críticos (secas e cheias).

No âmbito do Estado do Rio de Janeiro, a Secretaria de Estado do Ambiente (SEA) e o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) vêm desenvolvendo ações com a temática "segurança hídrica" segundo o conceito da Organização das Nações Unidas (ONU, 2013), que é:

> *[...] assegurar o acesso sustentável à água de qualidade, em quantidades adequadas à manutenção dos meios de vida, do bem-estar humano e do desenvolvimento socioeconômico; garantir proteção contra a poluição hídrica e desastres relacionados à água; preservar os ecossistemas em um clima de paz e estabilidade política.*

Nesse sentido, foi criada, no âmbito da SEA, a Subsecretaria de Segurança Hídrica e Governança das Águas (SUBSEGH), que, dentre outras atribuições, atua na coordenação do apoio técnico e na implementação das Políticas Nacional e Estadual de Segurança de Barragens, bem como no desenvolvimento de ações de caráter normativo e na identificação de medidas para prevenção, controle e mitigação de riscos em eventos associados à segurança de barragens.

Nesse cenário, observa-se que a temática "segurança de barragens e reservatórios" está inserida na segurança hídrica e, por isso, evidencia-se a importância de se observar, preservar e garantir padrões de segurança de maneira a minimizar a possibilidade de incidentes e acidentes. A SEA e o INEA, que é o órgão fiscalizador da segurança de barragens de usos múltiplos e de resíduos industriais em corpos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro, vêm desenvolvendo estratégias e ações para a implementação das políticas de segurança de barragens. Entre elas, a elaboração do cadastro, a classificação das barragens cadastradas em relação aos danos e riscos, a análise quanto à compatibilização da legislação pertinente, bem como o apontamento de desafios e estratégias para seus enfrentamentos.

## 2. O que são barragens?

As barragens são obstáculos artificiais construídos nos rios para reter água, demais líquidos, rejeitos ou detritos. Essas estruturas podem ter tamanhos variados, desde pequenos maciços de terra, usados frequentemente para atividades agrícolas, a enormes estruturas de concreto ou de aterro, utilizadas para fins de acumulação de água para abastecimento público, geração de hidreletricidade, usos relacionados às atividades de mineração e mitigação ou controle de inundações (CBDB, 2018).

Algumas barragens têm apenas uma função e são assim conhecidas como "barragens de função única". Outras são construídas para servir a diversas funções e, por isso, são conhecidas como "barragens de usos múltiplos", como é o caso da barragem de Funil, localizada em Itatiaia, Rio de Janeiro (Figura 1). Essa construção serve para a geração de energia e regulariza a vazão do Rio Paraíba do Sul, contribuindo para o aumento da disponibilidade hídrica no período seco e para controle de cheias no período úmido.

Existem diversos tipos de barragens, com variados graus de complexidade, podendo ser classificadas quanto ao material utilizado, à sua forma construtiva, ao porte, entre outros aspectos (COSTA, 2012). Quanto ao material utilizado em sua construção, as barragens convencionais podem ser de:

- Terra – quando sua estrutura é fundamentalmente constituída por solo. Em alguns casos são homogêneas quando se utiliza um único material. Em outros casos há uma composição de materiais para o aumento da permeabilidade da estrutura.
- Concreto – são aquelas construídas com materiais granulares adicionados de cimento e aditivos químicos e que se diferenciam entre si pela sua forma construtiva: gravidade, gravidade aliviada, abóboda, em contraforte e de concreto compactado, por exemplo.
- Enrocamento – quando constituídas por fragmentos de rochas de diferentes pesos e tamanhos que são compactadas em camadas, criando estabilidade do corpo submetido ao impulso hidrostático.

**Figura 1** – Barragem de Funil (Itatiaia, RJ)
**Fonte:** André Leone



revista ineana ESPECIAL p. 6 - p.23 > nov 2018

• Mista – quando são utilizados diferentes tipos de materiais em uma mesma seção transversal.

As barragens não convencionais podem ser de:

• Gabião – produzidas com malha de fios de aço amarrados nas extremidades e vértices e preenchidos com seixos, que são fragmentos de rochas ou pedras britadas. Geralmente é de pequeno porte, normalmente inferior a dez metros, e projetada para que a água transpasse parcial ou totalmente pela estrutura.

• Madeira – constituída por madeiras de boa qualidade cuja vedação fica garantida por um revestimento geralmente em chapa de aço.

• Alvenaria de pedra – nesse caso o concreto é substituído por alvenarias de pedra rejuntadas com cimento.

## 3. Histórico e incidentes e acidentes com barragens

O grande impulso que ocorreu no Brasil no pós-guerra e principalmente nos anos 1950, para a implantação de barragens, notadamente no Nordeste, com a construção de açudes com dimensões sensivelmente superiores aos anteriormente construídos, e a necessidade de promover a instalação de grandes hidrelétricas tornaram necessária a difusão de conhecimentos na área da engenharia de barragens e de tecnologias correlatas. Dessa forma, uma atuação efetiva junto à Comissão Internacional de Grandes Barragens (CIGB, do inglês International Commission on Large Dams – ICOLD) foi encarada como uma necessidade premente (CBDB, 2018). A CIGB/ICOLD é uma organização não governamental, destinada a encorajar a troca de informações e de experiências adquiridas em planejamento, projeto, construção e operação de grandes barragens. Ela funciona por intermédio dos comitês nacionais dos países membros, instituídos para o desenvolvimento de trabalhos técnicos ou pesquisas científicas. No Brasil, a CIGB/ICOLD é representada pelo Comitê Brasileiro de Barragens.

O Comitê Brasileiro de Barragens (CDBD), criado em 1928 para discutir questões referentes à segurança de barragens, passou a atuar nos moldes da CIGB/ICOLD em 1962, promovendo seminários nacionais de grandes barragens e apoiando atividades de comissões técnica. O 2° Seminário do CDBD, realizado em 1963, quando surgiu o tema que abordava a segurança de barragens ("acidentes em barragens"), foi um marco na atuação do comitê. O foco na segurança passou a ser intensificado em diversos seminários posteriores, assim como temas relativos à tecnologia de estudos, concepção, cálculo e construção de barragens e operação de reservatórios (CBDB, 2018).

Apesar da complexidade dessas estruturas hidráulicas, acidentes e incidentes em barragens são raros, quando o número é comparado com a quantidade de estruturas existentes (MACHADO, 2015). A ruptura de barragens é de baixíssima probabilidade de ocorrência, desde que os aspectos de projeto, construção e operação desses empreendimentos sejam tratados com seriedade. Todavia, o imenso potencial de perdas de vida, os danos ambientais e as consequências de elevado valor econômico decorrentes de uma eventual ruptura deixam clara a grande responsabilidade das concessionárias e proprietárias quanto à segurança das barragens, assim como ressaltam a importância e a responsabilidade do papel da comunidade técnica e dos órgãos governamentais no sentido de minimizar a possibilidade de ocorrência de eventos desta natureza (CBDB, 2011).

Acidentes com barragens que, em casos extremos, produzem a propagação de uma onda de cheias para a região de jusante, com capacidade de devastar e alagar grandes áreas de planícies a ela associadas, ocorrem desde que essas estruturas começaram a ser construídas. No entanto, a preocupação com este tipo de desastre vem crescendo nas últimas décadas, principalmente quando grandes acidentes deixaram milhares de vítimas em todo o mundo (Figura 2).

À preocupação despertada por conta dos graves acidentes, somou-se a atenção que deve ser dada a fatores como o desgaste das

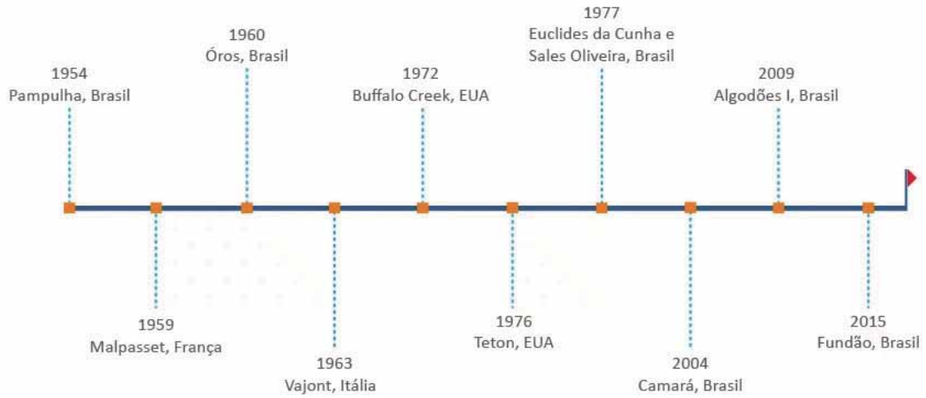



**Figura 2 –** Acidentes com barragens no Brasil e no mundo
**Fonte:** INEA

estruturas e o desenvolvimento de tecnologias relacionadas ao projeto, a construção, a operação e a manutenção das barragens. Desde então, há uma tendência internacional de organização, aperfeiçoamento e institucionalização de sistemas de controle desses empreendimentos (VERÓL, 2010).

## 4. Legislação pertinente

### 4.1 Histórico internacional

A partir da década de 1990, o CIGB/ICOLD intensificou a preocupação com as regulamentações de segurança de barragens nos países membros, e sobre as formas de lidar com os danos a terceiros, em casos de ruptura. Bem antes do Brasil, muitos países implementaram leis sobre segurança de barragens. Essa diferença temporal histórica deixa clara a importância da questão, bem como evidencia o atraso do Brasil no tratamento do assunto (ANA, 2013a).

Na Inglaterra, a segurança das barragens foi regulamentada em 1930, tendo sido reforçada em 1970, ampliada em 1975 e implementada em 1985. Nos Estados Unidos, em 1972, o governo autorizou a elaboração de um programa nacional de inspeção de barragens e, nesse mesmo ano, promulgou a lei conhecida como "Lei Nacional de Segurança de Barragem". A Austrália, desde 1994, e a Nova Zelândia seguem a mesma linha e acompanham os avanços dos ingleses. O Canadá publicou, em 1995, um guia contendo recomendações para a avaliação de segurança de barragens existentes. Em Portugal, o primeiro regulamento português sobre projeto e construção de barragens de terra foi oficializado em 1968, e, em 1990, o governo português instituiu um novo regulamento para segurança de barragens. Na Espanha, em 1992, foi publicada a legislação sobre segurança de barragens e, em 1996, foi aprovado o regulamento técnico sobre segurança de reservatórios (ANA, 2013a).

Em 2002, o Banco Mundial publicou o livro *Regulatory Frameworks for Dam Safety: a comparative study,* contendo modelo de regulamento, operação, manutenção e inspeção de barragens. Nesse documento, o significado de segurança de barragens engloba fatores que contribuem para a operação da estrutura e obras complementares, o risco potencial para a vida humana, aspectos sanitários e de saúde pública, danos a propriedades e proteção da área no entorno do reservatório (ANA, 2013a).

### 4.2 Histórico brasileiro

A regulamentação da segurança de barragens no Brasil teve como ponto de partida uma versão preliminar de Projeto de Lei (PL), denominado Substitutivo de PL nº 1.181/2003, motivada pelo rompimento da barragem de Cataguazes (MG) no mesmo ano, que lançou 1,2 bilhão de litros de resíduos tóxicos nos rios Pomba e Paraíba do Sul, atingindo o Norte e o Noroeste do Estado do Rio de Janeiro (ANA, 2013a).

A partir daí, o PL foi elaborado no âmbito do Grupo de Trabalho de Segurança de Barragens, criado na Câmara Técnica de Estudos e Projetos (CTAP) do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), e contou com contribuições da comunidade técnica brasileira e das principais entidades técnicas nacionais, como CBDB, Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica (ABMS), Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (ABGE), Instituto Brasileiro do Concreto (IBRACON) e Clube de Engenharia. O projeto de lei foi aprovado após sete anos de tramitação na Câmara dos Deputados e posterior aprovação no Senado Federal, na Comissão de Infraestrutura, resultando, em 2010, na promulgação da Lei Federal nº 12.334, que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) (ANA, 2013a; MENESCAL, 2010).

Após a tragédia ocorrida com a barragem de Fundão, em Mariana (MG), em novembro de 2015, a Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro (ALERJ) aprovou o Projeto de Lei nº 1.110. O PL se transformou na Lei Estadual nº 7.192, promulgada em janeiro de 2016, que dispõe sobre a Política Estadual de Segurança de Barragens (PESB), e que, assim como a PNSB, aplica-se a barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais.

### 4.3 Legislação federal

Em 20 de setembro de 2010, foi sancionada a Lei Federal nº 12.334, que estabeleceu a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e criou o Sistema Nacional de Informações de Segurança de Barragens (SNISB). Considerada um marco na história brasileira no que se refere à questão da segurança de barragens, prevenção de incidentes e acidentes e minimização de suas consequências, a PNSB provocou uma mudança de paradigma, eliminando o vácuo institucional e estabelecendo uma cadeia completa de responsabilidades relacionadas à segurança das barragens construídas no Brasil (ANA, 2013b).

A PNSB esclareceu e reforçou a responsabilidade legal do empreendedor em manter as condições de segurança de sua barragem, bem como definiu o respectivo órgão fiscalizador, em função do uso que é dado ao barramento. Segundo essa Lei, o INEA, órgão ambiental estadual, é o órgão fiscalizador da segurança de barragens de usos múltiplos e de resíduos industriais em corpos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro, à exceção de barragens cujo uso principal é a geração de energia hidrelétrica, cujo fiscalizador é a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), e as barragens de rejeito de mineração, que estão sob jurisdição da Agência Nacional de Mineração (ANM). Ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) competem as barragens de resíduos industriais construídas em rios federais. Cabe à ANA fiscalizar as barragens de usos múltiplos em corpos hídricos de domínio federal, além de atuar como ente articulador e integrador da PNSB, sendo também responsável pela compilação dos cadastros de todos os órgãos fiscalizadores, geração de um cadastro único nacional de segurança de barragens e consolidação do Relatório de Segurança de Barragens (RSB), com periodicidade anual.

Enquadram-se na Lei nº 12.334/2010 as barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais que apresentem pelo menos uma das seguintes características (Figura 3):

I. Altura do maciço, contada do ponto mais baixo da fundação à crista, maior ou igual a 15 m (quinze metros);

II. Capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000 m³ (três milhões de metros cúbicos);

III. Reservatório que contenha resíduos perigosos conforme normas técnicas aplicáveis;



revista ineana ESPECIAL p. 6 - p.23 > nov 2018

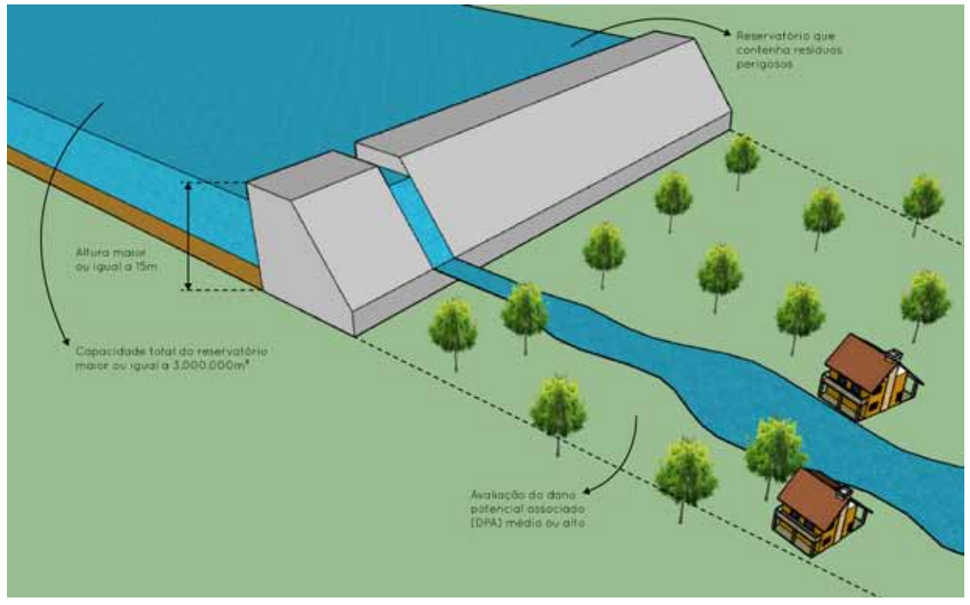



**Figura 3 –** Enquadramento de uma barragem na PNSB
**Fonte:** Elaborada pelos autores

IV. Categoria de dano potencial associado, médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas, conforme definido no art. 6º da lei em referência.

A PNSB ainda prevê a promoção do monitoramento e o acompanhamento das ações empregadas pelos responsáveis por barragens, ou seja, ações empregadas pelo empreendedor. As atribuições dos órgãos fiscalizadores e as obrigações dos empreendedores estão dispostas nos artigos 16 e 17 da referida lei, respectivamente. Ressalta-se que, apesar do empreendedor ser responsável pela segurança da barragem e respectivas ações para mantê-la em estado de conservação adequado, à fiscalização para sua boa condição cabe aos órgãos ambientais integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) definidos como órgãos fiscalizadores. Destaca-se que, em algumas situações, o órgão ambiental fiscalizador pode ser o empreendedor nos casos em que ele é o detentor do projeto, construção, operação e responsabilidade legal da barragem.

Entre os instrumentos da PNSB, merecem destaque o sistema de classificação de barragens por Categoria de Risco (CRI) e por Dano Potencial Associado (DPA), o Plano de Segurança de Barragem (PSB) e Plano de Ação Emergencial (PAE), este último quando exigido, e cujas periodicidade de atualização, qualificação de equipe responsável, conteúdo mínimo e nível de detalhamento, de acordo com a categoria de risco e potencial de dano, são definidos pelo respectivo órgão fiscalizador.

Ainda na esfera federal, em termos normativos, destacam-se as resoluções do CNRH e da ANA (Tabela 1). Apesar de as resoluções da ANA serem válidas apenas para as barragens fiscalizadas pela referida agência, tornaram-se modelo para os diversos órgãos fiscalizadores estaduais.

Por fim, ressalta-se que existem vários projetos de lei em tramitação no Congresso Nacional relacionados ao tema Segurança de Barragens, com destaque para o Projeto de Lei em tramitação no Senado (PLS) nº 224/2016, que propõe a alteração

**Tabela 1 – Resoluções da Agência Nacional de Águas (ANA) e do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH)**

| Objeto | Resolução |
|---|---|
| Plano de Segurança de Barragem (PSB) | ANA nº 236/2017, que substitui ANA nº 91/2012 |
| Inspeção de Segurança Regular (ISR) | ANA nº 236/2017, que substitui ANA nº 742/2011 |
| Inspeção de Segurança Especial (ISE) | ANA nº 236/2017 |
| Revisão Periódica de Segurança de Barragem (RPSB) | ANA nº 236/2017, que substitui ANA nº 91/2012 |
| Plano de Ações de Emergência (PAE) | ANA nº 236/2017 |
| Classificação das barragens quanto à categoria de risco, ao dano potencial | CNRH nº 143/2012, complementada pela ANA nº 132/2016 |
| Diretrizes para implantação da Política de Segurança de Barragem | CNRH nº 144/2012, alterada pela CNRH nº 178/2016 |

**Fonte:** Elaborada pelos autores

da Lei Federal nº 12.334/2010, para reforçar sua efetividade, e da Lei nº 9.433/1997, incluindo novas atribuições ao CNRH.

### 4.4 Legislação estadual

Em 6 de janeiro de 2016, foi promulgada, com alguns vetos, a Lei Estadual nº 7.192, que estabelece a Política Estadual de Segurança de Barragens (PESB). De modo geral, a PESB apresenta divergências estruturais quando comparada à Política Nacional, como a inclusão das autoridades públicas municipais como fiscalizadores.

Outros aspectos que merecem destaque são: a inclusão de açudes na PESB, estruturas conceitualmente diferentes de barragens, o fato de ser demasiadamente restritiva, principalmente no que se refere aos limites de enquadramento das barragens, e por tornar obrigatória, independentemente da classificação da barragem, a elaboração de PAE e de auditoria ambiental. Para identificar se as estruturas hidráulicas estão ou não enquadradas como barragem perante a Lei nº 7.192/2016, é necessário verificar se a destinação é para acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais e que apresentem pelo menos uma das seguintes características:

I. Altura do maciço, contada do ponto mais baixo da fundação à crista, maior ou igual a 10m (dez metros), caso construída em concreto ou cimento e maior ou igual a 5m (cinco metros), caso construída em solo;

II. Capacidade total do reservatório maior ou igual a 2.000.000 m³ (dois milhões de metros cúbicos), caso construída em concreto e maior ou igual a 1.000.000 m³ (um milhão de metros cúbicos), se construída em solo;

III. Reservatório que contenha resíduos perigosos conforme normas técnicas aplicáveis;

IV. Categoria de dano potencial associado, médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas, conforme definido na classificação do art. 3º da Lei nº 7.192/2016.

Cabe destacar a célere tramitação do referido Projeto de Lei na Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro (ALERJ) sem a participação técnica, inclusive dos órgãos fiscalizadores estabelecidos no âmbito da PNSB, tendo sido apresentado na ALERJ no dia 10/11/2016 e aprovado em 09/12/2016.

Para efeito de exemplificação, a legislação nacional, que foi elaborada com apoio de equipe multidisciplinar e sustentada por anos de experiência prévia, tramitou cerca de sete anos até sua publicação oficial. Nota-se com isso que a legislação estadual se caracteriza pelo imediatismo, dispondo de pouco tempo para seu pleno amadurecimento, discussões, tramitação nos principais órgãos e atores envolvidos e consolidação da redação final antes de ser colocada em votação (CHABUDÉ, 2016).

Após a aprovação do Projeto de Lei pela ALERJ, o INEA tomou conhecimento do conteúdo do documento e elaborou uma manifestação propondo o veto integral e apresentando considerações a alguns artigos mais críticos e conflitantes. O governador do estado vetou os artigos apontados na referida manifestação, o que resultou na promulgação da Lei Estadual nº 7.192/2016 com alguns vetos, derrubados posteriormente em sessão extraordinária da ALERJ, em julho de 2016, retornando à redação original.

## 5. Ações de fiscalização no estado

O INEA vem trabalhando na implementação da PNSB desde 2011. As primeiras ações se concentraram na elaboração e atualização de cadastro das barragens do Estado do Rio de Janeiro em que ele é o órgão fiscalizador. Além da implementação das atribuições legais previstas na PNSB, a SEA e o INEA trabalham para assegurar a governança do Poder Público em relação a todas as barragens existentes em seu território e que são de sua responsabilidade de fiscalização e também as que possam impactar o Estado do Rio de Janeiro.

Nesse sentido, além de cadastrar os barramentos em que é o órgão fiscalizador, a SEA e INEA se relacionam com outros órgãos fiscalizadores, principalmente com a ANA, com o objetivo de reconhecer o universo total de barramentos que possam provocar impactos em caso de acidentes e/ou incidentes no Estado do Rio de Janeiro.

Em novembro de 2015, foi criado o Grupo de Trabalho de Segurança de Barragens (GTSB), composto por uma equipe multidisciplinar de servidores de diversas áreas do INEA e da SEA, formalizado através da Portaria INEA/PRES nº 645, de 2 de fevereiro de 2016, cujo objetivo era o estabelecimento de estratégias de implantação da PNSB aplicável às barragens sob jurisdição do Estado do Rio de Janeiro. A formação deste GTSB possibilitou uma evolução significativa do tema de Segurança de Barragens no órgão ambiental. Em 31 de agosto de 2017, a Portaria INEA/PRES nº 729 revogou a portaria anterior e encerrou este GT, tendo em vista que os objetivos propostos em sua criação foram cumpridos.

Em 28 de dezembro de 2017, tendo em vista a importância de se ter um planejamento para a implementação eficiente das Políticas Nacional e Estadual de Segurança de Barragens, foi criado um Grupo de Trabalho Interinstitucional (GTI), através da Resolução SEA/INEA nº 655, composto por oito membros permanentes de setores da SEA e INEA, e sob coordenação da Subsecretaria de Segurança Hídrica e Governança das Águas (SUBSEGH/SEA).

Entre as atividades desenvolvidas desde de o final de 2015 até a presente data, destacam-se o levantamento de dados e cadastro de estruturas hidráulicas (barragens, soleiras, diques etc.); a definição de barramentos prioritários e realização de vistorias; o desenvolvimento do Sistema de Informação sobre os Barramentos do Estado do Rio de Janeiro (SISBAR); a classificação de barragens quanto à CRI e ao DPA; a análise comparativa da compatibilidade técnica entre as legislações federal e estadual sobre segurança de barragens; e a regulamentação dos artigos cabíveis de regulamentação da Lei Federal nº 12.334/2010. Essas atividades são detalhadas a seguir.

### 5.1 Levantamento de dados e cadastro

#### 5.1.1 Identificação de barramentos no território do Estado do Rio de Janeiro

O levantamento de barramentos partiu de diversas fontes e, em um primeiro momento, para identificação dos barramentos mais expressivos situados no Estado do Rio de Janeiro, em que o INEA é o órgão fiscalizador, foram consultadas as informações constantes nos documentos e bancos descritos a seguir.

- Mapeamento de Espelhos d'Água (FUNCE-



revista ineana ESPECIAL p. 6 - p.23 > nov 2018

ME, 2008), elaborado a partir de pesquisa realizada de 2006 a 2008 pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), em cooperação com o MI e com o apoio da ANA. A partir desse mapeamento, foi realizado um recorte para o estado fluminense dos espelhos d'água identificados para todo país, naturais e artificiais, com superfície maior ou igual a 20 hectares (ou 0,2 km²) e, em seguida, verificado quais espelhos d'água eram associados à existência de estruturas hidráulicas (possíveis barramentos) e quais seriam apenas lagoas ou lagos ou que se tratavam de reservatórios de aproveitamentos hidrelétricos.

• Dados do Cadastro Nacional de Recursos Hídricos (CNARH), filtrados, de modo a serem destacadas as declarações que indicavam o uso de água superficial e a existência de intervenção em curso d'água.

• Banco de Dados do Serviço de Outorga de Recursos Hídricos (SEORH), setor do INEA responsável pela concessão de outorgas no estado, no qual foram verificadas as maiores vazões outorgadas em águas superficiais durante o período de 1985 e 2015, desconsiderando as que tinham como finalidade de uso a geração de energia. Em seguida, a partir da observação de imagens de satélite provenientes do Google Earth®, buscou-se identificar as captações relacionadas a essas vazões e que poderiam ter estruturas hidráulicas (possíveis barramentos) associadas.

• Banco de Dados do Serviço de Hidrologia e Hidráulica (SEHID), setor do INEA responsável pela avaliação de intervenções hidráulicas no âmbito de processos de licenciamento ambiental. Foi realizada uma busca em todos os pareceres técnicos elaborados, verificando quais tinham em seu objeto o requerimento para construção de barragens.

A partir das fontes supracitadas, foram contabilizadas 233 estruturas, entre barragens e outras estruturas hidráulicas de pequeno porte. Em seguida, foi composto um cadastro preliminar com o universo total de diversas estruturas hidráulicas, as quais poderiam ou não ser enquadradas como barragens perante a PNSB e a PESB.

### 5.1.2 Identificação de barramentos que podem causar impactos no Estado do Rio de Janeiro

Em um segundo momento foram compiladas informações de barragens localizadas em rios que, no caso de ocorrência de algum acidente, possam vir a provocar danos e impactos no território do Estado do Rio de Janeiro. Visando agregar informações, foram consultados os principais órgãos fiscalizadores federais e estaduais: ANA, ANEEL, ANM, Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM/MG) e Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE/SP).

A partir das informações encaminhadas pelas entidades supracitadas e consulta ao Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE) e Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio de Janeiro (PERHI-RJ), foi mapeado o universo de estruturas hidráulicas existentes bem como barragens situadas fora do território do estado cujos acidentes, incidentes e/ou rompimentos possam vir a afetar o território fluminense (Figura 4).

### 5.2 Barramentos prioritários e vistorias realizadas

Do universo das barragens levantadas, foram então verificadas quais barragens teriam o INEA como órgão fiscalizador. Em seguida, foram realizadas duas avaliações. A primeira identificou os barramentos de maior porte e com maiores áreas alagadas, – os "barramentos prioritários" – que deveriam ter prioridade de vistoria e avaliação. A segunda identificou as demais estruturas hidráulicas levantadas preliminarmente que poderiam ser enquadradas como barragens, com áreas alagadas não tão significativas, mas que, no caso de uma possível ruptura e devido à ocupação a jusante, poderiam causar impactos expressivos.

Todos os barramentos foram classificados quanto ao Dano Potencial Associado (DPA), que

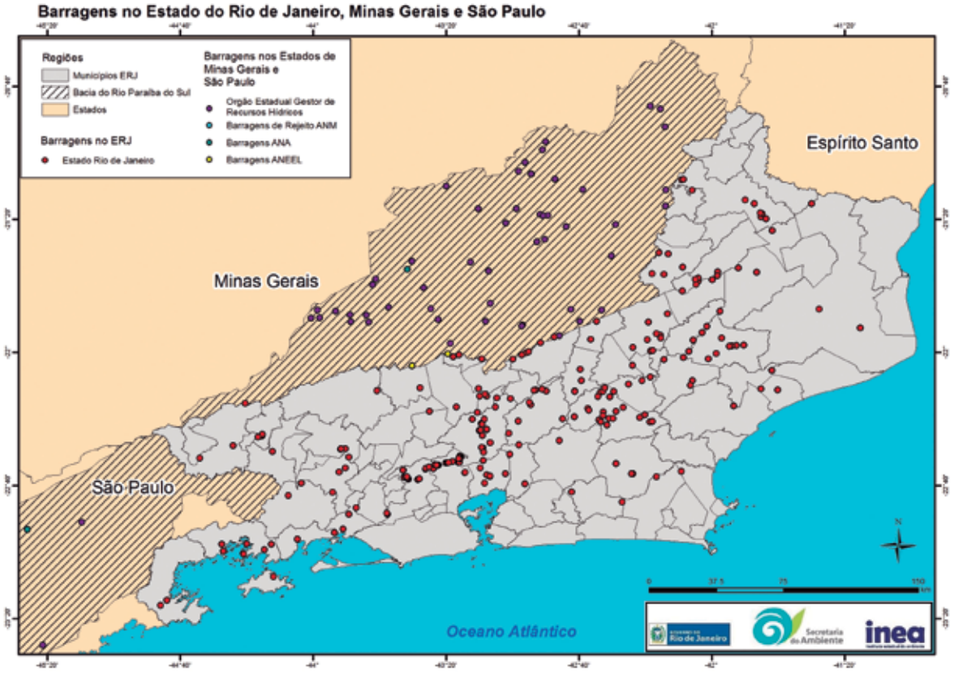



**Figura 4 –** Estruturas hidráulicas identificadas e barramentos nos estados de SP e MG que podem causar impactos no Estado do Rio de Janeiro

**Fonte:** INEA

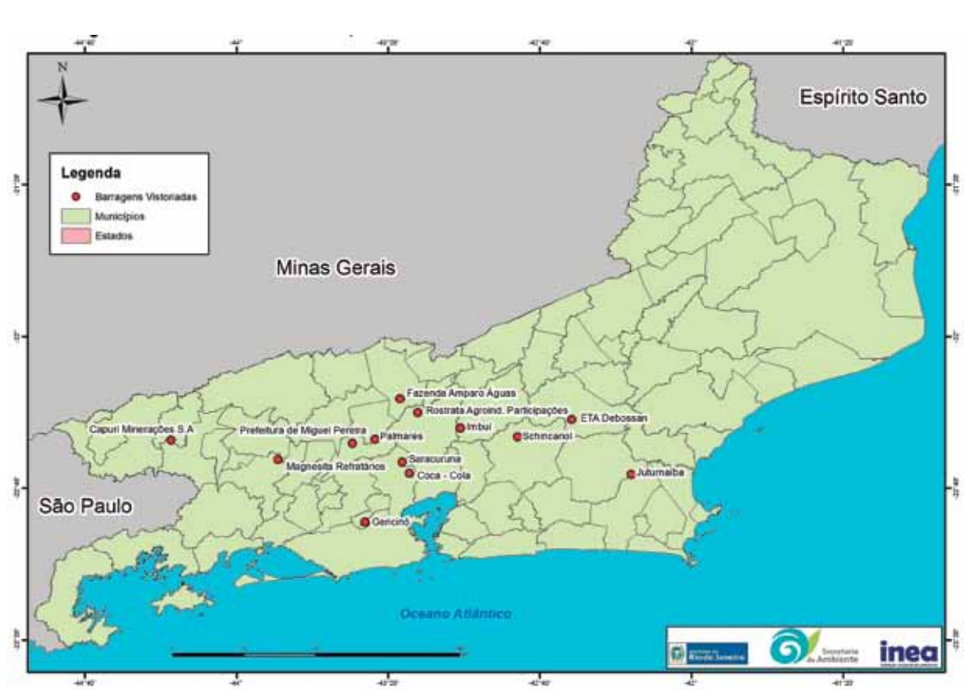



**Figura 5 –** Barramentos prioritários vistoriadas pelo INEA

**Fonte:** INEA

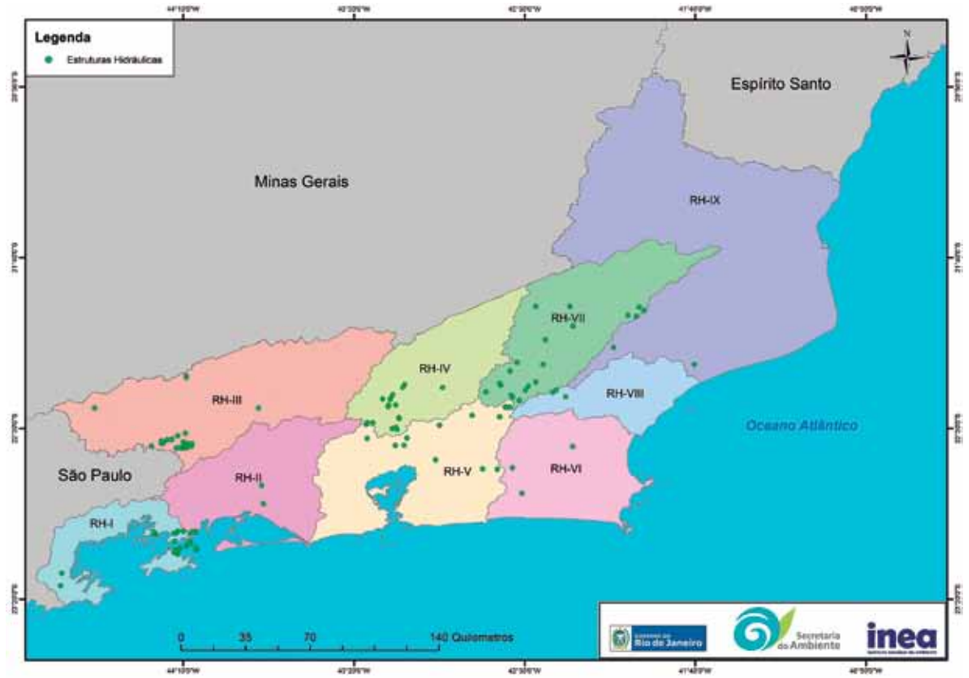



**Figura 6 –** Localização das estruturas hidráulicas cadastradas no SISBAR até outubro/2018

**Fonte:** INEA

corresponde ao dano que pode ocorrer devido a rompimento, vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento de uma barragem.

Ao final da classificação, foram definidas 11 barragens prioritárias (Figura 5) a serem vistoriadas e averiguadas, *in loco*, segundo a classificação do DPA, por intermédio da observação da ocupação a jusante e para coletar informações complementares ao cadastro.

Na ação de fiscalização e, de acordo com as constatações das vistorias, foram emitidas nove notificações e/ou ofícios aos empreendedores relativos à segurança das barragens, e que tiveram como principais questionamentos e/ou solicitações, entre outros: instalação da régua de monitoramento; apresentação de relatório com proposta de execução de reparos em comportas; apresentação de relatório com proposta de medidas corretivas em relação à erosão das margens; realização de limpeza (remoção de indivíduos arbóreos existentes no barramento).

### 5.3 Sistema de Acompanhamento de Barramentos do Estado do Rio de Janeiro (SISBAR)

Para consolidar o cadastro de todas as estruturas hidráulicas do Estado do Rio de Janeiro, foi desenvolvido, em 2016, o SISBAR, uma plataforma online, que permite diversas ações, internas e externas, que, além de reduzir a necessidade de pessoal, possibilita melhorar a qualidade das informações e a agilidade do resgate das informações, além de imprimir rapidez na tomada de decisão. A ferramenta serve tanto ao cadastramento de barramentos, como permite o acompanhamento dos procedimentos de fiscalização e atualização das condições de cada barragem.

Foram então encaminhados ofícios para todos os empreendedores das estruturas hidráulicas elencadas no cadastro preliminar para preenchimento dos formulários correspondentes às suas estruturas no sistema. Ao todo, foram enviados 65 ofícios e, até maio de 2017, 32



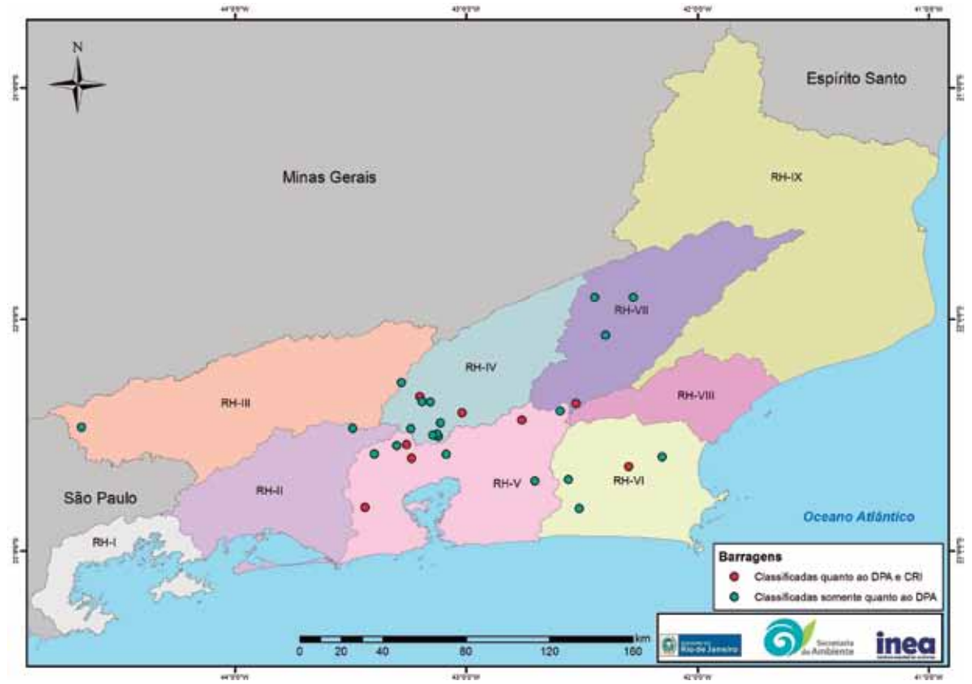



**Figura 7 –** Localização das barragens classificadas no SISBAR até dezembro/2017

**Fonte:** Elaborada pelos autores

**Tabela 2 – Classificação quanto ao DPA e CRI até dezembro/2017**

| Classificação | | Dano Potencial Associado (DPA) | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Critérios** | **ALTO** | **MÉDIO** | **BAIXO** |
| **Categoria de Risco (CRI)** | ALTO | 2 | 1 | 0 |
| | MÉDIO | 2 | 3 | 0 |
| | BAIXO | 0 | 0 | 0 |
| | N.A. | 2 | 0 | 19 |
| TOTAL | | 6 | 4 | 19 |

**Fonte:** Elaborada pelos autores

empreendedores haviam solicitado acesso ao SISBAR. Até outubro de 2018, foram cadastradas no SISBAR 134 estruturas hidráulicas (Figura 6).

Considerando que as informações prestadas pelos empreendedores relativas as suas estruturas hidráulicas podem ou não ser caracterizadas como barragens perante o PNSB e PESB, é feita uma avaliação contínua pela SEA e INEA.

### 5.4 Classificação de estruturas hidráulicas

O Dano Potencial Associado (DPA), conforme mencionado anteriormente, é o dano que pode ocorrer devido ao rompimento, vazamento, infiltração no solo ou mau funcionamento de uma barragem e está associado às condições de ocupação a jusante da barragem.

A Categoria de Risco (CRI) considera aspectos da própria barragem que contribuam



revista ineana ESPECIAL p. 6 - p.23 > nov 2018

para a ocorrência de acidentes, levando em conta as características técnicas, o estado de conservação da barragem e o Plano de Segurança da Barragem (PSB).

Em 2017, após o cadastramento de 131 estruturas hidráulicas no SISBAR, 29 delas foram classificadas quanto ao DPA. Dessas 29 barragens, oito foram classificadas quanto à CRI (Figura 7). As classificações seguiram os critérios da Resolução CNRH nº 143/2012, complementada pela Resolução ANA n° 132/2016, e foram realizadas a partir de observações de imagens de satélite do Google Earth® para identificação e verificação de aspectos referentes ao volume total do reservatório, à existência de população a jusante, aos impactos ambientais e socioeconômicos.

O detalhamento da classificação realizada é apresentado na Tabela 2. Ressalta-se que, das 29 barragens classificadas, dez estão enquadradas na Lei Federal n° 12.334/2010.

### 5.5 Compatibilização da legislação pertinente e regulamentação

Na Lei Federal n° 12.334/2010 e em seus artigos correspondentes na Lei Estadual n° 7.192/2016, existem artigos que são passíveis de regulamentação própria de cada ente fiscalizador, de acordo com as suas particularidades e universo de barragens, conforme a seguir:

- Artigo 8° – Plano de Segurança da Barragem;
- Artigo 9° – Inspeção de Segurança Regular e Especial;
- Artigo 10 – Revisão Periódica de Segurança da Barragem;
- Artigos 11 e 12 – Plano de Ação Emergencial.

Conforme mencionado no item 4.4, a Política Estadual possui vários aspectos conflitantes com a Política Nacional, o que inclusive dificultou a regulamentação desses artigos, por parte do órgão fiscalizador do Estado do Rio de Janeiro. Dentre as atividades do GTI, consta a avaliação da PESB visando compatibilizá-la com a PNSB e, em seguida, formalizar esta regulamentação.

Cabe frisar que o INEA já estabeleceu procedimentos internos compatíveis com a regulamentação de todo o conteúdo previsto na Lei Federal n° 12.334/2010. No entanto, esses documentos ainda não foram regulamentados por conta dos conflitos entre a legislação estadual e a federal, uma vez que um dado empreendedor pode estar sujeito às duas legislações.

Quanto à apreciação da Lei Estadual n° 7.192/2016, o GTI, após fazer uma análise da lei, elaborou uma manifestação técnica com comentários sobre cada item conflitante. A lei tem artigos e incisos que se contrapõem ao estabelecido na lei federal, que previamente foram vetados pelo governador por sugestão do INEA e cujo veto foi derrubado pelo Legislativo em julho de 2016.

## 6. Conclusões e desafios

O INEA, no Estado do Rio de Janeiro, é o órgão fiscalizador da segurança de barragens de usos múltiplos e de resíduos industriais em corpos hídricos de domínio estadual. O Instituto vem desenvolvendo, junto à SEA, suas ações de fiscalização por meio de um grupo de trabalho multidisciplinar que contempla a elaboração e atualização do cadastro das estruturas existentes no estado sob sua jurisdição, e também de estruturas em outros estados (MG e SP) que possam impactar o estado fluminense. Fazem parte dessas ações a realização de vistorias em barramentos considerados prioritários; a ações de fiscalização como envio e acompanhamento de notificações e recebimento de PSB; a regulamentação de artigos da PNSB.

A criação do SISBAR objetivou e facilitou a sistematização e a disseminação das informações sobre as barragens e seus respectivos empreendedores, possibilitou o desenvolvimento de estratégias visando preservar e garantir padrões de segurança de maneira a minimizar a possibilidade de acidentes e respectivas consequências, além de estreitar o canal entre os empreendedores e o órgão fiscalizador.

Até outubro de 2018, haviam sido cadastradas pelos empreendedores 134 estruturas hidráulicas no SISBAR, tendo sido classificadas até dezembro de 2017 quanto ao dano potencial associado 29 barragens e, dessas, oito quanto ao risco.



Apesar da intensificação e significativa evolução no desenvolvimento das atividades relacionadas à segurança de barragens após o final do ano de 2015, a SEA e o INEA ainda têm pela frente grandes desafios, tais como: a complementação e consolidação do inventário das estruturas hidráulicas; a classificação quanto ao DPA e CRI das estruturas hidráulicas cadastradas no SISBAR ainda não classificadas; a definição de estratégias para fiscalização das barragens enquadradas nas PNSB e PESB, incluindo a melhoria das informações das mesmas; o fomento à capacitação dos empreendedores, visando garantir a implementação da PNSB e PESB; a compatibilização das legislações quanto as divergências legais e sua aplicabilidade; o estabelecimento de mecanismos e estratégias de regularização ambiental de estruturas hidráulicas implantadas anteriormente às legislações ambientais vigentes e/ou que não foram objeto de licenciamento ambiental pelo INEA; a busca de soluções para a definição dos responsáveis de estruturas antigas que foram construídas por órgãos e/ou instituições extintas e que atualmente só têm função paisagística.

## Referências bibliográficas


AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Curso de segurança de barragens**: módulo I – barragens: aspectos legais, técnicos e socioambientais: unidade 1 - diretrizes, legislação e regulamentação. Brasília, 2011a. 63 p. Disponível em: <https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/handle/ana/110>. Acesso em: 10 out. 2018.

_____. **Relatório de segurança de barragens**: 2011. Brasília, 2011b. Disponível em:< http://www.snisb.gov.br/portal/snisb/relatorio-anual-de-seguranca-de-barragem/2011>. Acesso em: 10 out. 2018.

BRASIL. Lei n° 12.334, de 20 de setembro de 2010. **Diário Oficial da União, Brasília**, 21 set. 2010. Seção 1, p. 1. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12334.htm>. Acesso em: 10 out. 2018.

COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS. **Histórico.** 2013. Disponível em: <http://www.cbdb.org.br/1-29/Histórico>. Acesso em: 10 out. 2018.

CHABUDÉ, P. F. **Análise comparativa no âmbito do Estado do Rio de janeiro entre as legislações federal e estadual de segurança de barragens**: aplicada para barragens de acumulação com fins de usos múltiplos, exceto as de geração de energia hidrelétrica. 2016. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Engenharia Agrícola e Ambiental, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, 2016.

COSTA, W. D. **Geologia de barragens**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 352 p. Disponível em:<https://www.ofitexto.com.br/comunitexto/conheca-todos-os-tipos-de-barragem/>. Acesso em: 10 out. 2018.

DIAS, F. S. et al. A Segurança de barragens no estado do rio de janeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017, Florianópolis. **Anais**... Florianópolis: ABRH, 2017. Disponível em: <http://evolvedoc.com.br/xxiisbrh/detalhes-704_a-seguranca-de-barragens-no-estado-do-rio-de-janeiro>. Acesso em: 11 out. 2018.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Mapeamento dos espelhos d'água do Brasil**: convênio n° 00535/2005. Brasília, DF: Ministério da Integração Nacional, 2008.

GARRIDO NETO, P. S et. al. A Segurança de barragens no estado do rio de janeiro: identificação e fiscalização dos principais barramentos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22, 2017. Florianópolis. **Anais**... Florianópolis: ABRH, 2017. Disponível em: <http://evolvedoc.com.br/xxiisbrh/detalhes-705_seguranca-de-barragens-no-estado-do-rio-de-janeiro-identificacao-e-fiscalizacao-dos-principais-barramentos>. Acesso em: 11 out. 2018.

GOMIDE, F. L. S. **Sobre reservatórios e segurança hídrica**. Brasília: ANA, 2012. Disponível em: <http://www.enercons.com.br/restrito/site-


revista ineana ESPECIAL p. 6 - p.23 > nov 2018

-abrapch/sobre_reservatorios_e_seguranca_hidrica.pdf>. Acesso em: 11 out. 2018.

LEI de segurança de barragens: histórico. Brasília, 2010. p. 9-11. Disponível em: <http://www.semarh.se.gov.br/recursoshidricos/wp-content/uploads/2018/01/seguranca_barragem_lei.pdf>. Acesso em: 11 out. 2018.

MACHADO, P. V. **Acidentes e incidentes com barragens de médio e grande porte**: existe influência da forma de contratação da construção das obras e da forma de fiscalização das obras?. Salvador: UFBA, 2015. 127p.

MENESCAL, R. A. **Gestão da segurança de barragens no Brasil:** proposta de um sistema integrado, descentralizado, transparente e participativo. 2009. 769 p. Monografia (Especialização em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

RIO DE JANEIRO (Estado). Lei nº 7.192, de 06 de janeiro de 2016. Dispõe sobre a política estadual de segurança de barragens (PESB) e regula o sistema estadual de informações sobre segurança de barragens (SEISB) no âmbito do estado do rio de janeiro. **Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro**, Poder Executivo, Rio de Janeiro, 7 jan. 2016. p. 2. Disponível em: <http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/e9589b9aabd9cac8032564fe0065abb4/85eb3c84afde375683257f340057cb4a?OpenDocument&ExpandSection=-2%2C-4%2C-5%2C-6%2C-3#_Section1>. Acesso em: 11 out. 2018.

VERÓL, A. P. **Simulação da propagação de onda decorrente de ruptura de barragem, considerando a planície de inundação associada a partir da utilização de um modelo pseudo-bidimensional.** 2010. 234 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.coc.ufrj.br/pt/dissertacoes-de-mestrado/110-msc-pt-2010/1541-aline-pires-verol>. Acesso em: 11 out. 2018.



revista ineana ESPECIAL p. 6 - p.23 > nov 2018

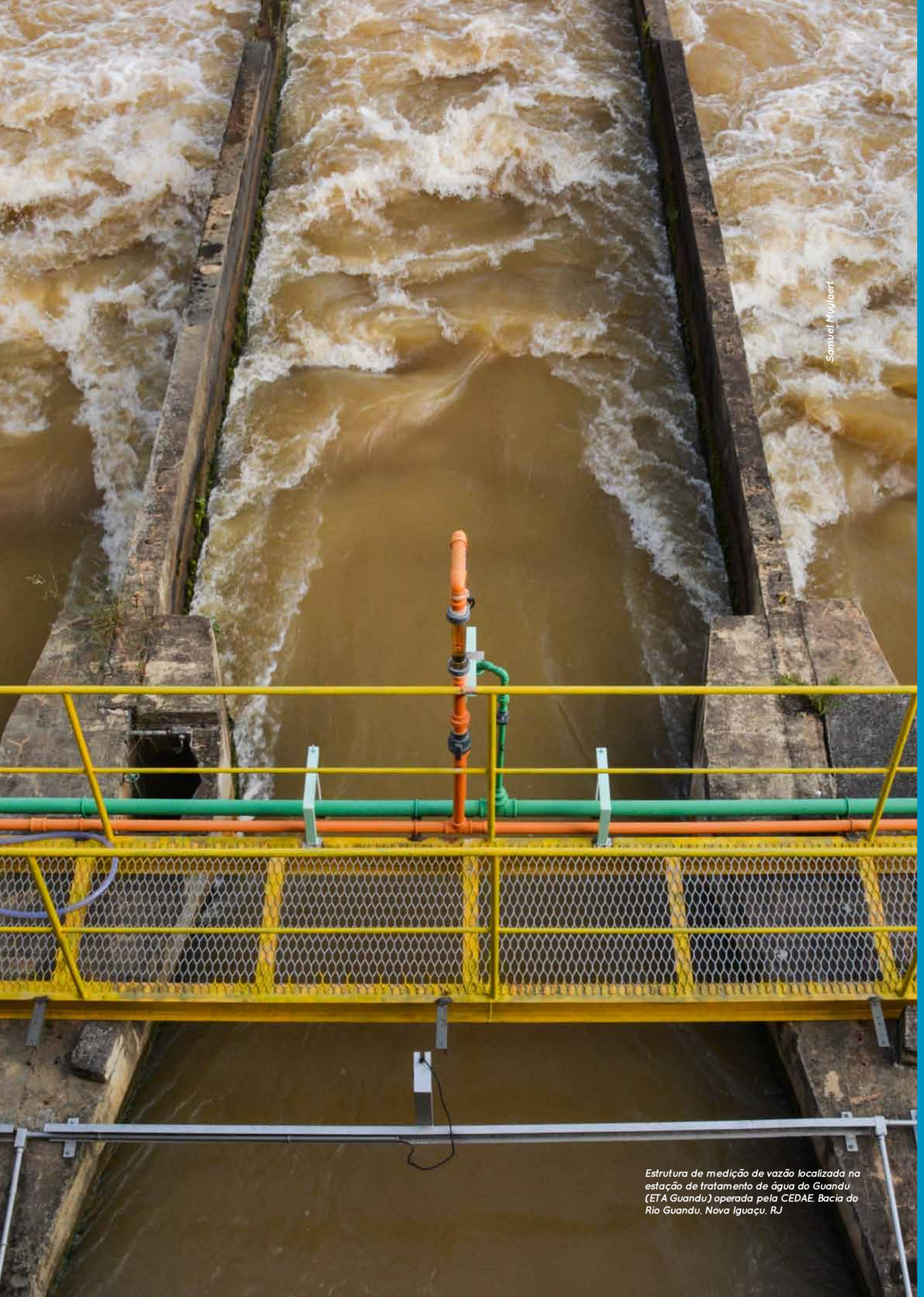
## Sobre os autores

### Fernanda Spitz Dias

Mestre em Engenharia Civil, com ênfase em Recursos Hídricos e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Graduada em Engenharia Civil pela UFRJ. Possui experiência na área de Recursos Hídricos, Hidrologia, Hidráulica, Gestão de Riscos e Desastres Hídricos e Segurança de Barragens. Atualmente, é engenheira da Coordenadoria de Segurança Hídrica da Subsecretaria de Segurança Hídrica e Governança das Águas da SEA.

### José Edson Falcão de Farias Júnior

Mestre em Engenharia Civil com ênfase em Recursos Hídricos (2006) pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa (COPPE/UFRJ). Especialista em Análise Ambiental e Gestão do Território (2010) pela Escola Nacional de Ciências Estatísticas (ENCE/IBGE). Engenheiro civil (2004) pela Universidade Federal de Alagoas. Servidor da extinta SERLA, entre os anos de 2007 e 2009, e do INEA, desde 2009. É coordenador de Segurança Hídrica da Subsecretaria de Segurança Hídrica e Governança das Águas (COSEG/SUBSEGH/SEA). Tem atuado na temática Segurança Hídrica nas suas diversas facetas, como coordenação de projetos de prevenção e mitigação de riscos de desastres relacionados à inundação, gestão de recursos hídricos, de estiagem e de segurança de barragens.



Samuel Muylaert

*Estrutura de medição de vazão localizada na estação de tratamento de água do Guandu (ETA Guandu) operada pela CEDAE. Bacia do Rio Guandu, Nova Iguaçu, RJ*

# Águas do Rio II:
## perfil dos usos de recursos hídricos no estado fluminense

## *Waters of Rio de Janeiro II: a profile of state water uses*


Moema Versiani Acselrad; Samuel Muylaert; Márcia Chaves de Souza; Gabriel Macedo Frota dos Santos; Ana Carolina Lima de Souza; Bruna Roque Loureiro; Raquel dos Santos Brisson; Yago Pacheco Rodrigues de Oliveira



### Resumo

A conclusão do primeiro Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI-RJ), em 2014, permitiu comparar, em bases técnicas consistentes, os usos de água bruta estimados e projetados para 2030 com a disponibilidade hídrica calculada nas nove regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro. Muito embora tais estimativas sejam consideradas consistentes, há necessidade de que os usos efetivos sejam devidamente regularizados, visando assegurar o adequado controle da disponibilidade e demanda hídrica. Este artigo apresenta um diagnóstico da base cadastral do Estado do Rio de Janeiro acerca dos usos de água, tanto no que diz respeito ao perfil de uso (tipo de interferência, finalidade e vazões demandadas), como ao tipo de documento requerido pelos usuários junto ao órgão gestor. Foi possível observar um predomínio, em todo o estado, de captações subterrâneas, em relação às captações superficiais; as maiores vazões de captação, entretanto, são realizadas em corpos hídricos superficiais. Da mesma forma, documentos de autorização de uso insignificante predominam em todas as regiões. Quando somadas, no entanto, constata-se que as vazões associadas aos usos insignificantes são pouco expressivas, quando comparadas às vazões dos usos outorgados.



### Palavras-chave

Demandas Hídricas. Outorga. Regularização.



### *Abstract*

*The first Rio de Janeiro State Water Resources Plan (PERHI-RJ) conclusion in 2014 allowed to compare, on a consistent technical bases, the estimated water uses and its projections for 2030, with the water availability calculated for the nine State Hydrographic Regions. Although such estimates are reputed to be consistent, the water effective uses still need to be properly regularized, in order to ensure adequate control of water supplies and demands. This article presents a diagnosis of Rio de Janeiro State register database on water uses, regarding both use profile (interference type, purpose and demanded flows), and withdrawal document type required by water users to governmental management agency. The results showed predominance, in withdrawal numbers in whole State, of groundwater related to superficial water. In the other hand, the surface water amount used is larger than groundwater. In the same way, "Insignificant Use Withdrawal" documents prevail in all regions. However, when added, it is verified that flows associated with insignificant uses are not very expressive when compared to the granted ones.*



### *Keywords*

*Water demand. Water grants. Water use regularization.*

## 1. Introdução

Em artigo intitulado *Águas do Rio: um panorama geral da disponibilidade hídrica no estado fluminense* (FERNANDES et al., 2015), publicado na terceira edição desta revista Ineana, destacou-se a limitação da disponibilidade hídrica natural face aos usos instalados e previstos nas diversas regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro.

A conclusão do primeiro Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI-RJ), em 2014, permitiu confrontar, em bases técnicas consistentes, os usos de água bruta[1] estimados e projetados para 2030 com a disponibilidade hídrica calculada nas unidades hidrológicas de planejamento adotadas no estudo.

Para fins de planejamento e gestão dos recursos hídricos, o conhecimento dessas duas variáveis – disponibilidade hídrica e demanda por água bruta – é essencial para a atuação coordenada do sistema de gestão de recursos hídricos, em especial os órgãos gestores. Dessa forma, a precisão, a organização e a acessibilidade das informações relacionadas às demandas por água dos diversos segmentos usuários (empresas de saneamento, indústrias, agricultores, entre outros) são essenciais para a operacionalização de instrumentos de gestão da política de recursos hídricos, tais como a outorga de direito de uso, a cobrança pelo uso da água e os planos de bacia.

Muito embora as estimativas de demanda resultantes dos estudos desenvolvidos no PERHI-RJ sejam consideradas consistentes, há necessidade de que os usos **existentes** de água sejam **regularizados**, visando assegurar o controle qualiquantitativo dos usos e o efetivo exercício dos direitos de acesso ao recurso hídrico.

Neste contexto, o presente artigo apresenta um diagnóstico da base cadastral do Estado do Rio de Janeiro acerca da demanda por água, tanto no que diz respeito ao perfil de uso da água (tipo de interferência, finalidade e vazões demandadas), como ao tipo de documento requerido pelos usuários junto ao órgão gestor. Os dados aqui analisados são referentes ao universo de usuários **regularizados** ou em **processo de regularização** que estão contidos no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH) e/ou no Sistema de Licenciamento Ambiental (SLAM) do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), ou seja, que possuem algum procedimento administrativo referente à regularização do uso de recursos hídricos de domínio estadual.

## 2. Planejamento e gestão dos recursos hídricos no Estado do Rio de Janeiro

Com o objetivo de assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em quantidade e qualidade adequadas aos respectivos usos, a gestão desse recurso tem como base as Políticas Nacional e Estadual de Recursos Hídricos (Lei Federal nº. 9.433/1997 e Lei Estadual nº. 3.239/1999). Essas referências legais partem de alguns fundamentos, tais como: a água é um bem de domínio público; é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; sua gestão deve sempre proporcionar o uso múltiplo (para diferentes finalidades e setores); deve ser também descentralizada e participativa (com a instituição e funcionamento dos colegiados participativos); a unidade territorial para a sua implementação é a bacia hidrográfica.

Este último fundamento consiste em avanço significativo, pois o planejamento das ações relacionadas aos recursos hídricos deve seguir uma lógica territorial-geográfica não coincidente com a divisão político-administrativa dos entes federados. O Estado do Rio de Janeiro, nessa linha, tem seu território dividido em regiões hidrográficas para fins de atuação das entidades integrantes do Sistema Fluminense de Gestão das Águas.

### 2.1 Regiões hidrográficas no Estado do Rio de Janeiro

O Estado do Rio de Janeiro possui uma geografia muito particular; pela proximidade entre os divisores de água e a costa marítima, há centenas de bacias hidrográficas de pequeno porte que drenam diretamente para o mar. Dessa forma, foi conveniente adotar o recorte territorial de regiões hidrográficas (RHs), que agrupam, cada uma, um conjunto de bacias hidrográficas contíguas, agrupadas, eventualmente, considerando algum critério político-socioeconômico adicional.

**Figura 1** – Delimitação das Regiões Hidrográficas no Estado do Rio de Janeiro
**Fonte:** Resolução CERHI nº 107/2013

Dessa forma, o Estado do Rio de Janeiro, com cerca de 44 mil km2 de extensão (CIDE, 1997) e 92 municípios, está dividido, para fins de planejamento e gestão ambiental e de recursos hídricos, em nove regiões hidrográficas (Resolução CERHI-RJ nº 107 de 22 de maio de 2013), conforme Figura 1.

### 2.2 Plano Estadual de Recursos Hídricos: demandas hídricas

O Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI-RJ) é um importante instrumento de planejamento previsto na legislação, uma vez que objetiva fundamentar e orientar toda a gestão das águas em âmbito estadual. Esse Plano, com base em um diagnóstico da situação atual e estimativa dos cenários futuros, apresenta uma série de indicações de como os desafios identificados podem vir a ser superados. Especificamente na área de abordagem do presente artigo, o PERHI (2014) traz também importantes contribuições, já que ali foram estimadas as demandas hídricas para todo o estado, com nível de detalhamento por unidade hidrológica de planejamento (UHP).

O PERHI (2014) tem como referência o ano de 2013, e apresenta as demandas independentemente do domínio dos corpos d'água; isso significa que os usos estimados podem ter sua demanda atendida tanto por rios federais como por corpos hídricos estaduais (rios ou aquíferos). Nesse contexto, observa-se que as maiores demandas, identificadas à época, são para a indústria e o abastecimento humano, que respondem, juntos, por 85% dos usos (Figura 2 – Demanda percentual de água no Estado do Rio de Janeiro por setor usuário), diferindo do padrão brasileiro, no qual o setor agropecuário representa mais da metade da demanda total por água.

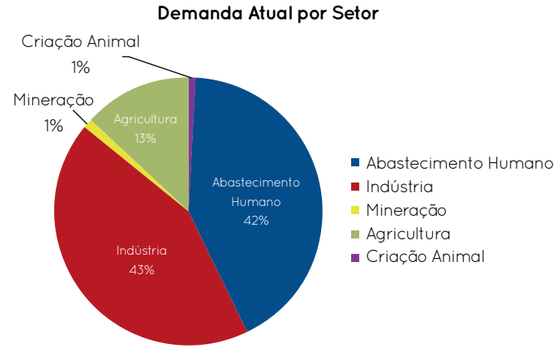



**Figura 2** – Demanda percentual de água no Estado do Rio de Janeiro por setor usuário
**Fonte:** PERHI, 2014

Da demanda total estimada no PERHI (2014), de cerca de 14,2 milhões de metros cúbicos por dia, observa-se concentração da demanda para abastecimento na RH V (Baía de Guanabara) e para indústria na RH II (Guandu), seguido das RHs III (Médio Paraíba do Sul) e IX (Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana), como se pode observar na Figura 3 – Demanda percentual de água no Estado do Rio de Janeiro em cada Região Hidrográfica por setor usuário.

Tais demandas se justificam tendo em vista as características de cada região. A RH V (Baía de Guanabara) abriga a capital do estado e boa parte da Região Metropolitana fluminense, sendo responsável por aproximadamente 70% da demanda para abastecimento humano; já a RH II (Guandu) reúne importantes indústrias, que respondem pela metade da demanda deste setor no estado; as RHs III e IX (Médio e Baixo Paraíba do Sul, respectivamente) possuem indústrias expressivas que utilizam as águas do Rio Paraíba do Sul, maior manancial do estado, de domínio federal. No setor agrícola, se destaca a RH IV (Piabanha), apresentando a maior demanda hídrica para o setor, seguida pelas RHs VII (Rio Dois Rios, também na Região Serrana) e IX (Baixo Paraíba e Itabapoana, no noroeste do estado).

Este conhecimento das demandas estimadas pelo PERHI-RJ permitiu ao órgão gestor e aos comitês de bacia hidrográfica realizarem o planejamento e a gestão das águas a partir de bases técnicas mais consistentes (PERHI, 2014).

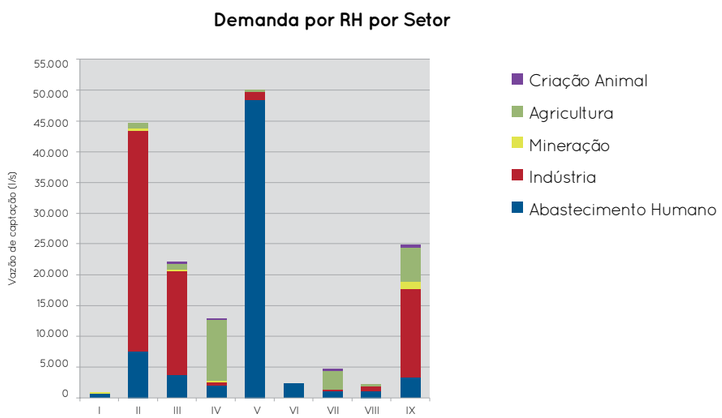



**Figura 3** – Demanda percentual de água no Estado do Rio de Janeiro em cada Região Hidrográfica por setor usuário
**Fonte:** PERHI, 2014



Ocorre que, do ponto de vista formal, e sobretudo para a concessão de outorgas de direito de uso, o ideal é que tais estimativas estejam coerentes com a base cadastral de usos **regularizados**, utilizada pelo órgão gestor de recursos hídricos, para que assim sejam adequadamente consideradas nos cálculos de balanço hídrico. É desejável que essa base cadastral reflita a realidade dos usos praticados. Dessa forma, ações de consistência das bases de dados e de apoio à atividade de regularização de usos da água são consideradas estratégicas para o aprimoramento da gestão.

## 3. Projeto Águas do Rio: a importância da consistência das bases de dados de demandas hídricas

Conhecer os usos da água é condição necessária a uma gestão eficiente deste recurso indispensável para a vida e para as diversas atividades econômicas. Como a água bruta é um bem público, a sua utilização para fins comerciais, principalmente, necessita de **autorização** e de estar devidamente **regularizada** junto ao poder público (federal ou estadual, dependendo do domínio do corpo hídrico). Desta forma, os órgãos gestores de recursos hídricos mantêm uma dinâmica de cadastramento e regularização dos diversos usos da água, alimentando bases de dados de usos e usuários de recursos hídricos, com uma dinâmica interna de armazenamento, consistência, filtragem, análise e disponibilização de dados e informações a este respeito. No sentido de contribuir para o aprimoramento deste processo no âmbito do Estado do Rio de Janeiro, foi então concebido e desenvolvido um projeto visando, entre outras vertentes, a consistência das bases de dados de demandas hídricas.

### 3.1 O projeto

O projeto **Regularização dos usos de recursos hídricos em bacias estratégicas e aprimoramento da base de dados de usuários no Estado do Rio de Janeiro** foi viabilizado por meio de recursos financeiros do Programa de Consolidação do Pacto Nacional pela Gestão das Águas (PROGESTÃO), da Agência Nacional de Águas (ANA).

Iniciado em julho de 2016, e desenvolvido em parceria com a Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), o projeto facilitou uma série de atividades de comunicação e capacitação sobre a temática de cadastramento e regularização dos usos da água, junto aos comitês de bacia das nove regiões hidrográficas fluminenses. Uma importante contribuição técnica foi a produção de um estudo de consistência das bases de dados utilizadas pelos setores envolvidos com o processo de regularização de usos de recursos hídricos do INEA/SEA (especificamente setores relacionados aos instrumentos outorga, cadastro e cobrança). A equipe do projeto trabalhou de forma a sanear as bases disponíveis, propondo a estruturação de um banco de dados unificado, que atenda, de forma integrada, às necessidades de todos os setores mencionados; e, sobretudo, aprimorando a dinâmica interna de armazenamento, consistência, filtragem e análise dos dados.

### 3.2 A regularização dos usos de recursos hídricos

Tendo em vista que a água é um recurso limitado, e que seu uso não planejado pode levar a situações de indisponibilidade hídrica a alguns de seus usos pretendidos, a regularização dos usos da água é o processo por meio do qual o órgão gestor toma conhecimento e disciplina/equaciona as vazões captadas pelos diversos usuários. Devem passar por este processo todos aqueles que utilizam água bruta, superficial ou subterrânea, ou que lançam efluentes em corpos hídricos[2].

O primeiro passo para a regularização dos usos dos recursos hídricos no Estado do Rio de Janeiro se dá através do preenchimento do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH), plataforma online desenvolvida e mantida pela Agência Nacional de Águas (ANA), como parte integrante do Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos (SNIRH). Neste sistema, são registradas as informações sobre o uso da água, como tipo de interferência (captação ou lançamento), corpo hídrico (rio, aquífero, lagoa etc.), coordenadas geográficas das interferências, vazões de captação e lançamento. São também coletadas informações administra-



revista ineana ESPECIAL p. 24 - p. 41 > nov 2018

tivas do usuário, como responsável técnico e legal, endereços de correspondência, entre outras.

Após esse primeiro passo, o usuário deve dar entrada junto ao INEA na solicitação de autorização da interferência pretendida; em caso de deferimento do pleito, é emitido um documento previsto no Sistema de Licenciamento Ambiental (SLAM) do Estado do Rio de Janeiro (Decretos nº 44.820/2014 e nº 45.482/2015). Especificamente com relação às interferências em recursos hídricos, os documentos passíveis de emissão com maior destaque para os propósitos deste artigo são a Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos e a Certidão Ambiental de Uso Insignificante de Recursos Hídricos. O tipo de documento vai depender do volume de água a ser utilizado, conforme será descrito no item a seguir.

### 3.2.1 Outorga e uso insignificante

A outorga visa assegurar o controle qualiquantitativo dos usos e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. Esse é o instrumento por meio do qual o órgão gestor autoriza o usuário a utilizar uma quantidade de água para determinada finalidade por um prazo definido. Dependendo da bacia hidrográfica, pode haver um critério de isenção de requerimento de outorga para quantidades consideradas pouco expressivas ou insignificantes. Nesse caso, o uso fica também isento do pagamento da cobrança pelo uso de recursos hídricos. Este instrumento – cobrança pelo uso da água bruta – está implantado em todas as bacias do estado, e incide sobre os usos sujeitos à outorga; em outras palavras, são usuários pagadores da cobrança aqueles passíveis de outorga, ou seja, que demandam uma quantidade expressiva de água em seus processos produtivos ou comerciais.

São utilizados os critérios definidos pela Lei Estadual nº 4.247/2003 para classificação do uso como passível de outorga ou insignificante (Figura 4 – Critérios para classificação em usos significantes (passíveis de outorga) e insignificantes segundo a Lei Estadual nº 4.247/2003. Valores são expressos em volumes diários (litros/dia)).

O conjunto de informações fornecidas pelo usuário, no momento inicial de preenchimento do CNARH, serve de base para a análise dos pedidos de autorização do uso (e do cálculo dos valores de cobrança no caso de usos significativos); após análise da viabilidade, o uso é autorizado por meio da emissão do documento de outorga ou da Certidão Ambiental de Uso Insignificante. Adotando essa dinâmica, o órgão gestor passa a conhecer o perfil das demandas por água, sua dimensão e distribuição geográfica, a fim de subsidiar melhores tomadas de decisão.

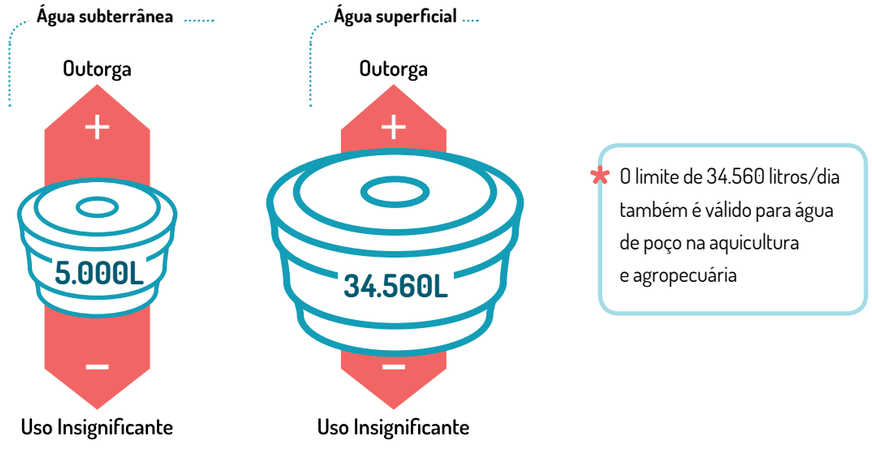



**Figura 4** – Critérios para classificação em usos significantes (passíveis de outorga) e insignificantes segundo a Lei Estadual nº 4.247/2003. Valores são expressos em volumes diários (litros/dia)
**Fonte:** Águas do Rio



### 3.2.2 Bases de dados de usuários de recursos hídricos utilizadas pelo órgão gestor

São duas as principais bases de dados de usos de recursos hídricos utilizadas pelo INEA/SEA em seus processos de regularização de usuários: o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH) e o Sistema de Licenciamento Ambiental (SLAM). No primeiro, estão registrados os dados relativos ao uso propriamente, tais como localização, vazões, corpo hídrico; no segundo, estão contidos essencialmente a informação de regularização, tais como tipo e número de documento de autorização de uso. O trabalho da equipe dedicada à consistência e consolidação das informações constantes nessas duas bases foi, sobretudo, de "sanear" as imprecisões e consolidar numa única estrutura os dados registrados nas duas plataformas.

**Quadro 1 – Finalidades de interferências de recursos hídricos constantes do CNARH**

| Finalidade |
|---|
| Aproveitamento Hidroelétrico |
| Obras Hidráulicas |
| Termoelétrica |
| Aquicultura |
| Criação Animal |
| Irrigação |
| Esgotamento Sanitário |
| Mineração |
| Abastecimento Público |
| Consumo humano |
| Indústria |
| Outros |

**Fonte:** Elaborado pelos autores

As finalidades passíveis de autorização de interferência de recurso hídrico no estado estão relacionadas no Quadro 1 – Finalidades de interferências de recursos hídricos constantes do CNARH. Há uma determinada finalidade, denominada "Outro" no CNARH, que apresenta uma série de subtipos associados, discriminados no Quadro 2. Esta finalidade possui relevância quando analisamos o perfil dos usos no item 4.

**Quadro 2 – Subtipos da finalidade "Outros" constantes do CNARH**

| Principais usos dentro do grupo "Outros" |
|---|
| Urbanização |
| Hotel / pousada / motel |
| Restaurante |
| Outra obra hidráulica |
| Paisagismo / Turismo / lazer / recreação / balneário |
| Residência multifamiliar |
| Residência unifamiliar |
| Posto de combustível |
| Hortas, jardins, pomares (área < 0,5 ha) |
| Unidade comercial não atendida por rede de água |
| Lavagem de veículos |
| Condomínio |
| Pequeno comércio |

**Fonte:** Elaborado pelos autores

**Quadro 3 – Tipo de processos administrativos de regularização do uso no INEA**

| Tipo de processo de regularização do uso no INEA |
|---|
| Outorga subterrânea |
| Outorga superficial |
| Perfuração de poço |
| Tamponamento de poço |
| Uso insignificante subterrâneo |
| Uso insignificante superficial |
| Reserva de disponibilidade hídrica |

**Fonte:** Elaborado pelos autores

Após o preenchimento do CNARH, o usuário dá entrada no processo de regularização no INEA, sendo enquadrado em alguma das tipologias constantes do Quadro 3 – Tipo de processos administrativos de regularização do uso no INEA.

O setor de outorga utiliza planilhas Microsoft Excel® para o preenchimento de informações que servem de base para a análise e acompanhamento dos processos administrativos, que por sua vez estão registrados no SLAM.

A proposição de um banco de dados unificado, a ser utilizado pelos diferentes setores da instituição envolvidos na dinâmica de cadastramento e regularização dos usos da água, foi uma das etapas do trabalho de consistência, como já mencionado.



revista ineana ESPECIAL p. 24 - p. 41 > nov 2018

O desenvolvimento desta base unificada justifica-se pela necessidade de agilizar os procedimentos internos, e facilitar a integração entre os setores. Estes aspectos foram levantados e ressaltados por Muylaert et al., (2017), Souza et al., (2018), e Nunes et al., (2008).

A evolução conceitual e tecnológica do CNARH a partir de novembro de 2017, abordada por Souza et al. (2017), impactou em alguma medida o desenvolvimento do trabalho de consistência das bases. Entretanto, a identificação dos perfis de demanda nas regiões hidrográficas do estado, associados aos processos e documentos de regularização no âmbito do órgão gestor estadual, bem como a necessidade de campanhas específicas direcionadas a determinados setores usuários, são frutos de um dedicado e persistente trabalho da equipe envolvida.

## 4. Perfil dos usos nas bases de dados do órgão gestor

Os estudos de consistência realizados por uma equipe de cinco profissionais (três de nível superior e dois estagiários) permitiu a consolidação da denominada "planilha unificada". O trabalho desenvolvido, além de dispender esforços direcionados de cinco profissionais, exclusivamente dedicados ao projeto, resultou na unificação, em uma única base, de todas as informações relacionadas aos usos/interferências em recursos hídricos regularizados ou em alguma fase do processo de regularização.

Os dados consistidos relativos aos usos da água são, na sequência do artigo, apresentados de acordo com:

(i) tipo de interferência (superficial/subterrânea);
(ii) perfil dos usos (finalidades); e
(iii) categoria do documento, conforme porte dos usuários (outorga, uso insignificante, e outras autorizações diversas).

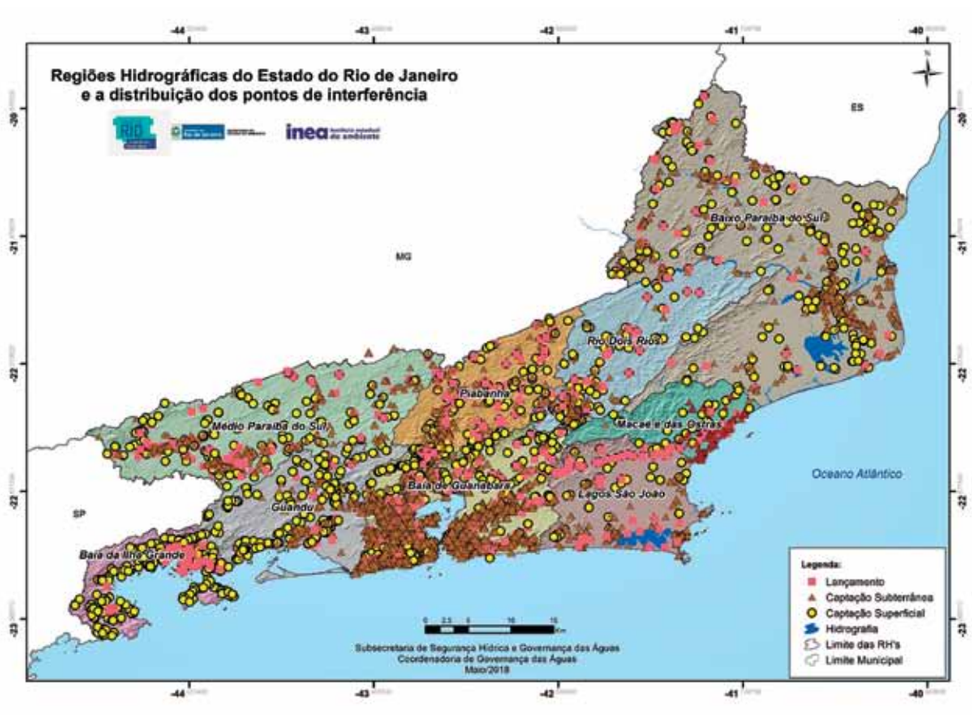



**Figura 5** – Distribuição dos pontos de interferência (captações superficial e subterrânea, e lançamentos) no Estado do Rio de Janeiro
**Fonte:** SUBSEGH/SEA

***Reservatório Funil Paredão (Itatiaia, RJ)***

### 4.1 Pontos de interferência por tipologia (superficial/subterrâneo)

Tendo como linha de corte a data de julho de 2016, foi possível, pela primeira vez no âmbito do órgão gestor, identificar a dimensão mais exata dos números envolvidos: foram identificados 9.343 pontos de interferência (captações superficial e subterrânea, e lançamentos), com uma demanda média total de 14.160.294 metros cúbicos por dia de água, distribuídos nas nove regiões hidrográficas do estado (Figura 5).

É possível observar na Figura 5 um maior adensamento de pontos de interferência na RH V - Baía de Guanabara, que se insere de forma central na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Este fato não surpreende, uma vez que a região é densamente ocupada, com cerca de 75% da população fluminense. De fato, a preocupação aumenta quando se constata que a região apresenta baixa disponibilidade hídrica, com a grande maioria de seus mananciais locais já explorados praticamente em sua capacidade máxima. De fato, Fernandes et al. (2015) registraram que "a despeito da baixa disponibilidade hídrica, a Região Metropolitana abriga os maiores contingentes populacionais e parque industrial do Estado".

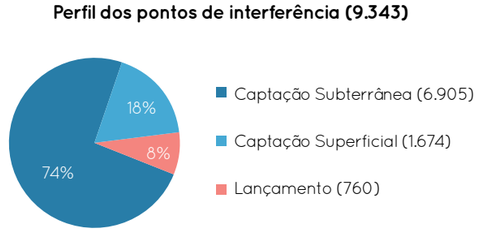
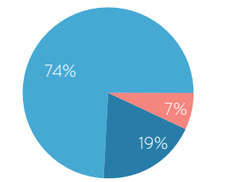


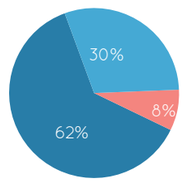

**Figura 6** – Perfil dos pontos de interferência no Estado do Rio de Janeiro com relação ao tipo de captação (superficial/subterrânea)
**Fonte:** Elaborada pelos autores

**Perfil dos pontos de interferência (272) – RH I**



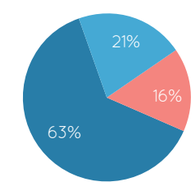

- Captação Subterrânea (51)
- Captação Superficial (201)
- Lançamento (20)

**Perfil dos pontos de interferência (920) – RH II**



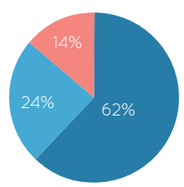

- Captação Subterrânea (573)
- Captação Superficial (276)
- Lançamento (71)

**Perfil dos pontos de interferência (733) – RH III**



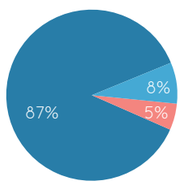

- Captação Subterrânea (463)
- Captação Superficial (152)
- Lançamento (118)

**Perfil dos pontos de interferência (833) – RH IV**




- Captação Subterrânea (517)
- Captação Superficial (198)
- Lançamento (118)

**Perfil dos pontos de interferência (3.670) – RH V**




- Captação Subterrânea (3.176)
- Captação Superficial (299)
- Lançamento (195)

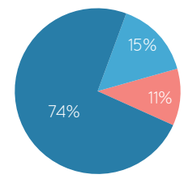
**Figura 7** – Perfil dos pontos de interferência nas regiões hidrográficas com relação ao tipo de captação (superficial/subterrânea) (continua)

**Fonte:** Elaborada pelos autores



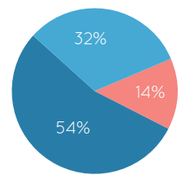
revista ineana ESPECIAL p. 24 - p. 41 > nov 2018

**Perfil dos pontos de interferência (605) – RH VI**



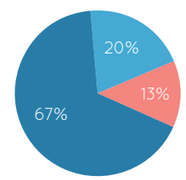

- Captação Subterrânea (449)
- Captação Superficial (89)
- Lançamento (67)

**Perfil dos pontos de interferência (530) – RH VII**



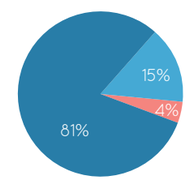

- Captação Subterrânea (288)
- Captação Superficial (170)
- Lançamento (72)

**Perfil dos pontos de interferência (363) – RH VIII**




- Captação Subterrânea (244)
- Captação Superficial (71)
- Lançamento (48)

**Perfil dos pontos de interferência (1.417) – RH IX**




- Captação Subterrânea (1.144)
- Captação Superficial (221)
- Lançamento (52)

**Figura 7** – Perfil dos pontos de interferência nas regiões hidrográficas com relação ao tipo de captação (superficial/subterrânea) (continuação)

**Fonte:** Elaborada pelos autores

Um resultado do levantamento diz respeito ao tipo de interferência, quanto ao manancial utilizado (superficial ou subterrâneo): de um total de 9.343 pontos de interferência no estado, 6.905 (74%) são praticados em manancial subterrâneo (poço), como indicado na Figura 6 – Perfil dos pontos de interferência no Estado do Rio de Janeiro com relação ao tipo de captação (superficial/subterrânea).

Apesar de cada região hidrográfica possuir sua especificidade, ao analisar os dados dos pontos de interferência por região, é observado um mesmo padrão entre as regiões: mais da metade dos pontos de interferência referem-se a captações de águas subterrâneas, com exceção da RH I – Baía da Ilha Grande, que possui uma maior representatividade de águas superficiais (Figura 7 – Perfil dos pontos de interferência nas regiões hidrográficas com relação ao tipo de captação (superficial/subterrânea) (continuação)). Nesta análise, chama atenção a RH V (Baía de Guanabara), que apresenta 87% de seus pontos de interferência como captação subterrânea (Figura 7 – Perfil dos pontos de interferência nas regiões hidrográficas com relação ao tipo de captação (superficial/subterrânea) (continuação)).

Por outro lado, observando sob o ponto de vista do **volume** de água captado, notamos que as águas superficiais possuem relevância estratégica para atender às demandas dos diversos setores. Conforme indica a Figura 8 – Perfil das vazões dos pontos de interferência nas regiões hidrográficas, do total de 14.160.294 $m^3/d$

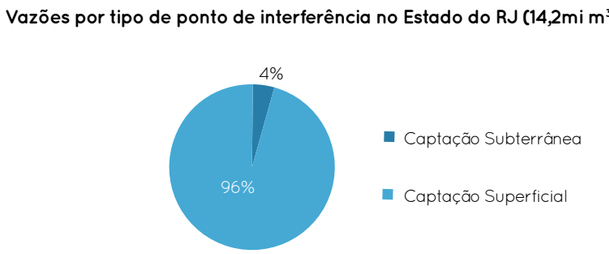



**Figura 8** – Perfil das vazões dos pontos de interferência nas regiões hidrográficas
**Fonte:** Elaborada pelos autores

de captação de água registrados, 13.604.063 m³/d (96%), são provenientes de mananciais superficiais.

Observando as demandas estimadas no PERHI-RJ, abordadas no item 2 deste artigo, poder-se-ia chegar à conclusão de que as vazões constantes da base de dados do INEA são muito próximas das vazões estimadas no Plano (14,2 milhões de metros cúbicos por dia, de acordo com PERHI, 2014); ocorre que essa conclusão é precipitada, pois as demandas por finalidade podem diferir – e muito – entre a estimativa e a cadastrada junto ao órgão gestor, como será visto no item seguinte.

### 4.2 Pontos de interferência por finalidade

Conforme destacado no item 3 deste artigo, ao iniciar o processo de regularização do uso da água, o usuário preenche os seus dados, primeiramente, no CNARH. Nesse sistema, ele indica a **finalidade** do seu uso, informação essencial para a instrução e análise do processo (especialmente quando a legislação indica a prioridade para consumo humano e dessedentação animal em situações de escassez). O Quadro 4 e a Figura 9 apresentam os números de pontos de interferência por finalidade, com destaque para a finalidade "Outros", que, na verdade, abrange uma grande variedade de usos diversificados muito característicos de regiões urbanas e densamente antropizadas, embora possa existir usos rurais eventualmente.

A Figura 9 – Número de pontos de interferência consistidos por finalidades de uso do CNARH apresenta esta mesma informação de forma resumida, dando destaque para alguns subtipos da finalidade "Outro" que mais se sobressaem, tais como pequeno comércio, condomínios e lavagem de veículos.

As nove regiões hidrográficas que compõem o Estado do Rio de Janeiro possuem diferentes aptidões e tendências, e essas especificidades são refletidas nas finalidades em que os recursos hídricos são empregados. Os dados aqui registrados mostram que a finalidade "Outro" tem maior relevância em todas as nove regiões, em termos de número de pontos de interferência; porém isso reflete também o uso múltiplo e diversificado das águas, tal como para lavagem de veículos, residências unifamiliar e multifamiliar, pequenos comércios, condomínios, pousadas/hotéis/motéis, recreação, entre outros. Como exemplo de usos diversos, a RH V – Baía de Guanabara, que abrange boa parte da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, teve 73% das finalidades registradas no grupo "Outro". Esta finalidade, quando analisada para todo o estado, representa 61% (5.725) do total de pontos. Em seguida, a quantidade de pontos que utilizam água para fins industriais e para consumo humano representam 15% e 9% do total, respectivamente.

No entanto, apesar da quantidade dos pontos de interferência ser expressiva para determinadas finalidades, nem sempre irá corresponder a uma vazão significativa. Essa observação pode ser notada na Figura 10 – Vazões médias diárias (m3/d) por finalidades nas regiões hidrográficas, onde finalidades que possuíam pouca representatividade no número de pontos interferência, passam a ficar em destaque quando analisadas as vazões médias diárias de captação, como é o caso de "Abastecimento Público" (que em sete das nove regiões – I, II, III, V, VI, VII e VIII - representa mais de 50% do total de vazões captadas). Por outro lado, finalidades que possuíam altos registros de pontos possuem pouca contribuição no volume captado, como "Outro" e "Consumo humano".

Nota-se também o grande volume de água captada na RH II, Guandu, em relação às outras regiões, 73% do total, seguido pela RH V, com 10%.

As informações relativas à finalidade abastecimento público são coerentes com as estimativas de demanda apontadas no PERHI (2014), com uma ressalva: a demanda por água para abastecimento humano, efetivamente, encontra-se na RH V (Baía de Guanabara), onde se concentra a população. Ocorre que o manancial que atende a esta demanda encontra-se na RH II (Guandu), mais especificamente no Rio Guandu, o que justifica a alta vazão para abastecimento nessa região constante da base de dados de regularização de usos do INEA/SEA.

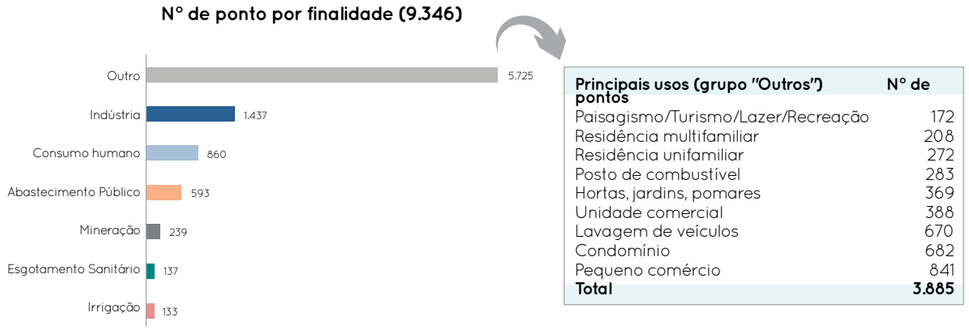
A maior diferença observada entre as estimativas de demanda do PERHI e o resultado da consistência das bases de dados de usos regularizados encontra-se na finalidade agropecuária. A estimativa do PERHI para este uso foi de 22,9 m³/s, número 73 vezes maior que os 0,3 m³/s referentes à base cadastral. Esta discrepância corrobora a tese de que este setor usuário tem uma cobertura cadastral ainda muito aquém do potencial existente.

Já com relação ao setor industrial, no PERHI estimou-se uma demanda de 70,4 m³/s, número 42% maior que os 49,5 m³/s de vazão industrial encontrada na base do INEA. Esta diferença pode ser explicada, possivelmente, pelo fato de que a demanda do Plano Estadual considerou todos os usos, em corpos d'água estaduais e fede-

**Quadro 4 – Número de pontos de interferência por finalidade de uso**

| Finalidade | Nº de pontos |
|---|---|
| Aproveitamento Hidroelétrico | 12 |
| Obras Hidráulicas | 33 |
| Termoelétrica | 43 |
| Aquicultura | 66 |
| Criação Animal | 67 |
| Irrigação | 133 |
| Esgotamento Sanitário | 137 |
| Mineração | 240 |
| Abastecimento Público | 593 |
| Consumo humano | 860 |
| Indústria | 1.437 |
| Outro | 5.722 |
| **Total** | **9.343** |

**Fonte:** Elaborado pelos autores




| Principais usos (grupo "Outros") | Nº de pontos |
|---|---|
| Paisagismo/Turismo/Lazer/Recreação | 172 |
| Residência multifamiliar | 208 |
| Residência unifamiliar | 272 |
| Posto de combustível | 283 |
| Hortas, jardins, pomares | 369 |
| Unidade comercial | 388 |
| Lavagem de veículos | 670 |
| Condomínio | 682 |
| Pequeno comércio | 841 |
| **Total** | **3.885** |

**Figura 9** – Número de pontos de interferência consistidos por finalidades de uso do CNARH
**Fonte:** Elaborada pelos autores



revista ineana ESPECIAL p. 24 - p. 41 > nov 2018

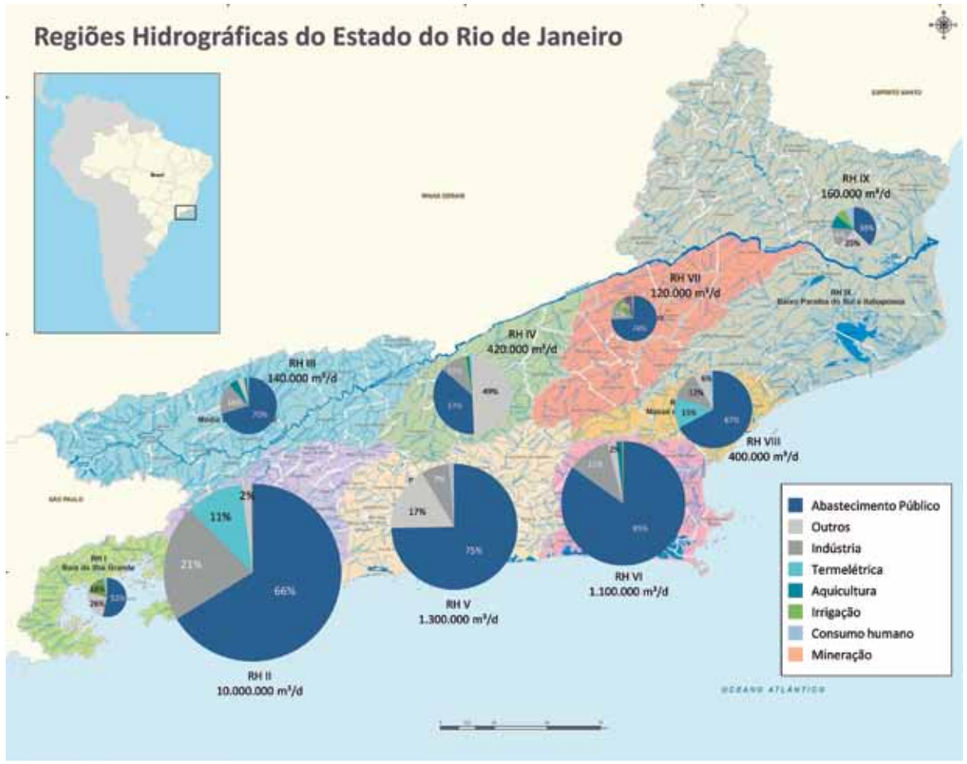



**Figura 10** – Vazões médias diárias (m³/d) por finalidades nas regiões hidrográficas
**Fonte:** Elaborada pelos autores

rais, incluindo as indústrias abastecidas pelo Rio Paraíba do Sul e as reservas hídricas de grandes empreendimentos à época da elaboração do estudo (PERHI, 2014).

### 4.3 Porte dos usos nos processos administrativos: usos outorgáveis X usos insignificantes

Como já mencionado ao longo deste artigo, o primeiro passo para a regularização é o registro no CNARH. Os registros dos usos, no sistema prévio da ANA (CNARH 1.0), eram denominados "declaração de uso do empreendimento integrado", de que constavam todas as interferências de um único usuário. Apesar da evolução conceitual e tecnológica do sistema (relatado por SOUZA et al., (2017), passando a ser chamado de CNARH 40) ter suprimido este conceito de declaração do empreendimento, a análise realizada no âmbito do Projeto Águas do Rio foi feita com base no sistema original. Desta forma, as interferências também foram avaliadas para as declarações internalizadas no CNARH 1.0, do ponto de vista de categoria e porte do usuário (outorga, uso insignificante, e outras autorizações diversas).

Dentro desse contexto, os 9.343 pontos de interferência previamente analisados estavam distribuídos em 6.103 declarações dentro do referido CNARH 1.0, entre as quais 818 não possuíam processo administrativo associado no INEA. Para todas essas declarações foi feita uma classificação de acordo com o porte dos volumes de água envolvidos, que permitiu identificar se as vazões dos pontos de interferência internalizados se referiam a um uso *significante* outorga (outorga de água subterrânea ou superficial) ou a um uso *insignificante* (também de água subterrânea ou superficial). Do total do número de declarações naquele sistema, dentro da linha de corte (julho de 2016), verificou-se que 66% (4.033) correspondem a uso insignificante, 32% (1.947) são relativos a outorgas (uso significante) e 5% como solicitações





**Tabela 1 – Tipo de processos administrativos de regularização do uso da água associado às declarações internalizadas no CNARH**

| Tipo de processo administrativo | Número de declarações CNARH 1.0 |
|---|---|
| Outorga subterrânea | 1.433 |
| Outorga superficial | 514 |
| Perfuração | 28 |
| Tamponamento | 83 |
| Uso insignificante subterrâneo | 3.611 |
| Uso insignificante superficial | 422 |
| Reserva de disponibilidade hídrica | 12 |
| **Total** | **6.103** |

**Fonte:** Elaborada pelos autores

**Participação por tipo de classificação de processo (6.103)**

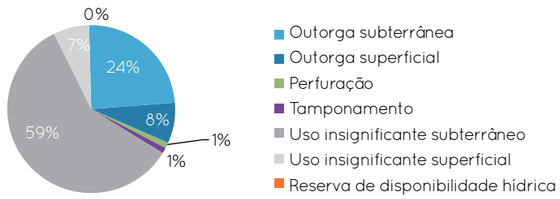



**Figura 11** – Percentual de documentos autorizativos/processos administrativos do INEA
**Fonte:** Elaborada pelos autores

de outros tipos, conforme Tabela 1 – Tipo de processos administrativos de regularização do uso da água associado às declarações internalizadas no CNARH e Figura 11.

Entre os documentos autorizativos expedidos pelo INEA, observa-se que a demanda para análise de processos maior é relacionada a usos de recursos hídricos do tipo outorga de direito de uso ou certidão ambiental de uso insignificante.

Por fim, importa ressaltar que, conforme mencionado, 66% das solicitações relativas a interferências em recursos hídricos correspondem a usos insignificantes; essa representatividade pode gerar questionamento quanto à sua proporção com relação ao volume de água captado, quando somadas todas as suas vazões de captação. De fato, é razoável questionar se o volume total de usos insignificantes autorizado seria inexpressivo quando somado. Ao observar a Figura 12, nota-se que, apesar de representar 66% das autorizações, as de usos insignificantes representam apenas 0,13% do volume total de água constante das declarações CNARH e processos no INEA.

## 5. Considerações finais

A regularização dos usos e usuários de água configura-se em atividade que requer significativo esforço por parte dos órgãos gestores de recursos hídricos, sobretudo para se dispor de uma base de dados organizada, consistente e representativa da realidade. A realização de estudos de consistência dessas bases contribui para o aprimoramento da gestão das águas, que passa a contar com informações mais precisas, e que possam prontamente ser acessadas, tornando-se a base para o cálculo do balanço hídrico e demais atividades de gestão.

A partir do diagnóstico da base cadastral do Estado do Rio de Janeiro acerca da demanda por água, desenvolvido no âmbito do Projeto Águas do Rio, foi possível traçar um perfil dos usos de recursos hídricos nas nove Regiões Hidrográficas (tipo de interferência, finalidade e vazões demandadas), bem como ao tipo de documento autorizativo da interferência, especialmente a outorga e a certidão ambiental de uso insignificante.

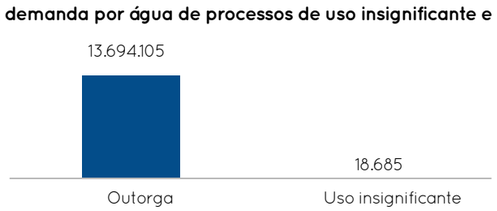



**Figura 12** – Proporção das vazões de uso insignificante nos usos regularizados ou em fase de regularização junto ao INEA
**Fonte:** Elaborada pelos autores

Um primeiro resultado observado foi o predomínio de captações subterrâneas (74% do total de 9.343 pontos de interferência); o volume de água superficial captada, no entanto, é expressivamente maior (96% do total de 14.160.294 m³/d).

Com relação à "significância" da soma das vazões dos usos insignificantes, observou-se que, relativamente aos dados regularizados ou em fase de regularização, esta não é tão expressiva com relação aos usos outorgados. O volume de água utilizado nos processos de uso insignificante não passa de 0,13% do volume total.

Por fim, os resultados indicam que há espaço para ampliar a regularização dos usos no setor agropecuário, cujas demandas cadastradas contrastam enormemente com aquelas estimadas no Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI, 2014). Especialmente para as regiões hidrográficas integrantes da bacia do rio Paraíba do Sul, onde se observa a vocação agrícola pronunciada (RHs IV – Piabanha, VII – Rio Dois Rios , e IX – Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana), identifica-se a necessidade de campanhas de regularização específicas voltadas para esse segmento usuário, visando o adequado controle da disponibilidade hídrica; esta necessidade fica ainda mais evidente quando observa-se a recente crise hídrica vivenciada pela bacia, tornando a gestão da demanda uma ação chave para o incremento da segurança hídrica.

## Notas

[1] Água bruta é a água encontrada naturalmente em rios, nascentes, córregos, lagos, ou no subsolo. A água distribuída por companhias de abastecimento público é chamada de água tratada.

[2] Para informações, consultar a cartilha "Águas do Rio: cuidando das nossas águas" em http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/@inter_vpres_geiat/documents/document/zwew/mtuy/~edisp/inea0152009.pdf

## Referências bibliográficas

FUNDAÇÃO CENTRO DE INFORMAÇÕES E DADOS DO RIO DE JANEIRO. **Estado do Rio de Janeiro**: território. Rio de Janeiro, 1997. 80p.

FERNANDES, L. S. et al. Águas do Rio: um panorama geral da disponibilidade hídrica no Estado fluminense. **Revista Ineana**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 6-25, 2015.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (RJ). **Plano estadual de recursos hídricos do Estado do Rio de Janeiro**: PERHI-RJ. Rio de Janeiro: Fundação COPPETEC, 2014.

MUYLAERT, S. et al. Diagnóstico da base de dados sobre os usos da água como mecanismo de fortalecimento da gestão: estudo da Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande, Estado do Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017, Florianópolis. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2017.

SOUZA, A. C. L. et al. Caracterização dos usos da água na Região Hidrográfica Macaé e das Ostras, Estado do Rio de Janeiro, a partir da consistência das bases de dados de usuários de recursos hídricos. In: ENCONTRO DE RECURSOS HÍDRICOS EM SERGIPE (ENREHSE), 11., 2018, Aracaju. **Anais...** Aracaju: [SEMARH], 2018.

SOUZA, M. C.; NUNES, T. C. O.; ACSELRAD, M. V. A evolução do processo de regularização dos usos da água no Estado do Rio de Janeiro a partir da adesão ao Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos: CNARH (2007-2017). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017, Florianópolis. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2017.





## Sobre os autores

### Moema Versiani Acselrad

Doutora em Engenharia Civil com ênfase em Recursos Hídricos e Saneamento (2013) pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ). Mestre em Geotecnia Ambiental pela COPPE/UFRJ (2001) e Matemática pela UFRJ (1996). Atualmente coordena a Coordenadoria de Governança das Águas da Subsecretaria de Segurança Hídrica e Governança das Águas da SEA, tendo anteriormente ocupado a extinta Gerência de Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos do INEA. Foi também especialista em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas de 2003 a 2014.

### Samuel Muylaert

Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (2018) pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho (2014) e engenheiro ambiental (2013) pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Atua nas áreas de planejamento de recursos hídricos e de implementação e aprimoramento dos instrumentos de gestão das águas. Hoje, está vinculado à Subsecretaria de Segurança Hídrica e Governança das Águas (SEA/INEA).

### Márcia Chaves de Souza

Chefe de serviço da Coordenadoria de Governança das Águas da Subsecretaria de Segurança Hídrica e Governança das Águas da SEA, tendo anteriormente ocupado a chefia do extinto Serviço de Cadastro e Cobrança pelo Uso da Água da Gerência de Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos do INEA. Atuou, ainda, como professora de Informática da Universidade Cândido Mendes de 2005 a 2011.

### Gabriel Macedo Frota dos Santos

Formado em Engenharia de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (2013) pela UFF . Experiência como consultor de planejamento estratégico. Analista em projeto de aprimoramento de bases de dados de cadastro e outorga na SEA/INEA.

### Ana Carolina Lima de Souza

Geógrafa pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), pós-graduada em Análise Ambiental e Gestão do Território pela Escola Nacional de Ciências Estatísticas (ENCE). Experiência profissional na área de gestão ambiental voltada para recursos hídricos e mapeamento temático com ênfase na operação, processamento e disponibilização de dados para geoprocessamento na plataforma GIS. Condução de projetos e elaboração de relatórios técnicos.

### Bruna Roque Loureiro

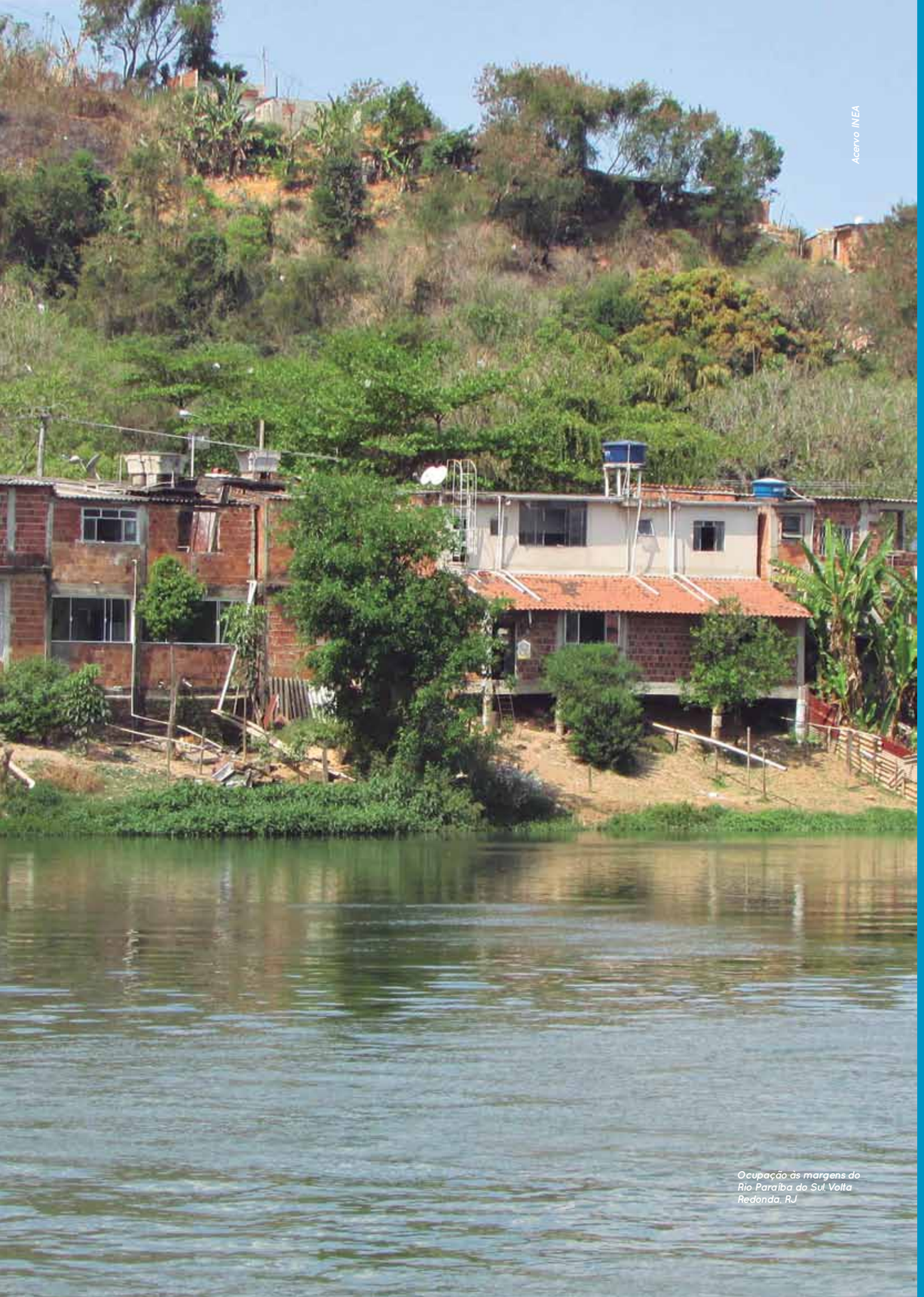
Bióloga pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO). Mestre e doutoranda em Aquicultura pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Experiência profissional em gestão ambiental, com destaque para atuações nas áreas de Licenciamento ambiental, outorga do uso da água, Cadastro Ambiental Rural e regularização de atividades agrícolas. Experiência em planejamento e execução de diagnósticos na área ambiental e na coordenação de projetos.

### Raquel dos Santos Brisson

Graduada em Engenharia de Recursos Hídricos e do Meio Ambiente (Engenharia Ambiental) pela UFF. Atuou como estagiária e analista ambiental pelo INEA.

### Yago Pacheco Rodrigues de Oliveira

Bacharel em Engenharia de Recursos Hídricos e do Meio Ambiente (2017) pela UFF. Atuou como estagiário e analista ambiental na SEA/INEA (2016-2018).



Acervo INEA

Ocupação às margens do Rio Paraíba do Sul Volta Redonda, RJ



# Regularização fundiária sustentável das margens do Rio Paraíba do Sul, município de Volta Redonda, RJ

*Sustainable land regularization of the banks of Paraíba do Sul River, Volta Redonda city, RJ*

Daniele Pereira Batista Amaral; José Edson Falcão de Farias Júnior


## Resumo

Previstas pelo Código Florestal (Lei nº 12.651/12) com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a estabilidade geológica e a biodiversidade, as Áreas de Preservação Permanente (APPs) foram concebidas como espaços sem previsão de uso e ocupação antrópico. Entretanto, como é notório nas cidades brasileiras, a ausência e/ou ineficiência de planejamento urbano nas últimas décadas permitiu que inúmeras edificações ocupassem áreas ribeirinhas. Esse é o caso de Volta Redonda, o município mais populoso da Região Sul do Estado do Rio de Janeiro, cujo desenvolvimento se deu às margens de um dos principais rios fluminenses, o Paraíba do Sul. No esforço de compatibilizar a necessidade de preservação ambiental ao direito fundamental de acesso à moradia, previsto pela Constituição Federal, esse trabalho teve como objetivo a realização do zoneamento ambiental com vistas à Regularização Fundiária das margens do Rio Paraíba do Sul no município, com base nas Leis Federais nº 12.651/12 e nº 13.465/17. Foram realizadas diversas atividades para a consecução do objetivo, como o levantamento do uso e ocupação do solo, estudos hidrológicos e mapeamento das áreas suscetíveis à inundação em um trecho de 18,3 km de extensão e faixa marginal de 200 m.



## Palavras-chave

Regularização Fundiária. Área de Preservação Permanente. Volta Redonda.



## *Abstract*

*Established by the Forest Code (Law no. 12.651/12) with the environmental function of preserving water resources, geological stability and biodiversity, the Permanent Preservation Areas (PPAs) were created as areas without anthropic use and occupation. However, as is well known in Brazilian cities, the absence and / or inefficiency of urban planning in recent decades has allowed numerous buildings to occupy riverine areas. This is the case of Volta Redonda, the most populous county in the southern region of the state of Rio de Janeiro, whose development took place on the banks of one of the main rivers in the state, the Paraíba do Sul River. In an effort to reconcile the need for environmental preservation and fundamental right of access to housing, provided by the Federal Constitution, this work had as objective the accomplishing of the Environmental Zoning in order to promote the Land Regularization of the banks of the Paraíba do Sul River in the city, based on Federal Laws No. 12,651/12 and No. 13.465/17. Several activities were carried out to achieve the objective, such as the survey of land use and occupation, hydrological studies and mapping of flood prone areas in an 18.3 km stretch and a 200 m marginal range.*



## *Keywords*

*Land Regularization. Permanent Preservation Area. Volta Redonda.*

## 1. Introdução

Historicamente, as civilizações se desenvolveram ao longo dos rios, principal fonte de água para a sua subsistência. Com o avanço da urbanização às margens dos rios e córregos, atrelado à ausência de planejamento na ocupação do território, acentuaram-se os danos ambientais e ampliou-se a população exposta a riscos associados às inundações. O município de Volta Redonda, inserido na Região Médio Paraíba do Sul, é um caso emblemático desse processo de urbanização desordenado, no qual a construção da cidade seguiu o traçado do Rio Paraíba do Sul, desenvolvendo-se de forma linear, ao longo de suas margens.

Nos últimos anos, a preocupação ambiental vem ganhando notoriedade na agenda urbana, quebrando paradigmas e impondo um grande desafio para o urbanismo contemporâneo. Essa nova perspectiva visa, em linhas gerais, equacionar a relação das cidades com os recursos naturais urbanos. Nesse contexto, em 2012, foi promulgada a Lei Federal nº 12.651 (Novo Código Florestal) que, dentre as suas atualizações e novos dispositivos, admite a regularização fundiária de núcleos urbanos informais que ocupam Áreas de Preservação Permanente (APPs), como os que se estabeleceram às margens dos rios. A referida lei preconiza que a regularização se dará por meio da apresentação de um projeto de regularização fundiária que inclua estudo técnico que demonstre a melhoria das condições ambientais em relação à situação anterior, com adoção das medidas nele preconizadas.

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo apresentar a evolução legislativa relativa ao tema da regularização fundiária em APP, com foco na experiência do Projeto de Regularização Fundiária Sustentável de Áreas Urbanas Situadas nas Margens do Rio Paraíba do Sul, desenvolvido para o trecho de Volta Redonda – RJ[1]. O estudo visa propor um zoneamento ambiental com base no mapeamento das áreas de risco de inundação e as ações necessárias para mitigação dos problemas oriundos da ocupação desordenada das margens do Rio Paraíba do Sul, no município de Volta Redonda, de forma a indicar áreas passíveis de regularização e não regularizáveis.

## 2. Legislação pertinente

Visando criar ferramentas para mitigar o problema crônico do Brasil de ocupações irregulares, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) publicou em 29 de março de 2006 a Resolução nº 369, que dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em APP. A situação a que se refere esta Resolução deve ser prevista no plano diretor e estabelece a possibilidade de regularização fundiária sustentável em área urbana, desde que se atenda a alguns dispositivos, como o não agravamento do risco de enchentes ou erosão e que seja uma área com ocupação consolidada.

Com a necessidade de uma legislação específica com relação à regularização fundiária, no ano de 2009 foi promulgada a Lei Federal nº 11.977, que fala de maneira explícita sobre o tema e dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas e dá outras providências. Em seu artigo 54, cita a possibilidade de regularização fundiária em APP e a necessidade de estudo técnico que comprove que esta intervenção implica em melhoria das condições ambientais, em relação à situação de ocupação irregular anterior. Desta forma, a lei inaugurou a possibilidade de regularizar ocupações em APPs, nos casos de interesse social.

Com a aprovação do "Novo Código Florestal" (Lei Federal nº 12.651/2012), baseado na Resolução CONAMA nº 369/2006 e na Lei Federal nº 11.977/2009, a possibilidade de regularização fundiária em APPs alcançou também a regularização fundiária de interesse não apenas social, como também de interesse específico. De acordo com esta lei, nos casos de interesse social, a regularização fundiária em APP pode ser admitida quando: a ocupação da mesma for anterior a 31 de dezembro de 2007; o assentamento estiver inserido em área urbana consolidada; e o estudo técnico comprovar que a intervenção programada implica em melhoria das condições ambientais relativamente à situação de ocupação irregular anterior.



Em 22 de dezembro de 2016, foi publicada a Medida Provisória (MP) nº 759, convertida na Lei nº 13.465/2017 e que versava sobre a regularização fundiária no Brasil. Ao alterar 19 leis sobre o tema, esta normativa promoveu uma ruptura substancial com o modelo, até então aplicável no Brasil, visando abordar as diversas peculiaridades que a regularização fundiária pode assumir em um país de dimensões continentais.

Em 12 de julho de 2017, foi promulgada a Lei Federal nº 13.465 com o objetivo de consolidar as diretrizes da MP nº 759/2016. No que diz respeito aos requisitos ambientais e urbanísticos da regularização fundiária, praticamente nenhuma alteração se fez com relação ao que dispunha a legislação anterior, havendo alteração sobretudo nos instrumentos de titulação dos beneficiários do projeto.

Essa lei criou o termo Regularização Fundiária Urbana (REURB), a qual, segundo o artigo 9º, abrange medidas jurídicas, urbanísticas, ambientais e sociais destinadas à incorporação dos núcleos urbanos informais ao ordenamento urbano e à titulação de seus ocupantes. A REURB somente poderá ser aplicada para os núcleos urbanos informais comprovadamente existentes, na forma desta Lei, até 22 de dezembro de 2016. A Lei nº 13.465/2017 distingue entre a Regularização Fundiária Urbana de interesse social (REURB-S), voltada para os assentamentos ocupados predominantemente pela população de baixa renda, e a Regularização Fundiária Urbana de interesse específico (REURB-E), relativa aos demais casos (Figura 1).

## 3. Estudo de caso: Projeto de Regularização Fundiária Sustentável em Volta Redonda/RJ

Ao abordar o tema regularização fundiária em APPs, é preciso entender mediante quais condições a Lei Federal nº 12.651/2012 permite a intervenção em área de preservação permanente. Esta é autorizada somente nos casos de utilidade pública, interesse social e baixo impacto ambiental (artigo 8º). Em ambos os casos da REURB (social ou específica), a regularização será admitida por meio da aprovação de um projeto de regularização fundiária, que inclui a elaboração de estudos técnicos que justifiquem as melhorias ambientais em relação à situação de ocupação informal anterior, inclusive por meio de compensações ambientais, quando for o caso.

De acordo com o Código Florestal, para cursos d'água cuja largura esteja entre 50 m e 200 m, como é o caso do Rio Paraíba do Sul no trecho de Volta Redonda, a área destinada a preservação permanente deve ser, no mínimo, igual a 100 m. Entretanto, é possível observar que boa parte desta área destinada à preservação encontra-se densamente ocupada (Figuras 2 e 3) e apresenta características bastante diversificadas, sendo possível encontrar residências, comércios, serviços públicos e a própria Companhia Siderúrgica Nacional (CSN).

**Figura 1** – Representação esquemática da REURB
**Fonte:** Elaborada pelos autores



revista ineana ESPECIAL p. 42 - p.55 > nov 2018

**Figura 2** – Ocupação às margens do Rio Paraíba do Sul
**Fonte:** INEA/Projeto de Volta Redonda

**Figura 3** – Ocupação na APP do Rio Paraíba do Sul
**Fonte:** Acervo INEA/Projeto de Volta Redonda

Diante desse cenário, e da necessidade de compatibilizar o direito de propriedade com a indispensável e necessária proteção ao meio ambiente, o Instituto Estadual do Ambiente (INEA) elaborou um termo de referência para contratação de empresa de consultoria visando realizar estudos que norteassem o projeto de regularização fundiária para o trecho de 18,3 km ao longo do Paraíba do Sul, abrangendo 200 m em ambas as margens do rio.



revista ineana ESPECIAL p. 42 - p.55 > nov 2018

No projeto, foram desenvolvidos estudos que envolveram a execução de serviços de campo (levantamentos topobatimétricos, topográficos, hidrométricos e geotécnicos), caracterização do uso e ocupação do solo, estudos hidrológicos, modelagem hidrodinâmica e mapeamento de perigo e risco à inundação. Esses estudos subsidiaram a definição das intervenções necessárias para mitigação das inundações na região e da proposta de zoneamento ambiental para a área de preservação permanente.

### 3.1 Caracterização da área de estudo

O município de Volta Redonda (Figura 4) está inserido na Região Hidrográfica do Médio Paraíba do Sul (RH III) do Estado do Rio de Janeiro, fazendo parte da mesorregião Sul Fluminense. A rede hidrográfica do município conta com a presença de um dos mais importantes rios de domínio federal, o Rio Paraíba do Sul, que corta o município no sentido oeste-leste por cerca de 18 km, e que foi responsável por seu nome devido a um acidente geográfico em seu curso[2].

A história de Volta Redonda, inevitavelmente, está associada ao Rio Paraíba do Sul e reflete toda a formação social e urbana do médio Vale do Paraíba, região formada também pelas cidades de Barra Mansa, Resende e Barra do Piraí. Nessas quatro cidades, o Paraíba do Sul aparece como elemento indutor da ocupação urbana, o que se deu em especial a partir do ciclo da economia cafeeira, quando o rio era utilizado para o escoamento da produção. A partir do século XX, a região passa a atrair os primeiros investimentos de industrialização do país, tendo em vista o potencial do rio enquanto recurso energético e de abastecimento.

Com a instalação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) na década de 1940, Volta Redonda passa a ser cidade ícone dos ventos de modernidade na economia brasileira da "Era Vargas". A instalação da indústria em grande porção de território da faixa marginal de proteção do Rio Paraíba do Sul também contribuiu para induzir a ocupação urbana no entorno do rio, conforme se vê na Figura 5.

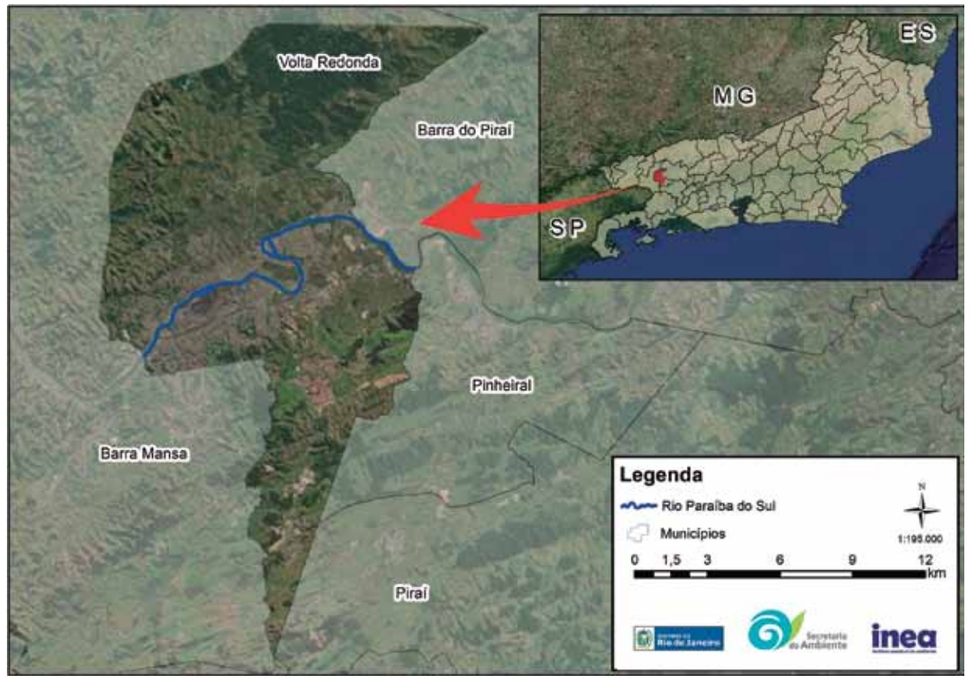



**Figura 4** – Localização do município de Volta Redonda
**Fonte:** Elaborada pelos autores

**Figura 5** – Evolução da ocupação urbana nas margens do Rio Paraíba em Volta Redonda
**Fonte:** Moreira, 2011

A cidade de Volta Redonda, assim como as demais cidades do Vale do Paraíba, enfrenta, não raramente, os problemas causados por inundações da sua área urbana advinda do Rio Paraíba do Sul (Figura 6), bem como dos afluentes: córrego Belo Monte, do Peixe, Santa Rita e o Ribeirão do Inferno, pela margem esquerda, e o Ribeirão Brandão pela margem direita. Alguns aspectos contribuem para a intensificação das inundações, como a ocupação das calhas dos rios e obstruções e estrangulamento das suas seções de escoamento. O município encontra-se cerca de 80 km a jusante do reservatório de Funil, operado por Furnas desde 1969. Nesse aspecto, a cidade se beneficia da presença do reservatório pela regularização de vazões e consequente amortecimento de cheias. Por exemplo, a cheia extraordinária ocorrida no ano de 2000 (a maior já registrada em Volta Redonda) poderia ter tido um impacto muito maior, caso o reservatório da Usina de Funil não tivesse amortecido a vazão de pico.

**Figura 6** – Inundações ocorridas em janeiro de 2016
**Fonte:** Diário do Vale



### 3.2 Metodologia

Para caracterizar a região e obter os dados necessários à elaboração dos estudos, foi necessário fazer o levantamento de dados, tais como climatologia, cobertura vegetal, resíduos sólidos, principais usos dos recursos hídricos, identificação das áreas inundáveis e caracterização da população. Em seguida, identificou-se as bases cartográficas e imagens disponíveis, destacando-se a existência do levantamento aerofotogramétrico a laser disponível para um trecho do Rio Paraíba do Sul, datado de 2012. Para subsidiar os estudos hidráulicos, foram realizados levantamentos topobatimétricos.

Devido à presença da barragem de Funil, que regulariza a vazão do Rio Paraíba do Sul a montante da cidade de Volta Redonda, a estimava da vazão máxima considerou os dados de vazão da estação fluviométrica de Volta Redonda (código 58305001) e as vazões defluentes de Funil.

Inicialmente foi elaborada uma série histórica de vazão referente apenas à bacia incremental entre Funil e a estação Volta Redonda, considerando uma defasagem de um dia de tempo de viagem. Em seguida, foram utilizadas as distribuições de probabilidades Gumbel e Exponencial de 2 Parâmetros para estimar as vazões com tempo de recorrência (TR) de dez, 25, 50 e cem anos.

As vazões máximas de projeto foram estimadas a partir do somatório das vazões máximas da bacia incremental (calculadas para os diferentes tempos de recorrência) com a vazão defluente da barragem de Funil (considerada como aquela igualada ou excedida em 10% do tempo) (BATISTA AMARAL et al., 2017).

Para determinar as manchas de inundação para diferentes tempos de recorrência foi utilizado o modelo matemático IBER[3]. O IBER é um modelo hidrodinâmico bidimensional que trabalha sobre uma malha não estruturada de volumes finitos e descreve a propagação do escoamento através das equações de Saint Venant em sua forma completa. A partir da identificação das áreas inundáveis, foram propostas intervenções de engenharia para mitigação das inundações.

Foram realizadas vistorias e, então, produzidos mapas de uso atual do solo e de permeabilidade na área em estudo. Nesse processo, foram identificadas as áreas nas quais predominam os usos residenciais, comerciais, residenciais/comerciais, industriais, áreas verdes, solo exposto, vias públicas e os locais destinados aos serviços públicos.

Por fim, foi elaborada uma proposta de zoneamento ambiental, com recomendações para a revisão dos atuais parâmetros de ocupação do solo, e orientações sobre os usos e atividades compatíveis segundo as características das áreas e conforme a identificação técnica das áreas mais sensíveis à recorrência de cheias do Rio Paraíba do Sul. Foram sugeridas alterações nos chamados índices urbanísticos, através dos quais são fixados os parâmetros que vão estabelecer os critérios e limites às edificações em cada zona urbana, a depender do uso conferido a cada lote (residencial, comercial, industrial etc.). As propostas realizadas partem da compreensão dos modos de convivência e dos significados relacionados ao Paraíba do Sul no cotidiano de Volta Redonda, orientando para alterações de longo prazo na relação entre o rio e a cidade (BATISTA AMARAL et al., 2018).

### 3.3 Resultados

Foi desenvolvido o mapeamento de perigo e risco a inundações referente aos tempos de recorrência (TR) de dez, 25 e 50 anos para todo o trecho do Rio Paraíba do Sul em Volta Redonda. As regiões mais atingidas pelas inundações estão no trecho curvo do Rio Paraíba do Sul, sendo Barreira Cravo o bairro mais afetado (Figuras 7 e 8). A validação dos resultados obtidos pelo modelo foi realizada por meio de visitas a campo, de interlocução com representantes da Defesa Civil, Superintendência Regional do Médio Paraíba do INEA (SUPMEP) e pessoas residentes.

A partir da identificação das áreas inundáveis, foram projetadas intervenções com o objetivo de mitigar as inundações recorrentes na região, coibir futuras ocupações irregulares e recuperar áreas degradadas. As intervenções consistem na implantação de diques (fixos e móveis) para contenção de cheias, revitalização de passeios, implantação de parques fluviais e recuperação de taludes às margens do Rio Paraíba do Sul, através da instalação de grama armada e gabião tipo manta.



revista ineana ESPECIAL p. 42 - p.55 > nov 2018

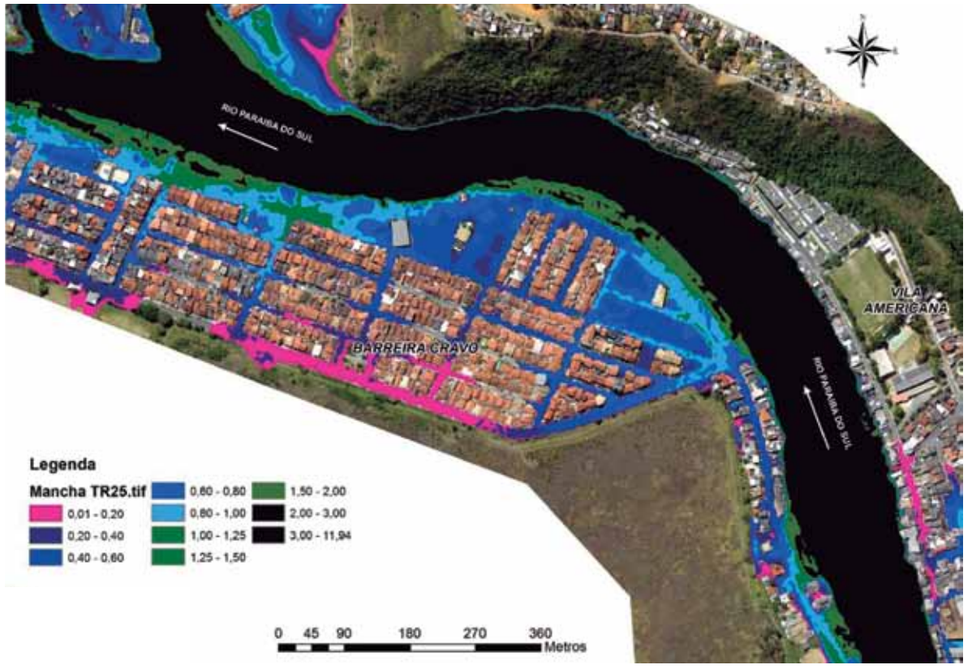



**Figura 7** – Mapa de perigo a inundação (TR 25 anos) para o bairro Barreira Cravo
**Fonte:** Elaborada pelos autores

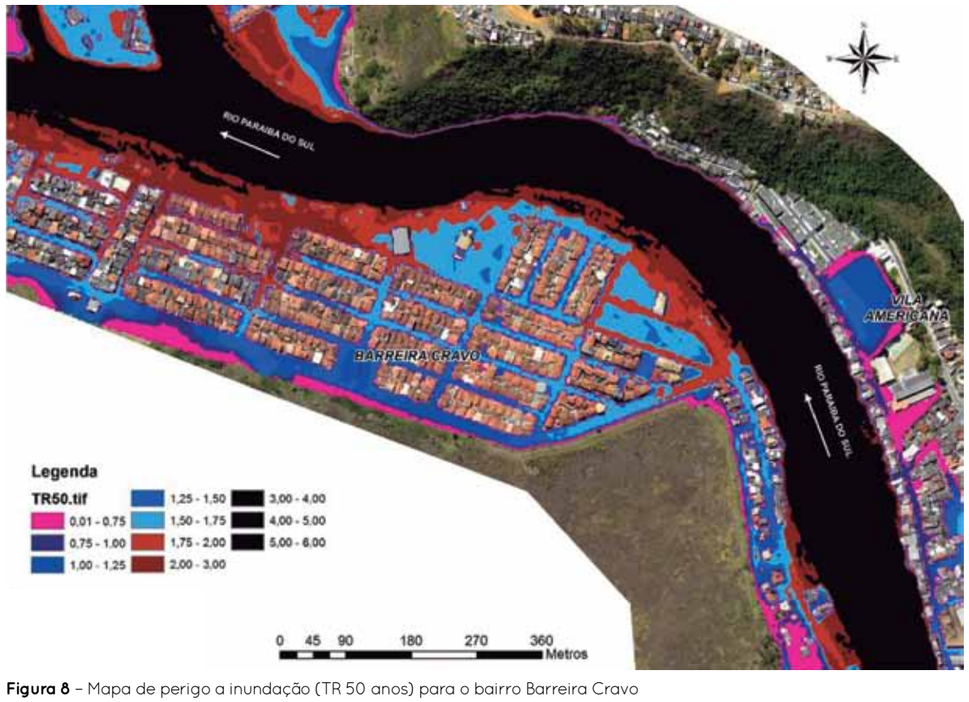



**Figura 8** – Mapa de perigo a inundação (TR 50 anos) para o bairro Barreira Cravo
**Fonte:** Elaborada pelos autores



O dique proposto para o bairro Barreira Cravo foi projetado para ser construído em gabião, que é um tipo de estrutura armada flexível, com alta durabilidade e resistência. De modo a amenizar o impacto visual, causado por uma estrutura desse porte, foi projetado um passeio público denominado Promenade Elevado, ocupando o topo do dique. O mesmo está concebido de tal forma que manterá o maior número possível de árvores no local, além de possuir as paredes voltadas para a pista, escalonadas, contribuindo para a implantação de jardineiras verticais, fazendo com que o visual final do dique seja como um grande jardim vertical, com um espaço para o público na sua parte superior.

Na Figura 9 é apresentado um esquema com a localização e os detalhes do dique de proteção projetado para o bairro Barreira Cravo. Para minimizar o impacto do represamento de águas pluviais nas áreas adjacentes ao dique, foi prevista uma readequação do sistema de drenagem existente e a implantação de comportas tipo *flap* nas saídas dos deságues, objetivando prevenir o retorno do fluxo de água do Rio Paraíba do Sul pelas galerias pluviais. É importante salientar que, embora a implantação de diques não represente um cenário ideal, é uma alternativa factível diante do objetivo vislumbrado.

A proposta do parque fluvial de Promenade de Borda implica a construção de parques que ocuparão espaços/jardins em diferentes níveis que descem a partir do nível da via em direção ao nível do rio. Esses tipos de parques têm o objetivo de promover ocupação e uso para as áreas remanescentes da regularização fundiária nas margens do Rio Paraíba do Sul e serão construídos de modo a incorporar as árvores existentes. Previu-se a utilização do gabião como elemento de sustentação dos planos, incorporando sua estética ao visual do Promenade de Borda, como se pode observar na Figura 10.

A Proposta de Zoneamento Ambiental foi elaborada a partir da análise do Plano Diretor Municipal vigente (datado de 2008) e de toda a legislação municipal sobre o uso do solo urbano (datadas das décadas de 1970 e 1980). O escopo desta etapa foi apontar os problemas do zoneamento e dos parâmetros edilícios praticados historicamente em Volta Redonda, na área de estudo e, uma vez identificados os problemas, sugerir modificações. A proposta contempla as seguintes divisões:

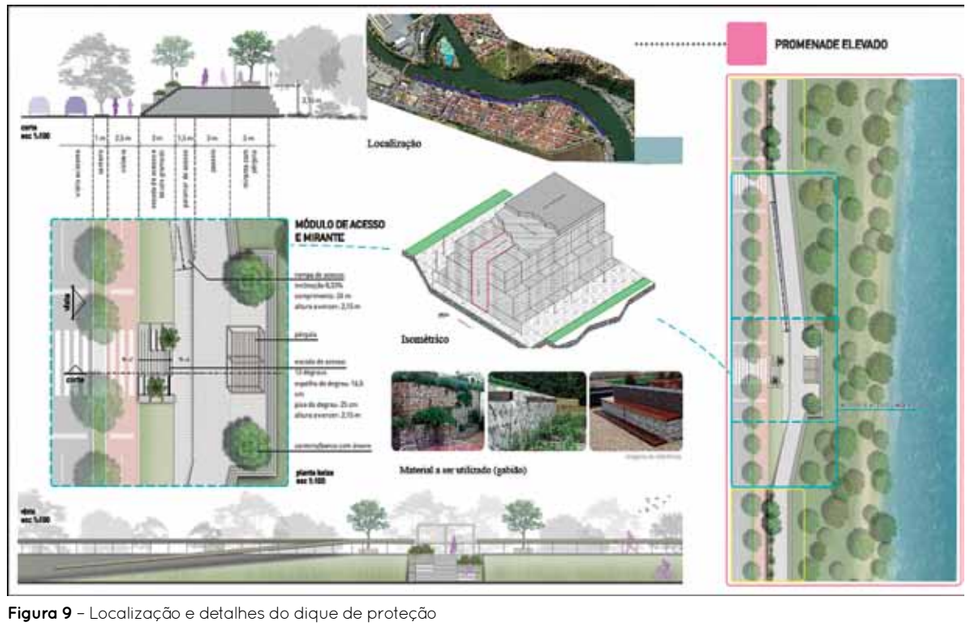



**Figura 9** – Localização e detalhes do dique de proteção
**Fonte:** Acervo INEA



revista ineana ESPECIAL p. 42 - p.55 > nov 2018

**Figura 10** – Parque Fluvial Promenade de Borda
**Fonte:** Acervo INEA

Para as regiões atingidas pelas cheias com tempos de recorrência de dez e 25 anos, propôs-se a criação das chamadas Áreas de Resiliência Ambiental (ARAs), uma vez que são áreas densamente urbanizadas. A proposta da ARA é justamente implementar mecanismos de adaptação da malha urbana à vulnerabilidade ambiental.

- Corredor verde – Foi previsto de forma a margear todo o Rio Paraíba do Sul, visando a recuperação, recomposição e preservação da mata ciliar.
- Zona de Especial Interesse Social (ZEIS) do bairro Vila Americana – Os parâmetros da ZEIS são bastante restritivos por conta do risco de inundações. O intuito é evitar ao máximo que a densidade já existente na área venha a aumentar.
- Área de Ocupação Sustentável (AOS) – Foram definidas três AOS: Central, Uso Industrial e Uso Comercial e Residencial. São regiões não atingidas pelas cheias, considerado o tempo de recorrência de 25 anos, mas cujos usos precisam ser revistos e controlados, devido à proximidade do rio.
- Refúgio da Vida Silvestre (REVIS) Estadual do Médio Paraíba – Unidade de Conservação de Proteção Integral, criada pelo Decreto n° 45.659, de 18 de maio de 2016, cujo objetivo é "manter a integridade das áreas relevantes da Bacia".
- Área de Fragilidade Ambiental (AFA) – Fixada por critério distinto, uma vez que não é área sujeita a inundação conforme a modelagem hidrodinâmica. Foi pensada conforme identificação de área ambientalmente vulnerável, que há muitos anos é destinada como depósito de resíduos da atividade siderúrgica, comprometendo as condições do solo e da água.

A proposta de zoneamento descrita acima foi construída com a participação de representantes de diversos setores do município de Volta Redonda. Essas diretrizes estão sendo consideradas no processo de revisão em curso do Plano Diretor Municipal, em atendimento ao que está estabelecido no Estatuto da Cidade (Lei Federal nº 10.257/2001), que determina que todos os municípios realizem esse trabalho a cada dez anos.

A Revisão do Plano Diretor de Volta Redonda torna-se ainda mais importante devido à necessidade de atualizar a Lei de Uso e Ocupação do Solo, o Código de Obras Municipal e a Lei de Parcelamento do Solo, conjunto que se encontra hoje bastante defasado, uma vez que está em vigor desde 1976. A legislação vigente datada da década de 1970 diz respeito ao período histórico em que o município era declarado Área de Segurança Nacional, sob gestão direta do governo militar, ou seja, em evidente descompasso com as diretrizes das normativas urbanísticas atuais.

Por fim, foi realizada a proposta da REURB sob o aspecto ambiental, onde foi apresentado o mapeamento de áreas passíveis de regularização e não regularizáveis, considerando como principais premissas a delimitação das áreas inundáveis, as intervenções propostas e a legislação ambiental vigente. Com base nas informações obtidas da prefeitura municipal, foi realizado o enquadramento, considerando se a região possui ou não Projeto Aprovado de Loteamento (PAL). Algumas áreas foram classificadas como regularizáveis com restrição: a restrição tipo I refere-se à necessidade de implementação das intervenções para controle das inundações, e a restrição tipo II indica que a regularização está condicionada à manutenção de uma distância mínima não edificante de 15 metros, entre a margem do Rio Paraíba do Sul e a edificação.

Os trechos onde as edificações ocupam a calha do rio e/ou aqueles nos quais não foi possível a mitigação das inundações, foram classificados como áreas não regularizáveis, do ponto de vista ambiental. A Figura 11 apresenta a proposta da REURB para um trecho da área em estudo.

No que tange aos limites das delimitações das APPs, cabe destacar que o novo Código Florestal mantém equivalência com a Lei n°4.771/1965 (antigo Código Florestal). Entretanto, o Código vigente em 1965 sofreu alterações em 1986 e 1989 pela Lei n° 7.511/1986 e Medida Provisória n° 1956/2000, promovendo alterações nessas medidas. Dessa forma, no momento de implementação da REURB, deverá ser verificado ser os imóveis atualmente classificados como irregulares do ponto de vista ambiental, estariam regulares consoante a legislação vigente à época da implantação da edificação.

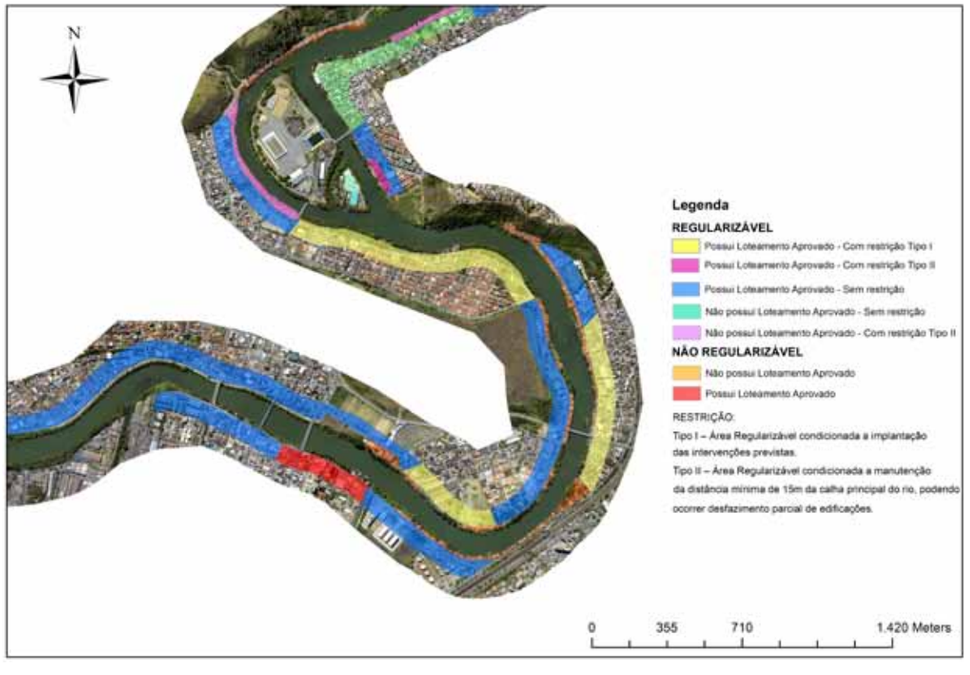



**Figura 11** – Proposta de REURB para um trecho da área em estudo
**Fonte:** Elaborada pelos autores



revista ineana ESPECIAL p. 42 - p.55 > nov 2018

## 4. Conclusões

Em Volta Redonda, o Rio Paraíba do Sul, no entorno do qual a cidade se desenvolveu, é elemento determinante para a configuração econômica, social, cultural e paisagística da cidade. O uso e ocupação da Área de Preservação Permanente do rio constitui, atualmente, área urbana consolidada do município, o que foi em parte estimulado quando da criação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) em 1946, em grande porção de sua margem direita. Assim, historicamente as áreas ribeirinhas foram ocupadas por atividades industriais, comerciais, serviços, residências e vias de tráfego de automóveis.

Como em Volta Redonda, essa tem sido a realidade em muitos municípios, ou seja, a expansão da ocupação humana não foi acompanhada pelo adequado planejamento urbano. Entretanto, há de se considerar que a remoção dessas áreas densamente ocupadas e impermeabilizadas exigiria custos econômicos e sociais insuportáveis para o poder público. Além de ser inviável economicamente para o estado, os possíveis ganhos ambientais obtidos seriam provavelmente desproporcionais aos esforços empreendidos. Neste contexto, a regularização fundiária apresenta-se como uma alternativa viável para compatibilizar o acesso à habitação, um dos direitos sociais concebidos e garantidos pela Constituição Federal de 1988, e a premente necessidade de preservação dos recursos naturais.

Neste trabalho foi desenvolvida a maior parte dos estudos técnicos exigidos pelo atual Código Florestal para implementação da regularização fundiária em APPs, tendo sido elaborado mapeamento de risco a inundações, e apresentadas as medidas de intervenção para contenção das cheias ocorridas no Rio Paraíba do Sul e para recuperação de áreas degradadas. A proposta do zoneamento ambiental foi elaborada a partir do conhecimento das características e necessidades da região, de forma a corrigir e adequar os usos às normas ambientais e urbanísticas, e suas premissas estão sendo adotadas no processo de revisão do Plano Diretor Municipal.

Este foi um projeto inovador no Estado do Rio de Janeiro, e contou com a participação do órgão gestor ambiental estadual (SEA/INEA), da Prefeitura Municipal de Volta Redonda e do Ministério Público Federal. Buscou-se propor soluções criativas embasadas nas legislações vigentes no intuito de minimizar os transtornos ocasionados à população local, sem prescindir da necessária preservação ambiental. Destaca-se que para os núcleos urbanos informais, cujas famílias não possuem a garantia jurídica da dominialidade da propriedade, o projeto apresentará um roteiro com as diretrizes para continuidade do processo de regularização fundiária, conforme preconizado pela Lei Federal nº 13.465/2017, até alcançar a expedição da CRF (Certidão de Regularização Fundiária) pelo município.

## Notas

[1] O "Projeto de Regularização Fundiária Sustentável de Áreas Urbanas Situadas nas Margens do Rio Paraíba do Sul, Trecho de Volta Redonda – RJ" é produto do Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta firmado entre o Ministério Público Federal, o Instituto Estadual do Ambiente, o Município de Volta Redonda, o IBAMA e a Secretaria de Patrimônio da União no Estado do Rio de Janeiro.

[2] A curva do Rio Paraíba do Sul trata-se de um acidente geográfico formado há milhões de anos, quando o Rio Paraíba do Sul escavou o seu leito "definitivo", como é conhecido hoje. Devido à semelhança com uma curva bem delineada, que a população chamava "volta redonda", mais tarde deu nome definitivo ao munícipio.

[3] Desenvolvido pelo governo espanhol. Trata-se de um modelo gratuito, fruto de esforços do CEDEX (Centro de Estudos e Experimentações de Obras Públicas), do GEAMA (Grupo de Engenharia de Águas e Meio Ambiente, da Universidade de La Coruña), Grupo Flumen (Universidade Politécnica da Catalunha e Universidade de Barcelona) e o CIMNE (Centro Internacional de Métodos Numéricos em Engenharia, da UPC). Foi firmada uma cooperação entre o INEA e a UPC para aplicação do IBER em bacias do território do Rio de Janeiro.

## Referências bibliográficas


AMARAL, D. P. B. et al. Mapeamento de áreas inundáveis nas margens do Rio Paraíba do Sul, trecho de Volta Redonda - RJ. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017. **Anais**... Florianópolis: ABRH, 2017.

_____. Zoneamento ambiental com vistas à regularização fundiária sustentável das margens do Rio Paraíba do Sul, trecho no município de Volta Redonda - RJ. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO PARAÍBA DO SUL, 3., 2018, Juiz de Fora, MG. **Anais**... Juiz de Fora, MG: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2018.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil,** de 05 de outubro de 1988. Diário Oficial da União, Brasília, 5 out. 1988.

BRASIL. Lei nº 11.977, de 07 de julho de 2009. **Diário Oficial da União,** Brasília, 8 jul. 2009.

_____. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial da União,** Brasília, 25 maio 2012.

_____. Lei nº 13.465, de 11 de julho de 2017. **Diário Oficial da União,** Brasília, 8 out. 2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (Brasil). Resolução nº 369, de 28 de março de 2006. **Diário Oficial da União,** Brasília, 29 mar. 2006. Seção 1, p. 150-151.

COSTA, H.; TEUBER, W. **Enchentes no Estado do Rio de Janeiro: uma abordagem geral.** Rio de Janeiro: SEMADS, 2001.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (RJ). **Plano estadual de recursos hídricos do Estado do Rio de Janeiro:** PERHI-RJ. Rio de Janeiro: Fundação COPPETEC, 2014.

JÚNIOR, F. D. P. et al. A importância do monitoramento hidrológico em pequenas bacias para o desenvolvimento social, econômico e ambiental. In: SEMANA DE ANÁLISE REGIONAL E URBANA, 12., 2015. **Anais**... Salvador: UNIFACS, 2015.

MONTE, B. E. O. et al. Modelagem hidrológica e hidráulica aplicada ao mapeamento de áreas inundáveis. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos,** Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 152-167, 2016.

MOREIRA, A. A. **Paraíba: um rio, quatro cidades, algumas reflexões acerca da cultura ambiental e urbanística.** 2018. Tese (Doutorado em Urbanismo) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

SIQUEIRA, V. A. et al. Desenvolvimento de um Sistema Operacional de Previsão de Cheias na Bacia do Taquari - Antas/RS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 21., 2015, Brasília. **Anais**... Brasília, ABRH, 2015.


## Sobre os autores


### Daniele Pereira Batista Amaral

Engenheira Civil pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2009), mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2014) e atualmente cursa pós graduação em Planejamento Urbano e Gestão Ambiental pela Universidade Castelo Branco. Possui experiência profissional em dimensionamento de sistemas de drenagem e modelagem hidráulico-hidrológica. Servidora do Inea desde 2014, vem atuando em projetos e estudos relacionados à temática Segurança Hídrica, especialmente os relacionados ao controle de inundações e regularização fundiária sustentável.

### José Edson Falcão de Farias Júnior

Mestre em Engenharia Civil com ênfase em Recursos Hídricos (2006) pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa (COPPE/UFRJ). Especialista em Análise Ambiental e Gestão do Território (2010) pela Escola Nacional de Ciências Estatísticas (ENCE/IBGE). Engenheiro Civil (2004) pela Universidade Federal de Alagoas. Servidor da extinta SERLA, entre os anos de 2007 e 2009, e do INEA, desde 2009. É coordenador de Segurança Hídrica da Subsecretaria de Segurança Hídrica e Governança das Águas (COSEG/SUBSEGH/SEA). Tem atuado na temática Segurança Hídrica nas suas diversas facetas, como coordenação de projetos de prevenção e mitigação de riscos de desastres relacionados à inundação, gestão de recursos hídricos, de estiagem e de segurança de barragens.






revista ineana ESPECIAL p. 42 - p.55 > nov 2018

Wellington Rangel

Estiagem no trecho final do Rio Paraíba do Sul (RJ)



# A precipitação traduzida em índices: o Estado do Rio de Janeiro enfrentando a pior estiagem dos últimos 85 anos

## *Precipitation translated in indices: the worst drought in last 85 years faced by Rio de Janeiro State*

Larissa Ferreira da Costa; José Edson Falcão de Farias Júnior; Leonardo Tristão Chargel


### Resumo

A expressiva diminuição das vazões naturais do Rio Paraíba do Sul, no início de 2014, deu um alerta sobre a possibilidade iminente de que a bacia hidrográfica poderia estar vivenciando um período de intensa estiagem. Os déficits significativos de precipitação ao longo de todo o ano resultaram em reduções de vazões ainda maiores, até então nunca registradas, com condições de seca e impactos na disponibilidade hídrica para os usuários de água dos diferentes setores. Essa situação aconteceu em toda a bacia do Paraíba do Sul, com diferentes intensidades, e se estendeu as demais regiões do Estado do Rio de Janeiro, perdurando nos anos seguintes. Para minimizar os efeitos da seca, diversas medidas estruturantes e não estruturantes foram adotadas pelos usuários de água. Com o intuito de analisar e quantificar as precipitações observadas entre os anos de 2014 e 2017, na bacia do Rio Paraíba do Sul e nas bacias da vertente Atlântica do Estado do Rio de Janeiro (com exceção do Guandu, onde não foi possível obter dados), será apresentado neste artigo um estudo de qualificação do regime pluviométrico através de dois índices que utilizam apenas os dados de precipitação: Porcentagem Normal (PN) e Índice de Precipitação Padronizada (SPI). Para tanto, foram utilizados os registros de estações pluviométricas existentes nas regiões com disponibilidade de dados suficientes para a análise. Foram também identificados alguns dos problemas enfrentados pelos principais setores usuários de água, a saber: abastecimento urbano, setor agropecuário, setor industrial e setor hidrelétrico.



### Palavras-chave

Estiagem. Precipitações. Impactos da Estiagem. Estado do Rio de Janeiro.



### *Abstract*

*The significant decrease in the natural flow of the Paraíba do Sul River, at the beginning of 2014, gave a warning about the imminent possibility that the river basin could be experiencing a period of intense drought . Significant rainfall deficits throughout the year resulted in even greater reductions in flow rates, which had never been recorded, with drought conditions and impacts on water availability for users in different sectors. This situation happened in all the Paraíba do Sul River basin, with more or less intensity, and also extended to the other regions of the Rio de Janeiro State, lasting in the following years. In order to minimize the effects of drought, several structuring and non-structuring measures were adopted by water users. Aiming to analyze and quantify the precipitations observed between 2014 and 2017, in the Paraíba do Sul river basin and in the Atlantic side basin of Rio de Janeiro State (excluding Guandu, where it was not possible to obtain data), a study of rainfall qualification will be presented in this article through two indices that use only rain gauges precipitation data: Percent of Normal (NP) and Standardized Precipitation Index (SPI). For that, the records of rain gauges in the regions with enough data for the analysis were used. Some of the problems faced by its main water users sectors were also identified: urban supply, agricultural sector, industrial sector and hydroelectric sector.*



### *Keywords*

*Drought. Rainfall. Drought Impacts. State of Rio de Janeiro.*

## 1. Introdução

Nos últimos anos, têm ocorrido déficits significativos de precipitação na Região Sudeste do Brasil, resultando em reduções da quantidade de água observada nos rios e condições de seca em diversos municípios com impactos na disponibilidade hídrica para os usuários de água dos diferentes setores.

No Estado do Rio de Janeiro o caso mais emblemático se deu recentemente, no início de 2014, quando houve a necessidade de alterar a forma de operação dos quatro reservatórios que regularizam a vazão do principal rio do estado: o Paraíba do Sul. A situação, ao longo do ano em questão, foi se agravando; as baixas precipitações continuaram, culminando na necessidade de se adotar medidas para o enfrentamento da estiagem em diversos municípios do estado.

A ausência de chuvas persistiu no ano de 2015. Em 2016, os valores precipitados foram mais próximos da média histórica até então observada. Entretanto, baixas precipitações voltaram a ocorrer no ano de 2017.

Com o intuito de ampliar o conhecimento sobre a distribuição das precipitações pelas diferentes regiões do Estado do Rio de Janeiro, principalmente entre os anos de 2014 e 2017, foi realizado um estudo de qualificação do regime pluviométrico através de dois índices que utilizam apenas os dados de precipitação: Porcentagem Normal (PN) e Índice de Precipitação Padronizada (SPI). Para tanto, foram selecionadas estações pluviométricas existentes nas bacias com disponibilidade de dados suficientes para a análise.

## 2. A problemática da estiagem e um panorama da disponibilidade de água do Estado do Rio de Janeiro

A seca é um fenômeno natural que, dependendo da sua magnitude, pode ser desastrosa, com impactos sociais, econômicos, agrícolas e ambientais. Difere de outros desastres naturais, pois seu processo se dá de forma lenta e, muitas vezes, é difícil determinar seu início e fim em tempo real. Por ser um processo progressivo, geralmente não atrai a atenção da comunidade quando começa, mas seus impactos costumam perdurar mesmo depois do término do evento, podendo abranger uma vasta extensão espacial e temporal (MOLINA; LIMA, 1999). Períodos de estiagem severa provocam impactos variáveis espacialmente, e afetam, sobretudo, a disponibilidade de água para abastecimento humano, geração hidrelétrica, indústria e agricultura.

Devido à diversidade climática e geomorfológica, e considerando os efeitos das intervenções antrópicas na dinâmica natural dos cursos hídricos, a disponibilidade de água no Estado do Rio de Janeiro é heterogênea. As maiores demandas de água no estado são provenientes dos setores industrial e de abastecimento urbano, que respondem, juntos, por 85% da demanda total consuntiva (PERHI, 2014). Para fins de planejamento e gestão, o estado fluminense foi dividido em nove Regiões Hidrográficas (RHs), sendo quatro delas pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, bacia compartilhada com os estados de São Paulo e Minas Gerais.

A RH Baía de Guanabara (RH V) se destaca pela demanda urbana, onde se situa a maior parte da Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), que detém 70% da demanda total desse setor. No entanto, a água que abastece nove municípios da RMRJ provém da Estação de Tratamento de Água (ETA) Guandu, que capta águas do Rio Guandu, localizado na RH II.

A RH II reúne importantes indústrias que respondem pela metade da demanda do setor industrial, devido à alta vazão consumida por duas termelétricas localizadas no Rio Guandu, na sua parte mais baixa (Canal de São Francisco). Com relação à geração de energia hidrelétrica, a maior produção se dá nas RHs II e III, onde se localiza a maior parte do Sistema Hidráulico Paraíba do Sul-Guandu em território fluminense, um complexo sistema de infraestrutura hídrica, composto por reservatórios, usinas hidrelétricas e um sistema de transposição de águas. Essa transposição, inicialmente concebida para gerar energia elétrica, tornou-se a principal fonte de abastecimento dos usos múltiplos que captam água do Rio Paraíba do Sul, o mais importante manancial do estado, e transfere cerca de 120 $m^3/s$ para o Rio Guandu, onde se localiza as principais demandas do estado para abastecimento público.

As demandas do setor agropecuário são mais evidentes na RH IV (Piabanha), seguida pelas RHs VII (Rio Dois Rios) e IX, no Noroeste do Estado.

Durante os anos de 2014 e 2015, ocasião em que houve déficits de precipitações, foram observados diversos impactos nesses setores, sobretudo nas bacias dos rios Paraíba do Sul e Guandu.

## 3. Caracterização das precipitações

Vários pesquisadores criaram índices que permitem fazer uma análise de eventos de secas ocorridos, identificando seu início e fim, bem como a medição da sua severidade e impactos. De acordo com Barra et al. (2002), tais índices "consistem em equações com variáveis climáticas e procedimentos estatísticos para determinar a intensidade, a duração e a frequência" de uma dada seca em uma localidade ou região específica.

Com objetivo de caracterizar as chuvas ocorridas nos últimos anos, nas diferentes regiões do estado, foram utilizados dois índices que empregam apenas dados de precipitação: Porcentagem Normal (PN) e Índice de Precipitação Padronizada (SPI).

### 3.1 Índice de Porcentagem Normal (Percent of Normal – PN)

Esse índice costuma ser adotado em análises de uma única região ou de uma única estação, e tem a vantagem de ser simples e de fácil determinação. É obtido dividindo a precipitação do ano em análise pela precipitação normal (considerada a média de um período de pelo menos 30 anos) multiplicada por 100 – valores dados em porcentagem.

Foi adotado o valor precipitado durante o ano hidrológico, ou seja, o ocorrido entre o mês de outubro do ano anterior até setembro do ano em questão. A precipitação normal refere-se à média dos valores acumulados dos anos hidrológicos de 1969 a 2013.

A desvantagem desse índice é atribuída à distribuição da precipitação no período considerado, que não obedece a uma distribuição normal. Nessas circunstâncias, há uma diferença entre a média e a mediana, sendo a mediana o valor com uma probabilidade de ocorrência de 50%. Isso ocorre porque a maioria dos valores hidrológicos aleatórios em escalas mensais ou sazonais não apresentam uma distribuição normal (FERNANDES et al., 2009).

A tradução dos valores desse índice pode ser dada através da classificação adaptada de Gois (2005) e apresentada na Tabela 1.

### 3.2 Índice de Precipitação Padronizada (Standardized Precipitation Index – SPI)

O cálculo do índice SPI para qualquer local é baseado no registro de precipitação de longo prazo ajustado a uma distribuição de probabilidade. Essa distribuição é, então, transformada para uma distribuição normal, de modo que o SPI médio para uma localização e período desejados seja zero (EDWARDS; MCKEE, 1997).

**Tabela 1 – Classificação do Índice de Porcentagem Normal**

| PN | Classificação |
|---|---|
| >150% | Úmido alto |
| 130-150% | Úmido moderado |
| 110-130% | Úmido baixo |
| 110-90% | Normal |
| 90-70% | Seco fraco |
| 70-50% | Seco moderado |
| <50% | Seco severo |

**Fonte:** Adaptada de Gois (2005)





revista ineana ESPECIAL p. 56 - p. 76 > nov 2018

De uma forma mais simples, valores positivos de SPI indicam uma precipitação maior do que o valor médio, caracterizando períodos úmidos, e os valores negativos indicam que a variável é inferior ao valor médio, caracterizando períodos secos. Devido ao fato de o SPI ser normalizado, climas mais secos ou úmidos podem ser representados no mesmo modo.

O cálculo consiste em recolher registros contínuos de precipitação mensal para um período mínimo desejável de 30 anos. Este método permite a escolha de diferentes escalas de análises (um, três, seis, 12, 24 ou 48 meses) o valor do SPI de cada mês é calculado a partir do acumulado dos meses anteriores de acordo com a escala de tempo escolhida.

A série de precipitação é, então, ajustada à distribuição probabilística Gama para definir a relação entre a probabilidade de ocorrência e os valores da precipitação. Os parâmetros $\alpha$ e $\beta$ são estimados em cada estação para cada escala de tempo e para cada mês do ano. Calculada a probabilidade acumulada, G (x), sendo x a variável em análise, determina-se o valor de Z (variável normalizada) para a mesma probabilidade, obtendo-se, assim, o índice normalizado.

Os valores desse índice comumente são classificados considerando sete limiares, que vão entre os extremos dos déficits e excessos de precipitação. Os limiares correspondem ao número de desvios padrão que a precipitação cumulativa observada se afasta da média climatológica. A classificação de McKee (1993) é apresentada na Tabela 2.

Utilizando como escala de tempo o ano hidrológico, calculou-se o SPI12 do mês de setembro, que corresponde à quantidade de chuva ocorrida entre outubro do ano anterior e setembro do ano em questão.

Também foram calculados o SPI6 (escala de análise de seis meses) dos meses de março e setembro, dos anos de 2014 a 2017, com o objetivo de analisar as chuvas ocorridas durante os períodos seco e úmido dos anos citados.

## 4. Dados utilizados e área de estudo

Os dados utilizados consistiram nos registros de chuvas obtidos no site da Agência Nacional das Águas (ANA). As estações foram selecionadas exclusivamente pela disponibilidade de dados de 1968 a 2013, sem falhas ou com poucas falhas nos anos hidrológicos 2013/2014, 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017. Ao todo, foram escolhidas 34 estações.

Foram selecionadas estações nas regiões hidrográficas da vertente Atlântica do Estado do Rio de Janeiro (Baía de Ilha Grande – RH I , Baía de Guanabara – RH V, Lagos São João – RH VI, Macaé e das Ostras – RH VIII e Baixo Paraíba do Sul – RH IX, porção da Bacia do Rio Itabapoana), e nas regiões pertencentes à bacia do Rio Paraíba do Sul (Médio – RH III, Piabanha – RH IV, Rio Dois Rios – RH VII e Baixo Paraíba do Sul – RH IX), acrescidas das sub-bacias deste rio localizadas nos estados de São Paulo (Alto Paraíba do Sul) e Minas Gerais (dos rios Preto e Paraibuna e dos rios Pomba e Muriaé). Na RH II (Guandu) não foram localizadas estações com dados suficientes para a realização deste estudo.

**Tabela 2 – Classificação dos períodos secos e úmidos do SPI, segundo McKee (1993)**

| SPI | Classificação |
|---|---|
| >2,00 | Extremamente úmido |
| 1,5 a 1,99 | Severamente úmido |
| 1,0 a 1,49 | Moderadamente úmido |
| 0,99 a -0,99 | Normal |
| -1,00 a -1,49 | Moderadamente Seco |
| -1,50 a -1,99 | Severamente Seco |
| <-2,00 | Extremamente Seco |

**Fonte:** McKee (1993)





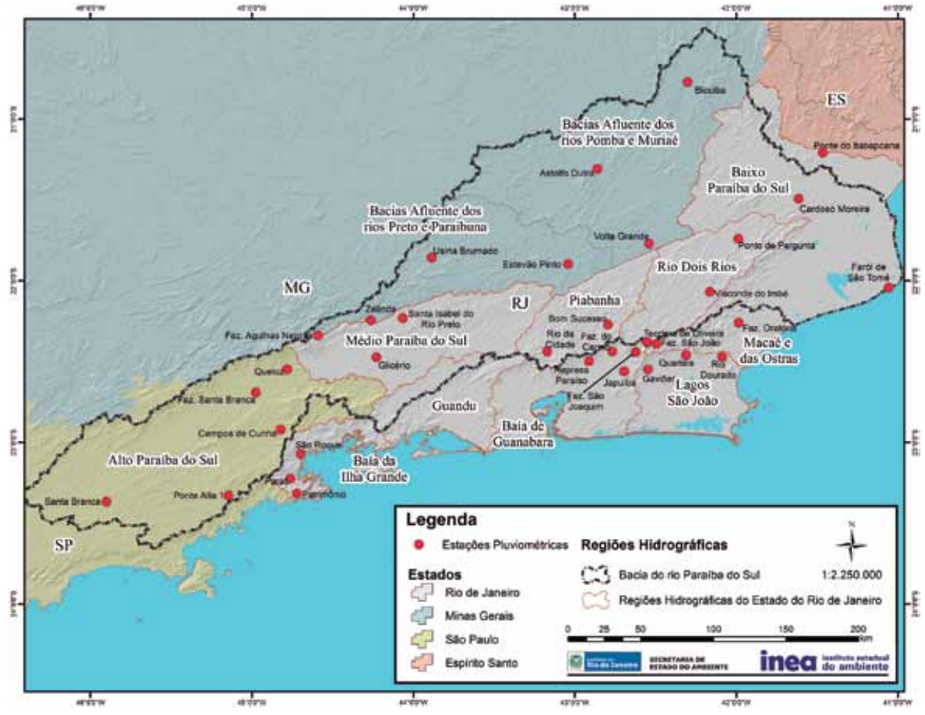



**Figura 1** – Áreas de estudo e estações pluviométricas utilizadas
**Fonte:** Elaborada pelos autores

A Figura 1 apresenta um mapa com a área estudada, assim como as estações utilizadas.

No escopo deste trabalho, optou-se por não incluir a análise de homogeneidade dos dados entre as estações da mesma região. No tocante aos dados disponíveis, foram realizados poucos preenchimentos de falhas nos dados em nível diário, e excluídos os anos que apresentaram falhas em mais de um mês. Em alguns casos foi necessário preencher o dado mensal com sua média histórica.

## 5. Baixos índices de precipitações nos anos de 2014 a 2017

De maneira geral, os resultados obtidos pelo índice Porcentagem Normal (PN) mostraram que nos anos hidrológicos 2013/2014, 2014/2015, 2015/2016 e 2016/2017 as precipitações foram próximas ou inferiores à média histórica (1969 a 2013), e esses anos foram classificados como normais a seco moderado. A Figura 2 (a-h) e Figura 3 (a-e) mostram os resultados, agrupando as estações pelas regiões a que pertencem. As linhas tracejadas vermelhas indicam os mínimos observados para o período de 1968 a 2013; as linhas tracejadas pretas, as médias deste período; e as linhas contínuas mostram os percentuais precipitados em cada estação para os anos hidrológicos de 2014 a 2017.

O índice de Precipitação Padronizada (SPI12) para o mês de setembro mostrou resultados com a mesma tendência. A Figura 4 e a Figura 5 apresentam o resumo dos resultados, nos quais as linhas representam as estações agrupadas por sua localização e as colunas, os valores dos índices calculados para cada um dos anos hidrológicos de 1969 a 2017, identificados pelas cores vermelhas, os anos secos; branca, os anos normais; e os anos úmidos, conforme pode ser visto nas suas legendas. A Figura 6 mostra uma análise espacial dos resultados de 2014 a 2017.

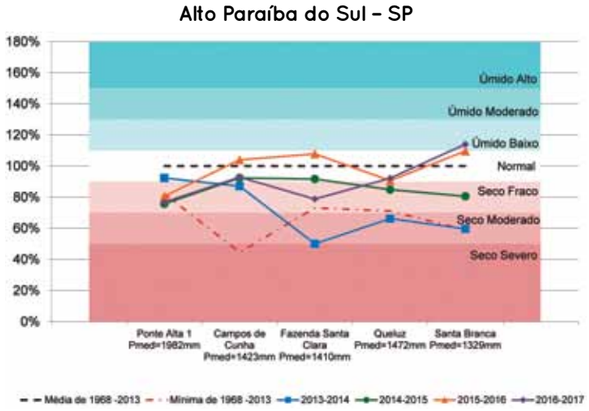



**Figura 2a** – Resultados do Índice de Porcentagem Normal (Bacia do Rio Paraíba do Sul)
**Fonte:** Elaborada pelos autores

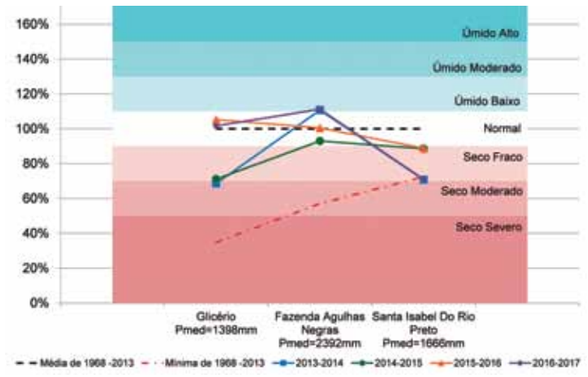



**Figura 2b –** Resultados do Índice de Porcentagem Normal (Bacia do Rio Paraíba do Sul)
**Fonte:** Elaborada pelos autores

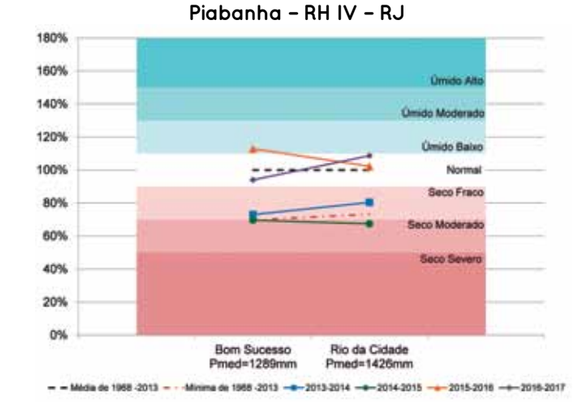



**Figura 2c** – Resultados do Índice de Porcentagem Normal (Bacia do Rio Paraíba do Sul)
**Fonte:** Elaborada pelos autores





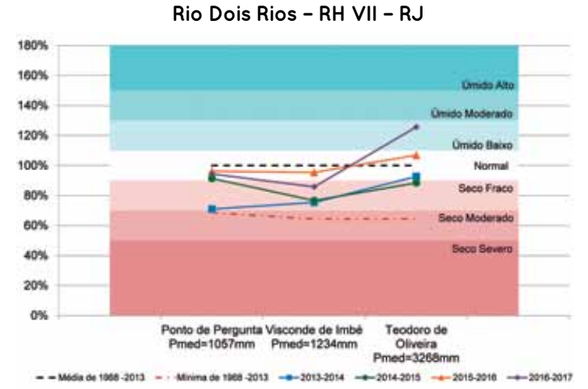



**Figura 2d** – Resultados do Índice de Porcentagem Normal (Bacia do Rio Paraíba do Sul)
**Fonte:** Elaborada pelos autores

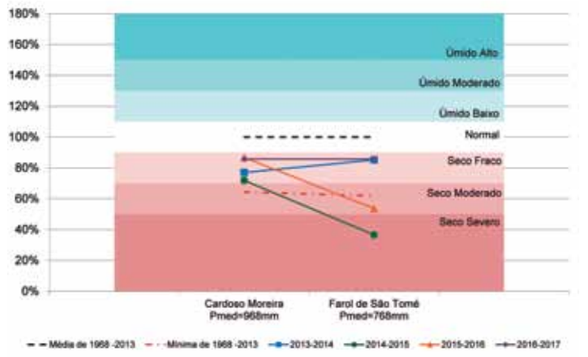



**Figura 2e** – Resultados do Índice de Porcentagem Normal (Bacia do Rio Paraíba do Sul)
**Fonte:** Elaborada pelos autores

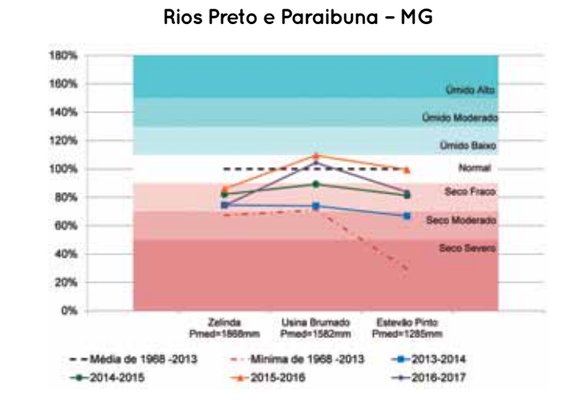



**Figura 2f** – Resultados do Índice de Porcentagem Normal (Bacia do Rio Paraíba do Sul)
**Fonte:** Elaborada pelos autores

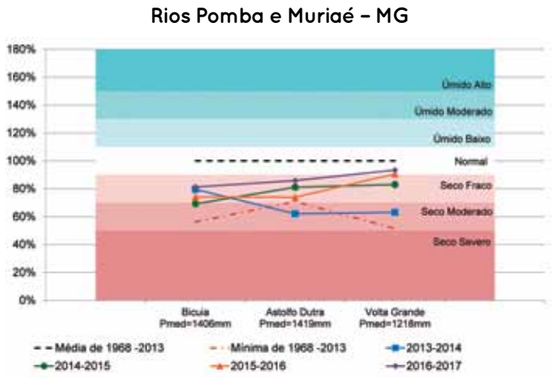



**Figura 2g –** Resultados do Índice de Porcentagem Normal (Bacia do Rio Paraíba do Sul)
**Fonte:** Elaborada pelos autores

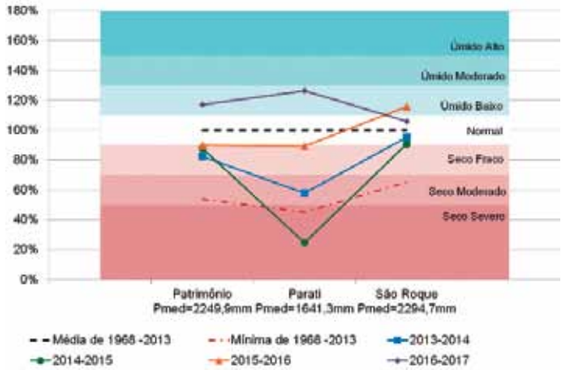



**Figura 3a** – Resultados do Índice de Porcentagem Normal (Bacias da Vertente Atlântica do Rio de Janeiro)
**Fonte:** Elaborada pelos autores

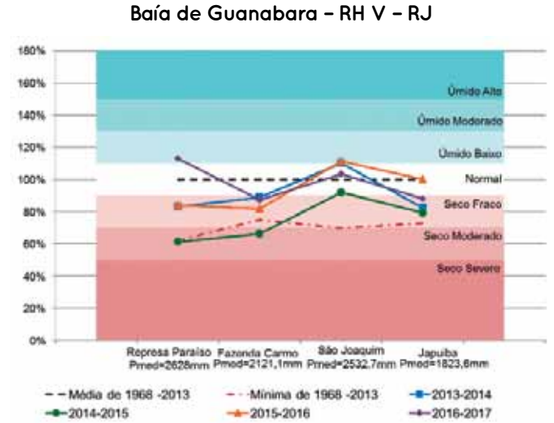



**Figura 3b** – Resultados do Índice de Porcentagem Normal (Bacias da Vertente Atlântica do Rio de Janeiro)
**Fonte:** Elaborada pelos autores





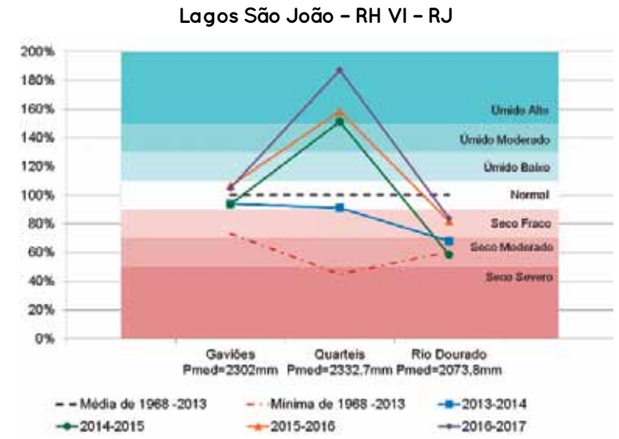



**Figura 3c** – Resultados do Índice de Porcentagem Normal (Bacias da Vertente Atlântica do Rio de Janeiro)
**Fonte:** Elaborada pelos autores

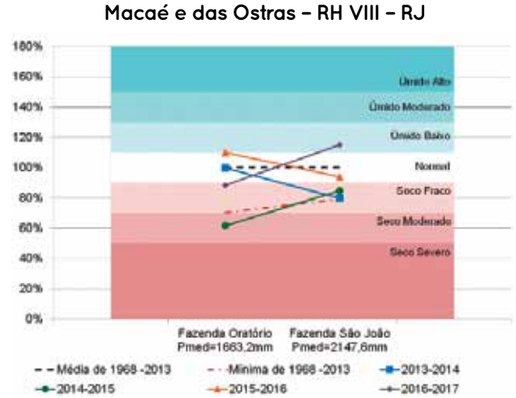



**Figura 3d** – Resultados do Índice de Porcentagem Normal (Bacias da Vertente Atlântica do Rio de Janeiro)
**Fonte:** Elaborada pelos autores

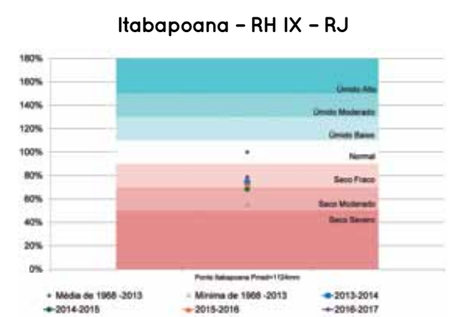



**Figura 3e** – Resultados do Índice de Porcentagem Normal (Bacias da Vertente Atlântica do Rio de Janeiro)
**Fonte:** Elaborada pelos autores

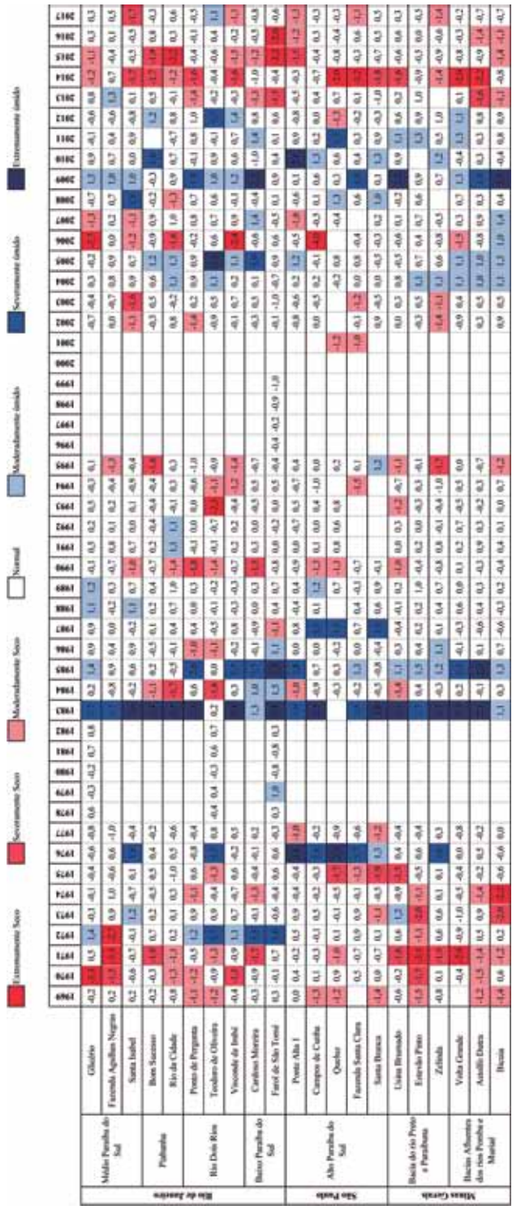



**Figura 4** – Resultados do Índice SPI12 para o mês de setembro como referência (Bacia do Rio Paraíba do Sul)
**Fonte:** Elaborado pelos autores

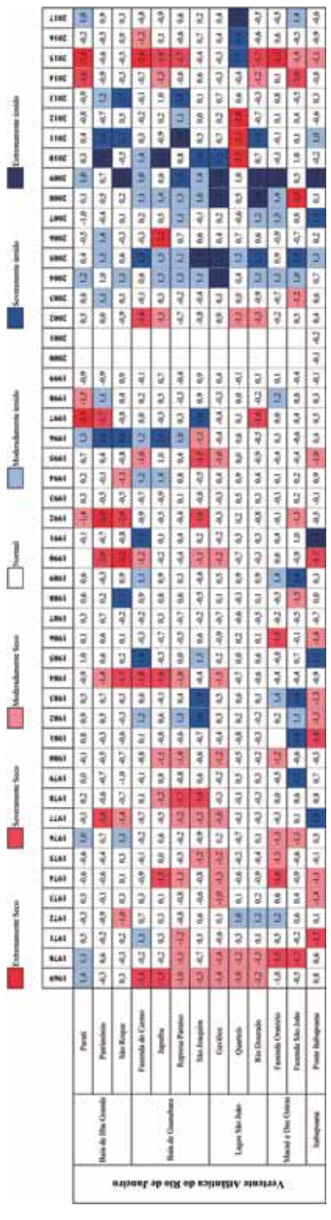



**Figura 5** – Resultados do Índice SPI12 para o mês de setembro como referência (Bacias da Vertente Atlântica do Rio de Janeiro)
**Fonte:** Elaborado pelos autores



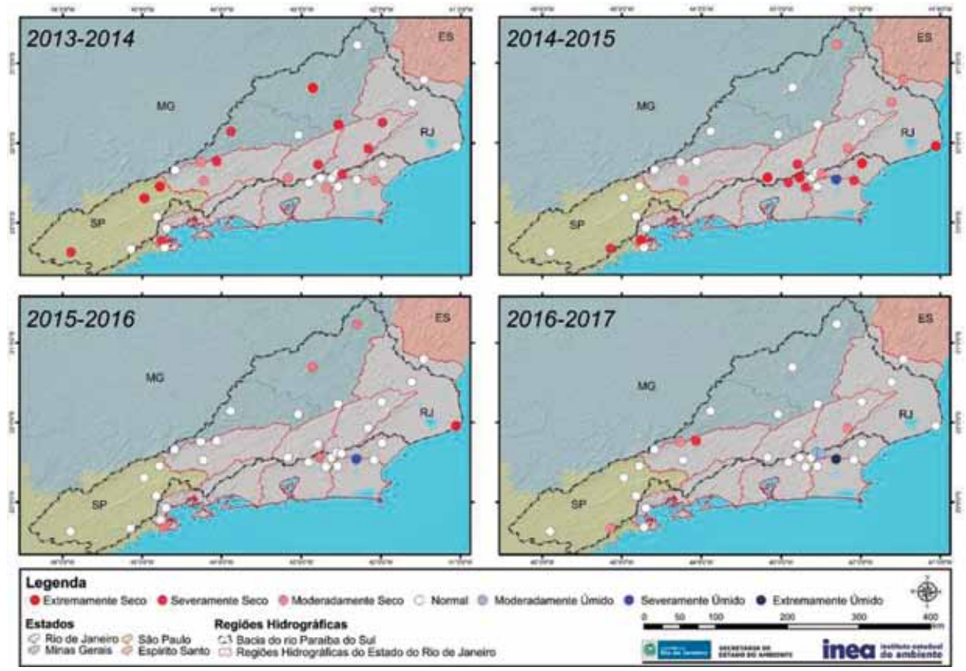



**Figura 6** – Análise Espacial dos Resultados do SPI12 ao longo dos anos, tendo o mês de setembro como referência
**Fonte**: Elaborado pelos autores

Visando trazer mais informações sobre a magnitude da estiagem identificada na análise dos métodos PN e SPI12, realizou-se a análise do SPI6, com o objetivo de caracterizar o ocorrido nos períodos úmidos e secos dos anos mais recentes (2013-2014 a 2016-2017). Utilizou-se setembro como mês de referência para caracterizar o período seco e março para caracterizar o período úmido (Figura 7).

Durante o período seco, nas bacias do Paraíba do Sul, com raras exceções, houve o predomínio de períodos normais, com ocorrências de moderadamente seco até extremamente seco. Observa-se que o período de 2013-2014 se apresentou moderadamente seco em todas as estações das bacias afluentes aos rios Pomba e Muriaé. A estação de Farol de São Tomé apresentou o caso mais extremo ao longo dos anos em análise. Já nas bacias da vertente Atlântica, o ano de 2013-2014 tendeu a normal a úmido. Contudo, em 2015-2016, foram observados registros de extremamente secos.

Chama a atenção os resultados para o período úmido desses anos. O período úmido 2013-2014 se mostrou abaixo da média em quase todas as estações, tanto na bacia do Paraíba do Sul como nas bacias da vertente Atlântica, com a maior parte dos resultados nas faixas de moderadamente a extremamente seco. O mesmo período do ano seguinte também se mostrou seco, com registros piores nas regiões do Piabanha, Baixo Paraíba do Sul, Ilha Grande, Baía de Guanabara e Macaé. Já os períodos úmidos dos anos de 2015-2016 e 2016-2017, se mostraram mais próximos do normal a úmidos, com algumas poucas exceções.

| | | | | PERÍODO SECO SPI 6 SETEMBRO (ABRIL A SETEMBRO) | | | | PERÍODO SECO SPI 6 MARÇO (OUTUBRO A MARÇO) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
| Bacia do Paraíba do Sul | Rio de Janeiro | Médio Paraíba do Sul | Glicério | -0,9 | -0,3 | -0,6 | -0,2 | -0,9 | -1,1 | 0,6 | 0,5 |
| | | | Fazenda Agulhas Negras | 1,4 | 0,0 | -1,3 | -0,6 | 0,3 | -0,4 | 0,6 | 0,9 |
| | | | Santa Isabel | -0,5 | -0,2 | -1,2 | -0,5 | -1,7 | -0,5 | 0,0 | -1,7 |
| | | Piabanha | Bom Sucesso | -0,7 | -0,2 | 0,4 | | -1,5 | -2,1 | 0,9 | -0,4 |
| | | | Rio da Cidade | -0,5 | 0,0 | -0,6 | 0,0 | -1,1 | -2,5 | 0,6 | 0,8 |
| | | Rio Dois Rios | Ponto de Pergunta | -1,6 | 0,5 | 0,8 | -0,8 | -1,3 | -0,6 | -0,4 | -0,2 |
| | | | Teodoro de Oliveira | 1,6 | 0,2 | -0,4 | 0,0 | -1,4 | -0,9 | 0,7 | 1,3 |
| | | | Visconde de Imbé | -1,1 | 0,4 | 0,1 | -0,5 | -1,1 | -1,6 | -0,1 | -0,9 |
| | | Baixo Paraíba do Sul | Cardoso Moreira | -1,0 | 0,4 | 0,5 | -1,1 | -0,6 | -1,5 | -0,6 | -0,4 |
| | | | Farol de São Tomé | 0,4 | -1,0 | -1,8 | -0,5 | -0,8 | -3,6 | -1,3 | -0,4 |
| | São Paulo | Alto Paraíba do Sul | Ponte Alta 1 | 0,4 | -0,1 | -1,1 | -1,0 | -0,6 | -1,7 | -0,7 | -1,0 |
| | | | Campos de Cunha | -0,8 | -0,5 | -0,2 | -0,7 | -0,8 | -0,5 | -0,2 | -0,7 |
| | | | Queluz | -0,4 | 0,1 | -1,2 | 0,3 | -2,1 | -0,9 | 0,2 | -0,5 |
| | | | Fazenda Santa Clara | -1,0 | 0,2 | -0,6 | -0,5 | -3,1 | -0,3 | 1,1 | -0,9 |
| | | | Santa Branca | -0,8 | -0,1 | 0,4 | -0,2 | -1,9 | -0,9 | 0,5 | 1,0 |
| | Minas Gerais | Bacia do rio Preto e Paraibuna | Usina Brumado | -0,4 | 0,7 | -0,7 | -0,4 | -1,5 | -0,9 | 0,9 | 0,6 |
| | | | Estevão Pinto | -0,4 | 0,1 | -0,3 | -0,9 | -0,8 | -0,6 | 0,2 | -0,2 |
| | | | Zelinda | 0,2 | 0,6 | -1,7 | -0,7 | -1,8 | -1,4 | 0,0 | -1,3 |
| | | Bacias Afluentes dos rios Pomba e Muriaé | Volta Grande | -1,1 | 0,2 | -0,5 | -1,5 | -1,8 | -0,9 | -0,1 | 0,1 |
| | | | Astolfo Dutra | -1,4 | 0,1 | -0,8 | -0,1 | -1,8 | -1,0 | -1,1 | -0,7 |
| | | | Bicuia | -1,3 | 1,1 | -0,4 | -0,4 | -0,5 | -2,0 | -1,1 | -0,6 |
| Vertente Atlântica do Rio de Janeiro | | Baia de Ilha Grande | Parati | -0,8 | -2,0 | -0,4 | 0,4 | -1,4 | -3,1 | 0,0 | 1,0 |
| | | | Patrimônio | 0,8 | 0,3 | -1,9 | 0,2 | -1,5 | -0,7 | 0,4 | 0,9 |
| | | | São Roque | 0,1 | 0,3 | -0,8 | -1,5 | -0,3 | -0,7 | 1,4 | 1,1 |
| | | Baia de Guanabara | Fazenda do Carmo | 0,9 | -1,2 | -1,8 | -0,7 | -1,3 | -2,1 | -0,5 | -0,5 |
| | | | Japuíba | 0,6 | -0,1 | -2,0 | -1,0 | -1,8 | -1,6 | 1,0 | -0,4 |
| | | | Represa Paraiso | 0,6 | 0,0 | -1,1 | -0,2 | -1,1 | -2,2 | -0,2 | 0,8 |
| | | | São Joaquim | 1,9 | -0,3 | -0,5 | -0,3 | -0,3 | -0,3 | 0,9 | 0,4 |
| | | Lago São João | Gaviões | 1,3 | 1,0 | -1,5 | 0,9 | -1,0 | -0,8 | 0,9 | 0,5 |
| | | | Quarteis | 1,3 | 3,2 | 0,7 | 2,4 | -1,5 | -0,2 | 1,9 | 1,9 |
| | | | Rio Dourado | 0,0 | -0,7 | -2,3 | -1,1 | -1,4 | -1,7 | 0,3 | -0,1 |
| | | Macaé e Rio das Ostras | Fazenda Oratório | 1,1 | -0,1 | -1,7 | -0,7 | -0,4 | -2,0 | 1,3 | -0,2 |
| | | | Fazenda São João | 1,3 | 0,2 | -1,3 | -0,4 | -2,0 | -1,5 | 0,1 | 1,6 |
| | | Itabapoana | Ponte de Itabapoana | -0,4 | 0,3 | -0,8 | -0,2 | -0,8 | -1,5 | -0,7 | -0,7 |

Extremamente Seco
Severamente Seco
Moderadamente Seco
Normal
Moderadamente úmido
Severamente úmido
Extremamente úmido

**Figura 7** – Resultados do Índice SPI 6 para o período seco e período úmido
**Fonte:** Elaborada pelos autores

## 6. Principais impactos da ausência de chuva entre 2014 e 2017

A Tabela 3 apresenta um resumo dos resultados, por Região Hidrográfica, dos índices de precipitação PN, SPI12 e SPI6, e os impactos das baixas precipitações para os setores de abastecimento público e agropecuário. Os dados dos impactos do setor agropecuário foram obtidos de um trabalho desenvolvido pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Rio de Janeiro (EMATER-RIO) com apoio da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO-RIO) (EMATER-RIO, 2016), sobre a produção de algumas propriedades que participam do crédito rural dos anos de 2014-2015. Vale ressaltar que a descrição apenas exemplifica alguns problemas enfrentados pelos municípios.

Outros dois setores usuários de água também tiveram impactos significativos: industrial e geração hidrelétrica. Sobre o setor industrial, a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN, 2016) realizou uma pesquisa, em 2014, com as indústrias do estado, com o propósito de avaliar o uso dos recursos hídricos no processo produtivo, o fornecimento de água, as medidas

**Tabela 3 – Análise das precipitações e impactos nos setores de abastecimento e agropecuário na bacia do Rio Paraíba do Sul (continua)**

| Bacia | Precipitações | Impactos |
|---|---|---|
| Alto Paraíba do Sul (SP) | Precipitações médias (1969-2013) das 5 estações analisadas: entre 1329 a 1982 mm. PN: mostrou que, com exceção de uma estação, o ano de 2013/2014 foi o que apresentou os registros mais baixos de precipitação, chegando a ser 50% da média histórica na estação de Fazenda Santa Clara. O período entre os anos de 2013/2014 e 2016/2017 apresentaram registros variando entre normal e seco fraco. SPI12: confirmou esses resultados mostrando registros extremamente secos no ano de 2013/2014 e variações entre normal e severamente seco nos anos seguintes. SPI6: mostrou que em 2013-2014 o período úmido foi extremamente seco em 2 estações. | Nesta região estão localizados 3 dos 4 reservatórios do Sistema Hidráulico do Paraíba do Sul que regularizam a vazão da calha principal deste rio. Entre os anos de 2014 e 2016, como enfrentamento da estiagem e garantia de atendimento dos usos múltiplos, foi necessária uma operação atípica desses reservatórios, reduzindo sua vazão regularizada a nível até então não aplicados. Mesmo com essas reduções, os reservatórios de Paraibuna e Santa Branca entraram no seu volume estratégico (volume morto para o setor elétrico, aquele abaixo do nível mínimo operacional para geração de energia nas turbinas da respectiva usina hidrelétrica) no início de 2015. Apesar da pequena recuperação dos níveis dos reservatórios no fim de 2015, somente em dezembro/2016 conseguiram atingir condição necessária (situação de normalidade) para que as novas regras de operação hidráulica dos reservatórios desse Sistema, estabelecidas pela Resolução Conjunta ANA/DAEE/IGAM/INEA nº 1.382/2015, pudessem entrar em vigor. |
| Médio Paraíba do Sul (RH III – RJ) | Precipitações médias (1969-2013) das 3 estações analisadas: entre 1.398 a 2.392mm. PN: indicaram uma situação normal a seco fraco. SPI12: apontou o ano de 2013/2014 e 2016/2017 como severamente seco apenas para a estação Santa Isabel; os demais registros desses anos variaram de normal a moderadamente severo. O SPI6 mostrou registros severamente seco para o período úmido (outubro a março). | Nesta região encontra-se o reservatório de Funil e a barragem de Santa Cecília (onde ocorre a transposição de água para o Guandu) pertencentes ao Sistema Hidráulico do Paraíba do Sul. A diminuição da vazão regularizada do Rio Paraíba do Sul impactou não somente a transposição de água ocorrida em Santa Cecília, mas também as captações de água de alguns municípios inseridos nesta região (Barra Mansa, Volta Redonda, Barra do Piraí, Vassouras). Foram necessárias adaptações para garantir a manutenção do abastecimento da população, financiadas, quase que integralmente, pelo Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP). O recurso total disponibilizado para instalação de bombas flutuantes e/ou outras adaptações para permitir a continuidade das captações, mesmo com a redução do nível do rio, totalizou cerca de 8 milhões de reais (incluindo municípios de outras bacias). No setor agropecuário, o estudo da EMATER - RJ identificou uma redução do volume de água das nascentes e córregos utilizados para irrigar lavouras de alface, no município de Barra Mansa. Esses problemas causaram perdas na produção e redução de área plantada, obrigando alguns produtores a migrarem para outras regiões a fim de honrarem contratos estabelecidos. Em Vassouras, a piscicultura referente à produção de tilápia chegou a ter perdas da ordem de 43% em 2014. |

**Fonte:** Elaborada pelos autores



revista ineana ESPECIAL p. 56 - p. 76 > nov 2018

**Tabela 3 – Análise das precipitações e impactos nos setores de abastecimento e agropecuário na bacia do Rio Paraíba do Sul (continuação)**

| Bacia | Precipitações | Impactos |
|---|---|---|
| Piabanha (RH IV – RJ) | Os totais precipitados entre 2013/2014 e 2016/2017 variaram de 70 a 110% da média. SPI12 variou de normal a extremamente seco, em uma ocasião na estação Rio da Cidade no ano de 2014/2015. O SPI6 mostrou que o período úmido de 2014-2015 foi extremamente seco. | Nesta região, foram necessárias adaptações para garantir o abastecimento integral da população dos municípios de Três Rios e Sapucaia. O estudo da EMATER mostrou que a cultura de alface dos municípios de Teresópolis e Petrópolis, sofreram com o déficit hídrico, tendo sido necessário utilizar a irrigação para sua sustentação, e as perdas ficaram em torno de 10%. Na produção leiteira, as perdas chegaram a 53% em Três Rios e nos municípios de Sapucaia e Sumidouro foram da ordem de 40%. |
| Rio Dois Rios (RH VII – RJ) | A estação Teodoro de Oliveira apresentou precipitação média de 3.268mm, enquanto as outras duas, 1.057 e 1.234mm. PN em 2013/2014 e 2016/2017, variou de úmido baixo a seco fraco nas 3 estações analisadas. Houve uma expressiva variação do total médio precipitado nas 3 estações estudadas. O SPI12 variou do normal ao severamente seco, com exceção do registro 2016/2017 na estação de Teodoro de Oliveira, que foi caracterizado como moderadamente úmido. O SPI6 mostrou registros de severamente úmido a severamente seco. | Nesta região a captação do município de São Fidelis precisou de adaptações para garantir o abastecimento da população. Com relação ao setor de agricultura, a cultura de tomate na região de Friburgo sofreu com a diminuição do volume de água das fontes e menor oferta para irrigação, especialmente nos períodos da grande demanda de água pela cultura. Em São Fidélis, por sua vez, foram observadas as maiores perdas da cultura da cana-de-açúcar, chegando a 63%. |
| Baixo Paraíba do Sul (RH IX – RJ) | As precipitações médias nesta região variam de 768 e 968 mm. Para as 2 estações analisadas, as precipitações foram abaixo da média, variando o PN de seco fraco ao severo. Os índices SPI12 e SPI6 apresentaram resultados de normal a extremamente seco. | O município de São João da Barra, localizado na foz do Rio Paraíba do Sul foi o mais afetado, com interrupções frequentes na captação para abastecimento urbano devido ao aumento da intrusão salina neste local. Apesar da disponibilização de recursos financeiros pelo CEIVAP para a construção de um poço artesiano com capacidade para garantir a normalidade de abastecimento público, o mesmo não foi implantado por problemas administrativos entre o município e a concessionária local. As baixas precipitações diagnosticadas para esta região vão ao encontro com a criticidade da estiagem vivenciada pelos municípios do Norte Noroeste. Dos 22 municípios, 17 publicaram decretos de estado de emergência pela estiagem no período de 2014-2017. O setor agropecuário foi o mais afetado pelas baixas pluviosidades. A escassez de chuvas na região noroeste prejudicou a irrigação eficiente de diversas culturas. A do tomate registrou um longo período de déficit hídrico durante o período de cultivo, com perdas de 40 % em Santo Antônio de Pádua. A cana-de-açúcar, cultura com alto potencial de produção na região, sofreu com as chuvas, insuficientes para atender a demanda, e chegou a apresentar perdas efetivas de 63% em Quissamã. Já a cafeicultura apresentou índices de perdas de 25% em Porciúncula e Varre-Sai. A produção leiteira teve índices de perdas na maioria dos municípios do Noroeste do Estado (da ordem de 25 a 40%), com registros de 45% nos municípios de Miracema e Porciúncula. Em 2017, houve também relatos de milhares de mortes de cabeças de gado devido à estiagem. |

**Fonte:** Elaborada pelos autores



revista ineana ESPECIAL p. 56 - p. 76 > nov 2018

**Tabela 3 – Análise das precipitações e impactos nos setores de abastecimento e agropecuário na bacia do Rio Paraíba do Sul (continuação)**

| Bacia | Precipitações | Impactos |
|---|---|---|
| Rios Preto e Paraibuna (MG) | As precipitações médias variaram de 1.285 a 1.867 mm. As 3 estações analisadas indicaram registros próximos da média, com PN entre normal e seco fraco na maior parte dos registros. O SPI12 e o SPI6 indicaram anos normais a severamente seco. | Apesar de terem sido observadas redução nas vazões dos afluentes do Paraíba do Sul entre 2013/2014 e 2016/2017, não houve relatos de impactos expressivos. |
| Rios Pomba e Muriaé (MG) | Nas 3 estações analisadas nesta região foram observadas precipitações abaixo da média. O PN indicou registros de anos normais a secos moderados. Já o SPI12 indicou anos normais a extremamente secos. O SPI6 indicou o período úmido com vários registros de moderadamente a extremamente seco. | Foram observadas expressivas reduções de vazões em vários rios desta região no período de 2013 e 2017. Alguns municípios decretaram situação de emergência e, em vários casos, houve necessidade de racionar água e fazer rodízios para garantir o abastecimento público. O município de Ubá, por exemplo, sofreu com rodízio de abastecimento de meados de 2015 até o fim de 2017. |

**Fonte:** Elaborada pelos autores

preventivas e os impactos na produção. Em resumo, os resultados mostraram que o número de medidas preventivas aumentou durante os anos de 2014 e 2015, seja através do controle de consumo ou de campanhas de conscientização do uso. Constatou-se que as empresas que fazem uso da água em seu processo produtivo adotaram o dobro de medidas de redução de uso comparadas com as que não utilizam. Isso se justifica pois, além da necessidade, são as que apresentam maior porte e possuem mais recursos financeiros. Para 2/3 das 13 indústrias afetadas (16,3% do total que participou da pesquisa), a escassez de água gerou um aumento de custos, não apenas em relação ao investimento em medidas de controle de consumo, como também ao controle de perdas e/ou reúso da água. Nesse sentido, a escassez impactou diretamente as atividades industriais, provocando interrupção temporária (26,2%) e redução (31,0%) da produção, além de contribuir para a demissão de colaboradores (17,9%). Em casos mais extremos, houve a necessidade de compra de carros-pipa para suprir a interrupção no fornecimento de algumas indústrias.

No setor de geração hidrelétrica, também houve redução de energia gerada durante o período de 2013 a 2017 ao plotar os dados de energia gerada nos aproveitamentos das bacias analisadas (Figura 8), obtidos da página eletrônica da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Só não foram considerados os dados da usina de Simplício, localizada no Rio Paraíba do Sul, pois seu início de operação ocorreu em meados de 2013.

Os decréscimos de geração de energia foram da ordem de 18,8% e 46,7%, respectivamente, ao se comparar a média dos anos hidrológicos de 2010-2013 com os 2013-2014 e 2014-2015. Já os anos hidrológicos 2015-2016 e 2016-2017 indicam o início de recuperação, porém ainda com valores significativamente inferiores ao período 2010 a 2013.

**Tabela 4 – Análise das precipitações e impactos nos setores de abastecimento e agropecuário na vertente Atlântica do ERJ**

| Bacia | Precipitações | Impactos |
|---|---|---|
| Baía da Ilha Grande (RH I - RJ) | A precipitação média das 3 estações variou entre 1600 e 2500 mm.<br>O PN indicou chuvas abaixo da média, tendo o pior registro seco severo na Estação Parati, em 2014/2015.<br>O SPI12 indicou registros severamente secos no ano de 2013/2014, extremamente seco em 2014/2015, normal em 2015/2016 e moderadamente úmido em 2016/2017. | Nesta região aconteceram problemas pontuais nas captações para abastecimento urbano, as quais, em sua maioria, estão localizadas em pequenos cursos d'água, mais sujeitos aos efeitos das estiagens. |
| Baía de Guanabara (RH V - RJ) | As precipitações médias variaram nas 4 estações analisadas de 1800 a 2600mm.<br>O PN variou de úmido baixo a seco moderado.<br>O SPI12 mostrou índices de normal a extremamente seco.<br>O SPI6 mostrou que o período úmido de 2013-2014 e 2014-2015 foi de moderadamente a extremamente seco em 3 estações. | As principais perdas apuradas na agricultura ocorreram nas culturas do tomate, milho verde, mandioca de mesa e alface. O período de seca prolongado e baixa umidade do solo verificados em Magé e Cachoeira de Macacu elevaram as perdas da cultura da mandioca de mesa pela dificuldade da colheita e qualidade das raízes. A cultura do milho verde sofreu no período de floração e enchimento dos grãos, prejudicando a produção e provocando perdas na produção da ordem de 25%, tanto em Magé como em Cachoeiras de Macacu. |
| Lagos São João (RH VI - RJ) | O PN indicou anos na faixa de normal a seco moderado, no período de 2013/2014 a 2016/2017 em 2 estações. A exceção se deu na estação de Quartéis que indicou chuvas acima da média.<br>Já o SPI12 variou entre normal e severamente seco em 2 estações e moderadamente a extremamente úmido na estação Quartéis.<br>O SPI6 mostrou variações de seco a úmido. | A cultura da banana, no município de Saquarema, chegou a ter perdas de 50%, por conta do déficit hídrico que afetou o desenvolvimento da planta e o perfilhamento, e pelas altas temperaturas no período de outubro/2014 a março/2015. As perdas na cultura de coco verde neste município foram dessa mesma ordem, sendo este município o que mais contratou projetos de crédito rural para esta cultura. |
| Macaé e das Ostras (RH VIII - RJ) | O PN variou de úmido baixo a seco moderado.<br>O SPI12 mostrou de moderadamente úmido a extremamente seco, para o período de 2013/2014 a 2016/2017.<br>O SPI6 apresentou registros extremamente seco para o período úmido | No município de Trajano de Moraes, por exemplo, foram identificadas perdas de 40% na cultura da banana pelos motivos expostos na região de Saquarema. |
| Itabapoana (RH IX – RJ) | A precipitação média foi de 1124mm.<br>O PN indicou anos normal a seco moderado.<br>O SPI12 indicou anos normais a moderadamente seco e o SPI6 período normal com um registro severamente seco | No município de São Francisco do Itabapoana, foram observadas precipitações bastante irregulares, elevando as perdas na produção de mandioca, pela baixa qualidade, tamanho e peso das raízes, além de perdas indiretas pela dificuldade da colheita em solo seco. As perdas para a cultura do abacaxi em São Francisco de Itabapoana chegaram a 60% na safra esperada para 2014, com impactos de queda nos preços de 75% para o produtor. |

**Fonte:** Elaborada pelos autores





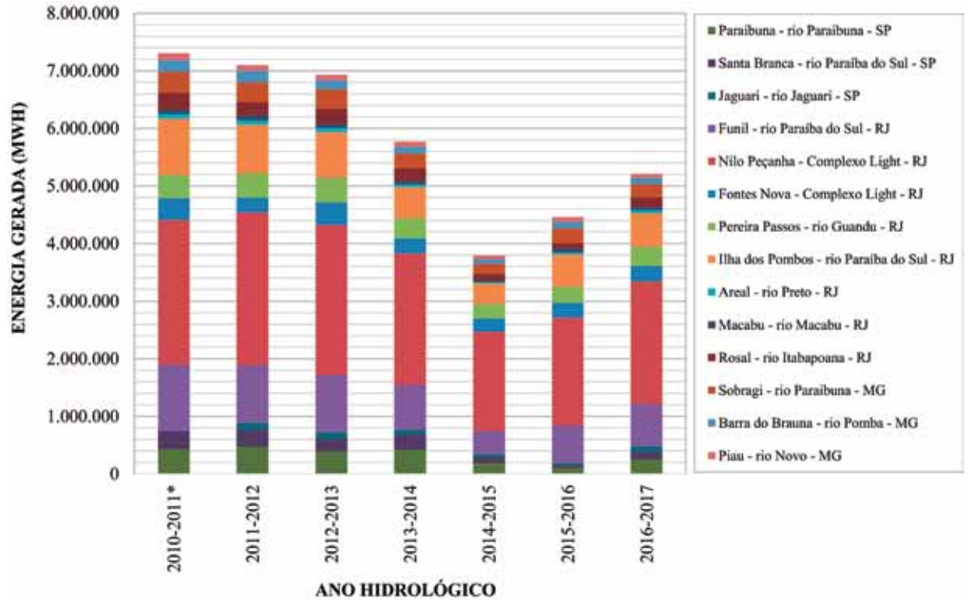



**Figura 8** – Energia gerada nos aproveitamentos hidrelétricos entre 2010 e 2017
**Fonte:** Elaborada pelos autores

## 7. Conclusões

Os resultados obtidos pelos índices de Precipitação Normal e Precipitação Padronizada corroboraram períodos de secas severas em todas as regiões da bacia do Rio Paraíba do Sul com baixos índices pluviométricos entre os anos de 2014 e 2017.

Em mais de 80 anos de monitoramento, por exemplo, o Rio Paraíba do Sul teve registradas as menores vazões na porção paulista de sua bacia. Já na porção fluminense, foram identificados, para os anos hidrológicos de 2013-2014 e 2014-2015, valores abaixo da média, registrando, em algumas estações, os piores valores do histórico. Nas bacias da vertente Atlântica também foram identificadas precipitações muito abaixo da média, principalmente para o ano hidrológico 2014-2015, quando ocorreu uma seca moderada e extrema, segundo o índice de Precipitação Padronizada.

As perdas foram diversas nos setores usuários de água. Na agropecuária, as perdas apuradas para o ano de 2014 nas bacias fluminenses chegaram à ordem de 60% na fruticultura, 30% na cafeicultura, 40% na cultura do tomate, 60% na cultura da cana-de-açúcar e 60% na bovinocultura (EMATER-RIO, 2016). Além dessas perdas e dos prejuízos causados na manutenção e continuidade das atividades, a estiagem vivenciada nesse período acarretou uma significativa redução de receita, a ponto de afetar a capacidade de pagamento dos agricultores face aos compromissos assumidos junto aos agentes do crédito rural. Já em 2017 houve relatos da morte de milhares de cabeça de gado no Noroeste Fluminense.

O setor de saneamento fez um esforço coletivo considerável para evitar o desabastecimento de áreas urbanas de muitos municípios dos estados, que tiveram que adaptar seus sistemas de captação de água e, em alguns municípios mineiros, houve a necessidade de racionamento da distribuição da água. O setor industrial também registrou impactos significativos e, em muitas situações, chegou ao limite do uso de fontes convencionais de água, tendo que adotar fontes alternativas como

água de chuva, poços artesianos e caminhão pipa, ou medidas de redução de consumo ou de otimização como controle de consumo, reuso da água e campanhas de conscientização.

Como esperado, o setor hidrelétrico também sofreu graves consequências com a estiagem ocorrida entre os anos de 2013-2014 a 2016-2017. A redução de produção chegou a cerca de 3.500.000 MWH, ao comparar os anos de 2010-2011 a 2014-2015, capacidade para abastecer uma cidade de 1,5 milhão de habitantes.

A crise hídrica e seus impactos revelaram sobretudo o quanto se faz necessário reforçar ações de uso racional para ampliar a oferta d'água, principalmente junto aos usuários consuntivos como o setor de abastecimento urbano, com ações de proteção de nascentes e mananciais estratégicos, de reflorestamento, de obras para reservação de água etc., e também de gestão da demanda, buscando a redução de perdas na prestação do serviço de abastecimento público e a racionalização do uso de água tratada junto aos consumidores residenciais.

Fica evidenciada também a importância do monitoramento hidrológico, o qual, durante o período seco, gerou informações imprescindíveis para o enfrentamento da estiagem severa. É fundamental a existência de uma rede de monitoramento hidrometeorológico, com a produção de dados contínuos e confiáveis, tanto para a realização de diagnósticos quanto para a gestão das reduções de perdas e danos provocados por eventos hidrológicos extremos (estiagem e inundações) e planejamento adequado, visando ao aumento da segurança hídrica.

*Estiagem do Reservatório do Funil (setembro/ 2014)*



## Referências bibliográficas


AGÊNCIA NACIONAL ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Compensação financeira pela utilização de recursos hídricos**. Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/cmpf/gerencial/>. Acesso em: 30 out. 2018.

BARRA, T. S. et al. Caracterização climatológica da severidade de secas do Estado do Ceará – Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 6, n. 2, p. 266-272, 2002.

COSTA, L. F. et al. Análise da precipitação da bacia do rio Paraíba do Sul com enfoque nos anos de 2014 a 2017. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO RIO PARAÍBA DO SUL, 3., 2018, Juiz de Fora, MG. **Anais...** Juiz de Fora, MG: UFJF, 2018. p. 657-666.

_____. Análise da precipitação da seca 2014-2016 no Estado do Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRH, 2017.

_____. Enfrentando a estiagem da bacia do Rio Paraíba do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 21., 2015, Brasília. **Anais...** Brasília: ABRH, 2015.

_____. Impactos da estiagem 2014-2015 sobre os principais setores usuários de água no Estado do Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRH, 2017.

EDWARDS, D.; MCKEE, T. **Characteristics of 20th century drought in the United States at multiple time scales**. Fort Collins, CO: Colorado State University. Degree of Master of Science, 1997.

EMATER-RIO. **Relatório de perdas no setor agropecuário no Estado do Rio de Janeiro com foco no crédito rural:** estiagem 2014/2015. Rio de Janeiro, 2016.

_____. **Zoneamento ecológico econômico:** caracterização socioeconômica do setor agropecuário do estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2016.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Impactos da escassez de água na indústria, 2014-2015**. Rio de Janeiro, 2016.

FERNANDES, D. S. et al. **Índices para a quantificação da seca.** Santo Antonio de Goiás, GO Embrapa Arroz e Feijão, 2009. (Documento, 244).

GOIS, G. **Caracterização da seca e seus efeitos na produção da cultura do milho para as diferentes regiões do estado de Minas Gerais.** 2005. 81p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (RJ). **Plano estadual de recursos hídricos do Estado do Rio de Janeiro**: PERHI-RJ. Rio de Janeiro: Fundação COPPETEC, 2014. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/GESTAODEAGUAS/InstrumentosdeGestodeRecHid/PlanosdeBaciaHidrografica/index.htm&lang=#ad-image-0>. Acesso em: 30 out. 2018.

MCKEE, T.; DOESKEN, N. J.; KLEIS, John. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY, 8., 1993, Anaheim, CO. **Anais...** Fort Collins, CO: Colorado State University. Department of Atmospheric Science, 1993.

MOLINA, P. A.; LIMA, L. C. T. M. Estudo de secas agrícolas no Nordeste brasileiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13:, 1999, Belo Horizonte. **Anais...**Belo Horizonte: ABRH, 1999

NATIONAL DROUGHT MITIGATION CENTER (United States of America). **Understanding and defining Drought.** Nebrasca, US, 2006. Disponível em: <http://drought.unl.edu/index.htm>. Acesso em: 30 out. 2018.


revista ineana ESPECIAL p. 56 - p. 76 > nov 2018

## Sobre os autores


### Larissa Ferreira da Costa

Mestra em Engenharia Civil com ênfase em Recursos Hídricos e Saneamento (2013) pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa (COPPE/UFRJ). Graduada em Engenharia Civil com ênfase em Recursos Hídricos (2009) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Atuou na iniciativa privada durante cinco anos desenvolvendo estudos hidrológicos e energéticos de aproveitamentos hidrelétricos. É servidora do INEA desde 2014 e atua como chefe do Serviço de Planejamento e Gestão Participativa das Águas da Coordenadoria de Segurança Hídrica, dentro da Subsecretaria de Segurança Hídrica e Governança das Águas da Secretaria de Estado do Ambiente (COSEG/SUBSEGH/SEA).

### José Edson Falcão de Farias Júnior

Mestre em Engenharia Civil com ênfase em Recursos Hídricos (2006) pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa (COPPE/UFRJ). Especialista em Análise Ambiental e Gestão do Território (2010) pela Escola Nacional de Ciências Estatísticas (ENCE/IBGE). Engenheiro Civil (2004) pela Universidade Federal de Alagoas. Servidor da extinta SERLA, entre os anos de 2007 e 2009, e do INEA, desde 2009. É coordenador de Segurança Hídrica da Subsecretaria de Segurança Hídrica e Governança das Águas, dentro da Secretaria de Estado do Ambiente (COSEG/SUBSEGH/SEA). Tem atuado na temática Segurança Hídrica nas suas diversas facetas, como coordenação de projetos de prevenção e mitigação de riscos de desastres relacionados à inundação, gestão de recursos hídricos, de estiagem e de segurança de barragens.

### Leonardo Tristão Chargel

Mestre em Engenharia Civil com ênfase em Recursos Hídricos e Meio Ambiente (2018) pelo Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa (COPPE/UFRJ). Engenheiro Ambiental (2014) pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Atualmente, atua na Coordenadoria de Segurança Hídrica (COSEG/SUBSEGH/SEA) da Subsecretaria de Segurança Hídrica e Governança das Águas da Secretaria de Estado do Ambiente.