

Redução de Riscos de Desastres: Métodos e Práticas 2

Luis Ricardo Fernandes da Costa
(Organizador)



Atena
Editora

Ano 2020

Redução de Riscos de Desastres: Métodos e Práticas 2

Luis Ricardo Fernandes da Costa
(Organizador)



Atena
Editora

Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Lorena Prestes

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
R321	<p>Redução de riscos de desastres [recurso eletrônico] : métodos e práticas 2 / Organizador Luis Ricardo Fernandes da Costa. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-86002-43-0 DOI 10.22533/at.ed.430201203</p> <p>1. Conservação da natureza. 2. Impacto ambiental. I. Costa, Luis Ricardo Fernandes da.</p> <p style="text-align: right;">CDD 363.7</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A coleção “Redução de Riscos de Desastres: Métodos e Práticas 2” é uma obra que tem como foco principal a discussão científica, com uma abordagem teórica e prática, abordando diversos temas com singular importância na esfera ambiental, com destaque para a mitigação de riscos e desastres em diferentes escalas de análise.

A abertura do livro, com o capítulo “Acidentes ambientais: brumadinho e os impactos socioambientais”, trás uma ampla discussão sobre os impactos ambientais decorrentes do rompimento da barragem Córrego do Feijão, em Brumadinho (MG), com uma abordagem acerca dos problemas sociais, econômicos e de outras naturezas.

Nos capítulos 2 e 3 são discutidos aspectos relevantes acerca da dinâmica geomorfológica em sítios urbanos e áreas susceptíveis a deslizamento de terra. No capítulo 2 “Inventário de magnitude e frequência dos eventos hidrológicos e geomorfológicos da grande Aracaju” é apresentada uma discussão com base no inventário de eventos e desastres ligados à dinâmica hidrológica e geomorfológica da região da Grande Aracaju, em Sergipe.

No capítulo 3 “Mapeamento das áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos na bacia do rio Taquari, Paraty-RJ” o leitor poderá visualizar produtos oriundos de técnicas de geoprocessamento, com objetivo de elaboração de um mapeamento de riscos de deslizamentos na região.

No capítulo 4 “Crise e escassez da água: a questão da segurança hídrica e a alternativa pela construção de barragens” é apresentada uma importante discussão sobre a temática segurança hídrica como ponto imprescindível para a sobrevivência da humanidade.

Em tempos de comunicação, o capítulo 5 “O papel da comunicação no atendimento emergencial – desastre ambiental” analisa o papel da comunicação no atendimento emergencial em situações de desastres ambientais, com base em pesquisas bibliográficas e consultas a diferentes veículos de pesquisa e informação.

Nos capítulos 6, 7 e 8, são apresentadas importantes contribuições acerca da atuação de diferentes órgãos na mitigação de desastres, com foco no estado do Rio de Janeiro. O capítulo 6 “Cooperação técnica - SEDEC-RJ e Banco do Brasil: fomento à adesão ao cartão de pagamento de defesa civil” apresenta um estudo de como a Secretaria de Estado de Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro e Banco do Brasil fomentaram a adesão municipal ao cartão de pagamento de defesa civil.

No capítulo 7 “O papel do voluntário de defesa civil em ações de resposta a desastres: estudo comparativo dos NUPDEC’S da REDEC metropolitana do Rio de Janeiro” é apresentada uma correlação entre vida em sociedade, que objetiva apresentar os Núcleos de Proteção e Defesa Civil Comunitários – NUPDEC’s como resposta para este paradigma.

No capítulo 8 “Otimização do atendimento do centro de operações de atendimento pré hospitalar / COGS – CBMERJ” é exposto um estudo que propõe uma otimização

dos serviços prestados pelo COGS, através da Programação Linear e do uso do *MS Office Excel*, através do pacote Solver.

Para o encerramento da presente obra, apresentamos ao leitor importante contribuição intitulada “Simulador de realidade virtual para capacitação em segurança do trabalho de funcionários da construção civil” que buscou analisar o potencial de um simulador de realidade virtual para estimular a percepção de perigos e medidas preventivas de funcionários da construção civil.

Assim, a coleção de artigos dessa obra é ponto importante na discussão acerca da mitigação de riscos de desastres, bem como estimula a produção de trabalhos interdisciplinares na área, como especial atenção a gestão dos mais diferentes ambientes.

Luis Ricardo Fernandes da Costa

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ACIDENTES AMBIENTAIS: BRUMADINHO E OS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS	
Maria Débora Mendonça Cosmo	
Darlan Alves Moulin	
Célio de Mendonça Clemente	
Ricarda Mendonça Cosmo	
Malena Aquino da Silva	
Daniele Alessandra dos Reis	
DOI 10.22533/at.ed.4302012031	
CAPÍTULO 2	16
INVENTÁRIO DE MAGNITUDE E FREQUÊNCIA DOS EVENTOS HIDROLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS DA GRANDE ARACAJU	
Alizete dos Santos	
Hélio Mário de Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.4302012032	
CAPÍTULO 3	28
MAPEAMENTO DAS ÁREAS SUSCETÍVEIS À OCORRÊNCIA DE DESLIZAMENTOS NA BACIA DO RIO TAQUARI, PARATY-RJ	
Lucélia Granja de Mello	
Reiner Olíbano Rosas	
DOI 10.22533/at.ed.4302012033	
CAPÍTULO 4	40
CRISE E ESCASSEZ DA ÁGUA: A QUESTÃO DA SEGURANÇA HÍDRICA E A ALTERNATIVA PELA CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS	
Mônica de Aquino Galeano da Hora Rocha	
Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora	
DOI 10.22533/at.ed.4302012034	
CAPÍTULO 5	49
O PAPEL DA COMUNICAÇÃO NO ATENDIMENTO EMERGENCIAL – DESASTRE AMBIENTAL	
Marcia Magalhães de Arruda	
Marcelle Teodoro Lima	
Alexandre Diniz Breder	
Carla Regina Lopes Azevedo	
Amanda Almeida Fernandes Lobosco	
Daniele Borges	
DOI 10.22533/at.ed.4302012035	
CAPÍTULO 6	63
COOPERAÇÃO TÉCNICA - SEDEC-RJ E BANCO DO BRASIL: FOMENTO À ADESÃO AO CARTÃO DE PAGAMENTO DE DEFESA CIVIL	
Robson Luís do Nascimento	
DOI 10.22533/at.ed.4302012036	

CAPÍTULO 7	75
O PAPEL DO VOLUNTÁRIO DE DEFESA CIVIL EM AÇÕES DE RESPOSTA A DESASTRES: ESTUDO COMPARATIVO DOS NUPDEC'S DA REDEC METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO	
Estevão Pereira Escudeiro Alexandre Luís Belchior dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.4302012037	
CAPÍTULO 8	89
OTIMIZAÇÃO DO ATENDIMENTO DO CENTRO DE OPERAÇÕES DE ATENDIMENTO PRÉ HOSPITALAR / COGS – CBMERJ	
Estevão Pereira Escudeiro Alexandre Luís Belchior dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.4302012038	
CAPÍTULO 9	100
SIMULADOR DE REALIDADE VIRTUAL PARA CAPACITAÇÃO EM SEGURANÇA DO TRABALHO DE FUNCIONÁRIOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Mateus Vessoni Barbosa Kasuya Wanessa Roberta Fazinga Arthur Felipe Echs Lucena Fernanda Aranha Saffaro	
DOI 10.22533/at.ed.4302012039	
SOBRE O ORGANIZADOR	112
ÍNDICE REMISSIVO	113

CRISE E ESCASSEZ DA ÁGUA: A QUESTÃO DA SEGURANÇA HÍDRICA E A ALTERNATIVA PELA CONSTRUÇÃO DE BARRAGENS

Data de aceite: 06/03/2020

Mônica de Aquino Galeano da Hora Rocha

Universidade Federal Fluminense, Laboratório de Recursos Hídricos e Meio Ambiente
Niterói – Rio de Janeiro
<https://orcid.org/0000-0002-2949-9787>

Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora

Universidade Federal Fluminense, Laboratório de Recursos Hídricos e Meio Ambiente
<https://orcid.org/0000-0002-8619-3485>

RESUMO: A discussão sobre a temática segurança hídrica é imprescindível para a sobrevivência da humanidade. No Brasil, em 2013, foi publicado o Plano Nacional de Segurança Hídrica, que trata sobre alternativas que envolvam soluções, tanto para o controle de eventos críticos relativos aos recursos hídricos quanto para reservar água para garantir o contínuo abastecimento populacional. Neste contexto, a construção de barragens pode ser uma opção estratégica. Visando ao atendimento da demanda por água da população dos municípios de Niterói, São Gonçalo e Itaboraí, localizados no Estado Rio de Janeiro, este trabalho buscou propor novas dimensões para as estruturas hidráulicas da barragem Eixo

Guapi-Açu Jusante, sugerida pelo Projeto Macacu, em 2010. Conclui-se que, além do aumento da disponibilidade hídrica para esses municípios, o controle das vazões defluentes, através de barramento com reservatório de regularização, pode ser caracterizado como um benefício adicional para uma população que já sofre com inundações e cheias frequentes.

PALAVRA- CHAVE: seca, uso múltiplo da água, conflito, Rio de Janeiro.

CRISIS AND WATER SHORTAGE: THE WATER SAFETY ISSUE AND THE DAMS CONSTRUCTION ALTERNATIVE

ABSTRACT: The discussion about water security becomes vital for human survival. In Brazil, in 2013, the publication of the National Plan for Water Security, which deals with alternative solutions involving both to control critical events related to water resources and to store water to ensure the supply population. In this context, the construction of dams may be an option. Aiming to meet the water demand of the population in the cities of Niterói, São Gonçalo and Itaboraí and, located in Rio de Janeiro State, this research proposes a new hydraulic resizing of the dam Guapi Açu Axis Downstream, suggested by Macacu Project in 2010. It was possible to infer that besides the increase in water availability for these municipalities, the

control of outflows through the regulating reservoir can be characterized as an additional benefit to a population that already suffers floods and flash floods.

KEYWORDS: drought, multiple use of water, conflict, Rio de Janeiro.

1 | INTRODUÇÃO

A água é a conexão que relaciona todos os aspectos de sobrevivência do ser humano, desde a necessidade básica de mitigar a sede até as questões que envolvem o saneamento básico e a saúde.

Conforme a Declaração Ministerial publicada no II Fórum Mundial da Água, ocorrido em Haia em 2000, há consenso no mundo em torno da necessidade da garantia da segurança da água no século XXI. Para alcançar a segurança hídrica, foram elencados os seguintes desafios: atender necessidades básicas; assegurar o suprimento alimentar; proteger os ecossistemas; partilhar os recursos hídricos; enfrentar responsabilidades; valorizar a água e administrar a água com sabedoria. O enfrentamento das responsabilidades objetiva a prevenção de inundações, estiagens, poluição e outras ameaças potenciais à água. Portanto, pode-se inferir que o conceito de segurança hídrica abrange o conhecimento sobre os riscos hídricos (ÁGUA ONLINE, 2016).

Para Veyret (2007), o risco é a percepção do perigo ou da catástrofe possível e, portanto, para a autora, não pode existir risco sem que ele seja percebido e tenha seus efeitos sentidos por uma população ou por um indivíduo. No contexto da crise hídrica, entende-se que o risco hídrico pode ser a percepção de uma possível catástrofe que pode ocorrer em uma sociedade, relacionada à água. A catástrofe hídrica, mais facilmente exemplificada nos eventos de inundações e enchentes, também pode ser entendida através do não atendimento à demanda de água para o abastecimento humano.

De acordo com ANA (2013), a questão da segurança hídrica está associada ao enfrentamento das secas e estiagens ou qualquer desequilíbrio entre a oferta e a demanda de água que signifique restrição ao consumo e, conseqüentemente, ao desenvolvimento econômico e regional. Por outro lado, também devem ser enquadradas, no âmbito da segurança hídrica, as medidas relacionadas ao enfrentamento de eventos críticos de cheias e ao seu controle. Em alguns casos, as barragens são a melhor alternativa técnica, ambiental e social, pois em muitas situações, elas fornecem alternativas para as soluções de ambos os problemas.

Reservar água de forma a garantir o contínuo abastecimento humano, inclusive em épocas de estresse hídrico, de tal maneira que os impactos econômicos, sociais e ambientais sejam mitigados adequadamente, é um desafio. Conforme Hora e Legey (2015), os aproveitamentos hidrelétricos com reservatórios de regularização, que possuem notável participação na matriz energética brasileira, bem como na oferta de

água para os usos múltiplos, devem ser planejados, construídos e operados de forma adequada para evitar a escassez hídrica, sem a redução da produção de energia elétrica.

Neste panorama, o governo brasileiro negociou um empréstimo com o Banco Mundial (BIRD) para execução do Programa de Desenvolvimento do Setor Água (INTERÁGUAS), e pretende aplicar parte do montante dos fundos na elaboração do Plano Nacional de Segurança Hídrica (PNSH). O PNSH tem por objetivo a definição das principais intervenções estruturantes no país (barragens, sistemas adutores, canais e eixos de integração), de natureza estratégica e relevância regional, necessárias para garantir a oferta de água para o abastecimento humano e para o uso em atividades produtivas e reduzir os riscos associados a eventos críticos (secas e cheias) (BRASIL, 2013).

Na visão de ANA (2013), caso nada seja feito, o cenário futuro brasileiro é de aumento da desproporção entre a demanda e a oferta de água, gerado pelas crescentes taxas de crescimento econômico e populacional. O INTERÁGUAS surge para criar um ambiente onde os setores envolvidos com a utilização da água possam se articular e planejar suas ações de maneira racional e integrada, de modo a contribuir para o fortalecimento da capacidade de planejamento e gestão do setor água, especialmente nas regiões menos desenvolvidas do país.

De acordo com CENAD (2014), a parte mais ao sul da região Sudeste, em virtude do fato de ser a de maior desenvolvimento econômico e maior contingente populacional do país, apresenta grande vulnerabilidade a desastres, tais como inundações, alagamentos e enxurradas, com grande risco de ocorrência de danos econômicos e sociais. Desde 2012, os estados de São Paulo e Rio de Janeiro vêm se confrontando com uma situação de escassez/crise hídrica, onde as pressões de demanda pelo uso da água para objetivos e usuários distintos cresceram muito e as dificuldades inerentes à resolução desses conflitos exigem soluções institucionais urgentes (FERREIRA, 2015).

Segundo Barbosa (2011), existe um problema grave de falta de água no manancial que abastece o município de Niterói, que de acordo com PNUD (2013) possui o maior Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) do Estado do Rio de Janeiro. Esta afirmação é corroborada em ANA (2016), que aponta a necessidade de ampliação do sistema de abastecimento de água dos municípios de Niterói, São Gonçalo e Itaboraí. UFF/FEC (2010) apontam que se for considerada a implantação do Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro (COMPERJ), complexo industrial da Petrobras, serão necessárias alternativas que viabilizem o aumento da disponibilidade hídrica nesta região.

Com foco na questão da sustentabilidade deste recurso natural, a Universidade Federal Fluminense (UFF), com o apoio da Fundação Euclides da Cunha (FEC), participou e foi vencedora da segunda edição da seleção pública do Programa Petrobras Ambiental, em 2006, para a área temática “Água: Corpos d’Água Doce e

Mar”. O projeto vencedor pela UFF, intitulado “Planejamento Estratégico da Região Hidrográfica dos Rios Guapi-Macacu e Caceribu-Macacu”, ou ainda “Projeto Macacu”, teve por objetivo principal propor o aumento da disponibilidade hídrica na região através do estudo de eixos alternativos para projetos de barramentos. Em 2012, em virtude de um convênio firmado entre a Petrobras e a Secretaria de Estado do Ambiente do Rio de Janeiro (SEA), foram contratados serviços de levantamento topográfico para a região estudada pelo Projeto Macacu. O convênio foi firmado em atendimento ao condicionante do licenciamento ambiental que visava aumentar a disponibilidade hídrica em $5,00 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ nas regiões de impacto direto e indireto do COMPERJ.

O presente trabalho buscou, em função dos condicionantes ambientais estabelecidos pela SEA, sugerir novas dimensões hidráulicas para o eixo definido no âmbito do Projeto Macacu, denominado Eixo Guapi-Açu Jusante. Esta pesquisa foi elaborada tendo em vista as perspectivas de desenvolvimento das barragens como solução para garantir a oferta de água para o abastecimento humano, tal como preconizado no PNSH.

2 | METODOLOGIA

Dentre os eixos de barramentos estudados por UFF/FEC (2010), aquele apontado como solução para o déficit hídrico dos municípios de Niterói, São Gonçalo e Itaboraí, foi o Eixo Guapi-Açu Jusante, cujo reservatório se situaria no nível d'água máximo normal igual a 23,75 m. A localização do eixo estudado com delimitação das áreas a serem inundadas, bem como as construções passíveis de serem atingidas pelo enchimento do reservatório estão relacionadas na Figura 1 e na Tabela 1, respectivamente.

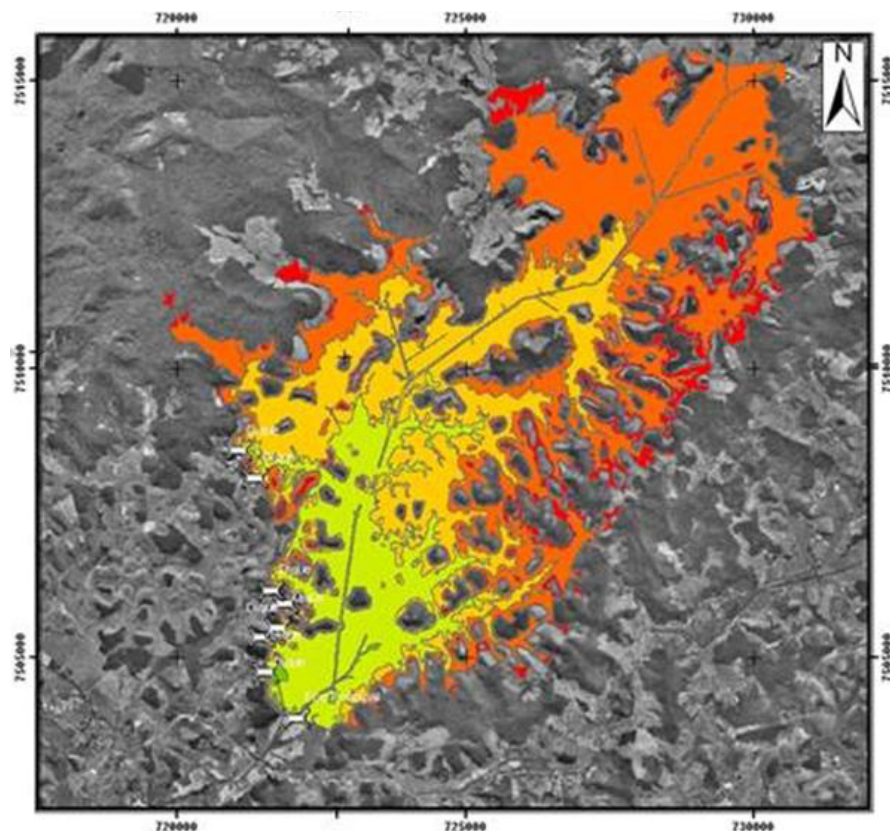


Figura 1 – Áreas possivelmente inundadas pelo Eixo Guapi-Açu Jusante (Fonte: UFF/FEC, 2010)

Cotas de Inundação (m)	Nº de Construções Afetadas	Nº de Construções Afetadas Acumulado
até 5	0	0
De 5 até 10	0	0
De 10 até 15	119	119
De 15 até 20	258	377
De 20 até 30	494	871
De 30 até 40	132	1003

Tabela 1 - Construções atingidas diretamente pelo Eixo Guapi-Açu Jusante (Fonte: UFF/FEC, 2010).

No âmbito do convênio firmado entre a Petrobras e a SEA, foram definidos os critérios de aumento da disponibilidade hídrica em $5,00 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, nas regiões de impacto direto e indireto do empreendimento COMPERJ, bem como o limite de 19,00m para a cota de elevação do nível máximo da água no reservatório, de modo reduzir o menor número de construções afetadas.

UFF/FEC (2010) definiram a vazão $Q_{7,10}$, mínima de 7 dias de duração e 10 anos de tempo de recorrência, como sendo igual a $3,20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Tendo em vista que a vazão máxima outorgável disponível para uso da água (VMO), segundo os critérios do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), órgão gestor dos recursos hídricos no Estado do Rio de Janeiro, é representada pela metade da vazão $Q_{7,10}$, a VMO no local do

barramento foi definida em $1,60 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Logo, o reservatório a ser formado deveria possibilitar uma regularização de $6,60 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ($1,60 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1} + 5,00 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), para o aumento da demanda hídrica pretendida pela SEA.

Com base na vazão de atendimento e na restrição da cota de inundação, o volume útil do reservatório foi estimado a partir da formulação do método da simulação proposto por McMahon & Mein (1978), partindo da condição inicial de reservatório cheio e com base na série histórica de vazões médias mensais, extraída de UFF/FEC (2010), e referente ao período de janeiro de 1932 a dezembro de 2007. Foram realizadas várias simulações buscando variar a capacidade de armazenamento do reservatório para atender a uma confiabilidade de até 95% no tempo, ou seja, com até 5% de falha no atendimento à demanda de água, como preconizado por McMahon *et al.* (2007). Para o cálculo do volume útil e das vazões regularizadas, foi utilizada a planilha eletrônica desenvolvida por HORA *et al.* (2010).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos cálculos para estimativa do volume útil encontram-se consolidados na Tabela 2.

Falha no Atendimento à Demanda de Água	Sem falha	1,0%	2,0%	3,0%	3,5%
Volume Útil (10^6 m^3)	262,0	203,0	110,0	55,60	44,20
Cota do Nível d'Água para o Volume Total (m)	25,37	24,97	23,16	19,92	19,00

Tabela 2 – Variação do volume útil em função da falha no atendimento à demanda de água (Fonte: Rocha e Miranda Neto, 2013)

Tendo em vista a restrição de inundação na cota 19,00 m, em função dos aspectos sociais e ambientais de uso e ocupação do solo e custo social de relocação de população residente a ser atingida pelo futuro reservatório, admitiu-se que a cota do nível d'água máximo normal do reservatório corresponde a esta elevação. Assim, a partir do valor do volume útil calculado, foram simuladas falhas no atendimento à demanda de água para o abastecimento humano, variando entre 1,0% a 3,5%, com a finalidade de reduzir o volume e, conseqüentemente, o nível d'água máximo normal. Foi selecionada a falha de 3,5%, que representa a menor no tempo no qual o espelho d'água não atinge a cota de restrição, ou seja, a vazão regularizada que atenderia a demanda do abastecimento humano em 96,5% do tempo, superior ao recomendado por McMahon *et al.* (2007). O volume útil para esta condição resultou em $44,2 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Já no âmbito do Projeto Macacu, UFF/FEC (2010) definiram a vazão $4,65 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ para o atendimento à demanda futura por água, sem computar o abastecimento do COMPERJ. O reservatório deveria possibilitar uma regularização igual a $7,85 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

($4,65 \text{ m}^3.\text{s}^{-1} + 3,20 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$), considerando a totalidade da vazão Q7,10. Para tanto, foi considerado que o reservatório deveria ter uma cota de restrição na elevação 25,00 m, em função da quantidade de construções diretamente atingidas. Das simulações realizadas, resumidas na Tabela 3, foi possível definir o nível d'água máximo normal do reservatório na cota 23,75m, com volume útil de $233,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ e falha de 2,0%.

Falha no Atendimento à Demanda de Água	Sem falha	1,0%	2,0%	3,0%	4,0%
Volume Útil (10^6 m^3)	448,0	354,0	233,5	151,0	80,00
Cota do Nível d'Água para o Volume Total (m)	31,39	28,34	23,75	20,18	16,82

Tabela 3 – Projeto Macacu: variação do volume útil em função da falha no atendimento à demanda de água (Fonte: UFF/FEC, 2010)

Dos resultados apresentados, observa-se que a diferença mais significativa entre ambos os projetos hidráulicos reside no critério de definição das vazões regularizadas. Apesar da vazão de atendimento à demanda considerada neste estudo de $5,0 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$ ser maior do que a do Projeto Macacu ($4,65 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$), a aplicação do conceito de VMO do INEA possibilitou a regularização de uma vazão menor ($6,60 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$), com falha de atendimento de 3,5%. Já nos estudos desenvolvidos por UFF/FEC (2010), a adoção do valor integral da vazão Q7,10 ($3,20 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$), resultou em uma vazão regularizada maior ($7,85 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$), com falha de atendimento de 2,0%. A distinção de critérios justifica os resultados diferentes entre valores de volume útil.

Porém, o presente estudo estimou o aumento da disponibilidade hídrica para jusante da barragem a partir dos condicionantes da SEA (cota de inundação 19,00 m e demanda de $5,00 \text{ m}^3.\text{s}^{-1}$), com maior falha de atendimento à demanda sem, entretanto, prejudicar o conceito da VMO.

4 | CONCLUSÃO

O conceito de segurança hídrica envolve, entre outros fatores, a questão do fornecimento de água em quantidade e qualidade suficientes para a população, além do controle de cheias. Em um panorama de escassez hídrica, a prioridade é o abastecimento humano. Neste contexto, alternativas que possibilitem a ampliação do sistema de abastecimento de água devem ser analisadas.

A crise hídrica no Brasil está se agravando notavelmente nos últimos anos. Exemplo disso são os municípios do Estado do Rio de Janeiro, com destaque para Niterói, São Gonçalo e Itaboraí. Neste cenário, a barragem do Eixo Guapi-Açu Jusante é uma alternativa para aumentar a disponibilidade de água nestes municípios, minimizando os efeitos da falta de água já observados.

Além disso, a questão do controle de cheias é importante, principalmente no

caso do Estado do Rio de Janeiro, pois o controle das vazões defluentes, através de barramentos com reservatórios de regularização, pode ser caracterizado como um benefício adicional para uma população que já sofre com inundações e cheias frequentes. Por outro lado, as atividades de operação e manutenção das estruturas hidráulicas de uma barragem devem ser rigorosamente monitoradas e vistoriadas.

REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas. **Termo de Referência do Plano Nacional de Segurança Hídrica – Critérios, Seleção e Detalhamento de Intervenções Estratégicas**. Agência Nacional de Águas (ANA). Brasília, DF, 2013, 47p.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Atlas Brasil – Abastecimento Urbano de Água. Avaliação entre Oferta / Demanda para os Municípios de Niterói, São Gonçalo e Itaboraí**. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=7&mapa=diag>>. Acesso em: 25 nov. 2019.

ÁGUA ONLINE. **Declaração de Haia – Água Online**. Disponível em: www.aguaonline.com.br/edicoes_antigas/1-edicao/declaracao.doc. Acesso em: 25 nov. 2019.

BARBOSA, A.T.S. **Avaliação da Sustentabilidade da Participação da Iniciativa Privada nos Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário Aplicada ao Município de Niterói – RJ**. 127f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ. 2011.

BRASIL. **Aviso de Manifestação de Interesse. Acordo de Empréstimo nº 8074-BR - Banco Mundial**. Presidência da República. Diário Oficial da União, nº 216, 6 nov., Seção 3. Brasília, 2013. p. 212.

CENAD. **Anuário brasileiro de desastres naturais: 2013**. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD). Brasília, DF. 106p, 2014.

FERREIRA, M.S. A terceira “transposição” de águas da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul: um conflito federativo em meio à escassez hídrica. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v.9 (1), pp. 7-34, 2015.

HORA, A.F.; HORA, M.A.G.M.; NORONHA, G.C.; MARQUES, E. Operação de Reservatórios com a Consideração de Falhas no Atendimento da Vazão de Demanda. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE HIDRÁULICA, 24, 2010, Punta del Este, **Anais...**, Punta del Este: IAHR, 2010. p. 1-9.

HORA, M.A.G.M.; LEGEY, L.F.L. Water resource conflict in the Amazon region: Hydropower generation and multiple-use water systems in the Tocantins and Araguaia river basins. **Journal of Water Resource and Hydraulic Engineering**, v. 4 (3), pp. 229-235, 2015. Doi: <https://doi.org/10.5963/JWRHE0403002>.

McMAHON, T.A.; MEIN, R.G. **Reservoir Capacity and Yield**. Elsevier Scientific Publishing Company, 1978. 213p.

McMAHON, T.A.; VOGELB, R.M.; PEGRAMC, G.G.S.; PEEL, M.C.; ETKINB, D. Global streamflows – Part 2: Reservoir storage–yield performance. **Journal of Hydrology**, v. 347 (3-4), pp. 260-271, 2007. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2007.09.021>.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal Brasileiro**. Série do Desenvolvimento Humano no Brasil 2013. Brasília, DF. 96p. 2013.

ROCHA, M.A.G.H.; MIRANDA NETO, M.I. Dimensionamento das Estruturas Hidráulicas da Barragem do Eixo Guapi-Açu Jusante, Localizada no Rio Guapi-Açu, Estado do Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20, 2013, Bento Gonçalves, **Anais...**, Bento Gonçalves: ABRH, 2013. p. 1-8.

UFF/FEC. Universidade Federal Fluminense/Fundação Euclides da Cunha. **Planejamento Estratégico da Região Hidrográfica dos Rios Guapi-Macacu e Caceribu-Macacu**. Relatório. Niterói, RJ, 2010. 544p. Disponível em: <www.projetomacacu.uff.br/>. Acesso em: 25 nov. 2019.

VEYRET, Y. **Os Riscos: O homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007. p. 23- 25.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultura 50, 52, 60

Água 6, 7, 21, 24, 31, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 52

Ambiente 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 27, 40, 42, 43, 44, 48, 50, 52, 57, 60, 61, 76, 78, 81, 82, 84, 85, 101, 103, 104, 105, 107, 109, 110

B

Banco Mundial 42, 47, 77, 88

Brumadinho 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 52, 61

C

Cartão de pagamento de defesa civil 63, 64, 67, 69, 72, 73

Comunicação 31, 49, 50, 51, 53, 57, 58, 59, 60, 61, 85, 102, 104

Comunidade científica 54

Conflito 40, 47

Construção civil 100, 101, 102, 110, 111

Crise hídrica 41, 42, 46

D

Defesa Civil 16, 17, 20, 22, 23, 25, 27, 39, 51, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 98

Desabamentos 22

Desastre ambiental 3, 5, 6, 7, 12, 13, 49, 50, 51, 52, 53, 60

Desastres naturais 17, 26, 27, 30, 39, 47, 59, 62, 75, 88

Desenvolvimento nacional 4, 5, 6, 13

E

Eficiente 38, 76, 78, 87, 92, 110

Empresários 101

EPIs 105, 106, 107, 110

Escorregamento 24, 29

Estado 3, 4, 5, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 21, 23, 26, 28, 29, 31, 40, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 52, 55, 57, 62, 63, 64, 65, 66, 71, 72, 73, 74, 76, 79, 80, 83, 87, 89, 91, 98

G

Geomorfologia 16, 24, 34, 37, 112

Geoprocessamento 28, 30, 31

Gestão de voluntários 75

Grande Aracaju 16, 18, 19, 20, 21, 22, 26, 27

I

Inundações 18, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 40, 41, 42, 47, 77

M

Minas Gerais 5, 8, 11, 52

Modelagem 92, 104, 105

Modelo de leitura 51

Modelo Digital de Terreno 32

O

ONU 4, 14, 77, 78, 88

P

Perigos 55, 77, 100, 101, 102, 103, 105, 106, 107, 108, 109, 110

Prejuízo humano 90

Projetos de gestão 50

Proteção individual 103

R

Recursos federais 63, 68, 69, 73

Redução de risco 64

Região Sudeste 30

Rio de Janeiro 14, 27, 28, 29, 31, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 81, 82, 83, 87, 88, 89, 90, 91, 98, 99

S

SAMU 89, 90, 91

Seca 40, 52, 55

Segurança 28, 39, 40, 41, 42, 46, 47, 53, 54, 55, 58, 60, 63, 75, 79, 87, 88, 89, 93, 100, 101, 102, 103, 105, 106, 108, 110, 111

T

Transporte rodoviário 90

 **Atena**
Editora

2 0 2 0