



UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
MESTRADO PROFISSIONAL EM DEFESA E SEGURANÇA CIVIL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

ALEXANDRE SILVEIRA DE SOUZA

**A GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES POR COLAPSO NO SISTEMA
GUANDU, AFETANDO O ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL NA
REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO**

NITERÓI

2019

ALEXANDRE SILVEIRA DE SOUZA

**A GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES POR COLAPSO NO SISTEMA
GUANDU, AFETANDO O ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL NA
REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO**

Trabalho de Conclusão na modalidade dissertação apresentado ao Curso de Mestrado Profissional em Defesa e Segurança Civil da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre em Defesa e Segurança Civil. Área de concentração: Planejamento e Gestão de Eventos Críticos. Linha de Pesquisa: Desastres mistos.

Orientador:

Prof. Dr. Airton Bodstein de Barros, D.Sc

NITERÓI

2019

ALEXANDRE SILVEIRA DE SOUZA

**A GESTÃO DE RISCOS E DESASTRES POR COLAPSO NO SISTEMA
GUANDU, AFETANDO O ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL NA
REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO**

Trabalho de Conclusão na modalidade dissertação apresentado ao Curso de Mestrado Profissional em Defesa e Segurança Civil da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre em Defesa e Segurança Civil. Área de concentração: Planejamento e Gestão de Eventos Críticos. Linha de Pesquisa: Desastres mistos.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Airton Bodstein de Barros, D.Sc

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos que, incansavelmente, buscam soluções para salvar vidas e reduzir o impacto dos desastres.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus pela possibilidade de viver e de salvar;

À minha família, por todos os momentos de ausência, mesmo fisicamente estando presente, vocês foram fundamentais para prosseguir. Amo vocês!

Ao meu Comandante, Cel BM Leandro Sampaio Monteiro, por acreditar e oportunizar fazermos a redução de riscos de desastres em nosso Estado.

Aos meu ex-comandante, Cel BM Hess, por incentivar a todos os integrantes da SEDEC-RJ a buscar novos horizontes de conhecimento, aliando o crescimento e desenvolvimento institucional, com a qualidade técnica e valorização do capital humano.

Ao meu Ex-comandante Cel BM Lucente, por ter me dado oportunidade de viver defesa civil, me guiando nos primeiros passos rumo à luz do conhecimento acadêmico;

Ao Professor Júlio Cesar Antunes (CEDAE e comitê Guandu) e professora Franziska (UFRRJ e comitê Guandu), pela atenção e pelo carinho.

Aos meus amigos de luta da SEDEC-RJ/ CBMERJ, por tantos sorrisos e lágrimas diárias;

À minha turma de Mestrado, que conseguiu fazer o tempo passar de forma ainda mais prazerosa, deixando permanente o sentimento de amizade e respeito;

Aos professores do Mestrado, por conduzirem a troca de experiências e conhecimento no ambiente acadêmico, de forma positiva e engrandecedora.

Saímos todos modificados, de alguma forma;

Ao Professor Dr. Airton Bodstein, meu orientador, por todo o incentivo, apoio e paciência, direcionados à viagem científica deste desafio do mestrado profissional.

“Um galo sozinho não tece a manhã: ele precisará sempre de outros galos. De um que apanhe esse grito que ele e o lance a outro: de outro galo que apanhe o grito que um galo antes e o lance a outro; e de outros galos que com muitos outros galos se cruzam os fios de sol de seus gritos de galo para que a manhã, desde uma tela tênue, se vá tecendo, entre todos os galos.

E se encorpando em tela, entre todos, se erguendo tenda, onde entrem todos, se entretendendo para todos, no toldo (a manhã) que plana livre de armação. A manhã, toldo de um tecido tão aéreo que, tecido, se eleva por si: luz balão”.

João Cabral de Melo Neto

RESUMO

A Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) tem como principal fonte de abastecimento de água, o Rio Guandu, que por sua vez, depende do regime hídrico do Rio Paraíba do Sul e da transposição de parte de sua vazão para o sistema Lajes-Guandu, alimentando de água bruta a estação de tratamento de água do Guandu (ETA-Guandu). Estressores naturais e antrópicos podem agredir, de forma súbita ou gradual, esse sistema de abastecimento de água, revelando carências tanto no modelo de gestão, quanto no planejamento para respostas, adotados pelas diversas agências responsáveis pelo enfrentamento deste tipo de evento adverso. Este cenário pode ser agravado, pela escassez de tempo para o restabelecimento do fornecimento de água em relação às necessidades vitais humanas, por não haver sistema de abastecimento alternativo próximo e pela tendência a agravamento de problemas em diversas áreas como saúde, segurança pública, desenvolvimento econômico, entre outros. Sendo assim, esta pesquisa se debruça em analisar a qualidade de preparação dos órgãos governamentais como as defesas civis, a CEDAE, o INEA e os Comitês de Bacia, para uma hipotética ocorrência de escassez hídrica na RMRJ. Propõe-se ainda, uma análise documental dos aspectos do planejamento, de gestão, de desenvolvimento urbano, jurídicos, orçamentários, entre outros, comparando com exemplos positivos e negativos de outros países que sofreram com os efeitos de uma crise hídrica. Desta forma, explicita-se uma perspectiva abrangente quanto ao emprego de soluções preventivas e preparativas para um risco de desastre que se revela cada dia mais presente.

Palavras-chaves: Escassez hídrica, Crise Hídrica, Desastre, Rio Guandu, ETA-Guandu, Água.

ABSTRACT

The Metropolitan Region of Rio de Janeiro (RMRJ) has as its main source of water supply, the Guandu River, which in turn depends on the water regime of the Paraíba do Sul River and the transposition of part of its flow into the Lajes-Guandu, feeding raw water to the Guandu water treatment plant (ETA-Guandu). Natural and man-made stressors can attack, suddenly or gradually, this water supply system, revealing deficiencies in both the management model and the planning for responses, adopted by the various agencies responsible for coping with this type of adverse event. This scenario can be aggravated by the scarcity of time to reestablish water supply in relation to vital human needs, by not having an alternative supply system nearby and by the tendency to worsen problems in several areas such as health, public safety, economic development, among others. Thus, this research focuses on analyzing the quality of preparation of government agencies such as civil defenses, CEDAE, INEA and Basin Committees, for a hypothetical occurrence of water scarcity in the RMRJ. It also proposes a documentary analysis of aspects of planning, management, urban development, legal, budgeting, among others, comparing with positive and negative examples from other countries that have suffered from the effects of a water crisis. In this way, a comprehensive perspective on the use of preventive and preparatory solutions for a disaster risk is revealed, which is becoming more and more present.

Keywords: Water Shortage, Water Crisis, Disaster, Guandu River, ETA-Guandu, Water.

ABREVEATURAS

ABAR – Associação Brasileira de Agências de Regulação

ABIQUIM – Associação Brasileira de Indústrias Químicas

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

AGENERSA – Agência Reguladora de Energia e Saneamento

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

ANA – Agência Nacional de Águas

ANTT Agência Nacional de Transportes

CBMERJ -Corpo de Bombeiros Militar do Estado do Rio de Janeiro

CCO - Centro de controle operacional

CEDAE – Companhia Estadual de água e Esgoto

CEIVAP - Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul

CEIVS - Centros Informações Estratégica de Vigilância em Saúde

CEPERJ - Centro Estadual de Pesquisa e Estatística

CERHI-RJ- Conselho Estadual de Recursos Hídricos –RJ

CESTAD-RJ - Centro de Administração de Desastres

CICC - Centro Integrado de Comando e Controle

CNRH -Conselho Nacional de Recursos Hídricos –

COBRADE -Codificação Brasileira de Desastres

COMDECs – Coordenadorias Municipais de Defesas Cíveis

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente

CPDC – Cartão de Proteção e Defesa Civil

CPRM - Centro de Pesquisas de Recursos Minerais

CREA – Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura

DNER Departamento Nacional de Estradas e Rodagem

DNIT Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes

DNPM - Departamento Nacional de Produção Mineral

DRM – Departamento de Recursos Minerais

EB – Exército Brasileiro

ECP – Estado de Calamidade Pública

EM-DAT - Emergency events database

ESDEC – Escola de Defesa Civil

ETA - Estação de Tratamento de Água

FCA Ferrovia Centro-Atlântica S.A.
FEEMA Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente
FGTS – Fundo de Garantia por Tempo de Serviço
FIRJAN Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
FUNCAP – Fundo de Calamidade Pública
GLO - Garantia da Lei e da Ordem
GOPP - Grupamento de Operações com Produtos Perigosos
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICS – Incident Command System ,
IN – Instrução Normativa
INEA – Instituto Estadual do Ambiente
INMET –Instituto de Metrologia
IQA – Índice de qualidade da água
LOA – Lei Orçamentária Anual
MRS MRS Logística S.A.
MS – Ministério da Saúde
NBR - Norma Brasileira
OMS – Organização Mundial de Saúde
ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico
ONU (WHO) – Organização das Nações Unidas
PCH –Pequena Central Hidrelétrica
PLANCOM -Plano de contingências
PMPDC – Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
PNGRH – Plano Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
PNPDC – Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
PNRH -Política Nacional de Recursos Hídricos –
PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PPA- Plano Plurianual
PRF Polícia Rodoviária Federal
RDC - diferenciado de contratações públicas
RH - Região Hidrográfica
RMRJ – Região Metropolitana do rio de Janeiro
S2Id – Sistema de Informações de Desastres
SCI – Sistema de comando de incidentes,

SCO – Sistema de comando de operações

SE - Situação de emergência

SEAS – Secretaria Estadual do Ambiente E Sustentabilidade

SEDEC-DR – Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil

SEDEC-RJ- Secretaria Estadual de Defesa Civil do Rio de Janeiro

SENASP – Secretaria Nacional de Segurança Pública

SINPDEC – Sistema Nacional de Recursos Hídricos

SISAGUA - Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano

SNGREH - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SUOP – Superintendência Operacional de defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro

UHP - Unidades Hidrológicas de Planejamento

UNISDER – United Nations Office for Disaster Risk Reduction

WHO (OMS) – Organização mundial de saúde

FIGURAS

Figura 1: Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste

Figura 2: Regiões hidrográficas e Regiões de Governo do Estado do Rio de Janeiro

Figura 3: Fase dos grandes sistemas – Captação de água do Sistema Lajes-Guandu para a RMRJ-Séculos XIX e XX

Figura 4: Diagrama topológico do Complexo Hidrelétrico de Lajes/Paraíba do Sul

Figura 5: Representação esquemática do Complexo Hidrelétrico de Lajes/Paraíba do Sul

Figura 6: Captação de água – ETA-Guandu

Figura 7: Esquema ilustrativo de projeto de proteção da captação da ETA-Guandu

Figura 8: Relação entre vazão de consumo e disponibilidade hídrica nas RMRJ – Cenário atual

Figura 9: Relação entre vazão de consumo e disponibilidade hídrica nas RMRJ – Cenário Tendencial (2035)

Figura 10 - Vazões naturais do Rio Paraíba do Sul na barragem de Santa Cecília

Figura 11: Divisão das áreas para estudos contingenciais setorizados

Figura 12: Principais fragilidades nas bacias e rios que geram impacto na RHII

Figura 13: Categorias de severidade das consequências dos cenários acidentais para o abastecimento público.

Figura 14: Índice de atendimento com rede de água - Sistema Guandu/Lajes/Acari

Figura 15: Nível de serviço e quantidade de água obtida

Figura 16: Tabela de potencialidades médias de água subterrânea do Estado do Rio de Janeiro

Figura 17: Tabela de distribuição de poços cadastrados por região hidrográfica do Estado do Rio de Janeiro.

Figura 18: Localização dos poços outorgados no Estado do Rio de Janeiro pelo INEA (com base em imagem *Google Earth*).

Figura 19: Localização de 1.615 poços tubulares profundos catalogados pelo Projeto Rio de Janeiro (CPRM, 2000) (com base em imagem *Google Earth*)

Figura 20: Tabela estimativa de exploração de águas Subterrâneas (m³/s) no Estado do Rio de Janeiro

Figura 21: Tabela de vazões médias encontradas em poços perfurados no sistema cristalino, divididas por regiões hidrográficas.

Figura 22: Tabela de dessalinização em números, segundo a *International Desalination Association* até 2015

Figura 23: Tabela dos 10 países que lideram em capacidade a instalação de dessalinização

QUADROS

Quadro 1: Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro

Quadro 2: População estimada da RMRJ atendida somente pelo sistema de abastecimento do Lajes/Guandu/Acari

Quadro 3: Vazões produzidas pelo sistema integrado Gandu /Lajes/ Acari em relação ao atendimento por demanda populacional

Quadro 4: Instituições e respectivos planos pesquisados

Quadro 5 – Comprometimento de sistemas e serviços e os efeitos sobre a saúde humana

Quadro 6 - Nível operacional em relação a característica do cenário com base no plano de contingência para abastecimento de água (Guandu) - Comitê Guandu (2015)

Quadro 7 - Níveis de cenários para enfrentamento e caracterização da crise hídrica

Quadro8: Fluxograma principal de acionamento e procedimentos associados

Quadro 9: Classificação do Desastre: Cenário hipotético “Escassez hídrica na região metropolitana do Rio de Janeiro - RMRJ por paralisação duradoura da estação de tratamento do Guandu

Quadro 10: Patamares de Escassez hídrica

Quadro 11: Valores “percapta” em função das faixas populacionais urbanas

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	17
1.1.CONSIDERAÇÕES INICIAIS	17
1.2. PROBLEMA	20
1.3. OBJETIVOS	20
1.3.1. Objetivo Geral	20
1.3.2. Objetivos Específicos	20
1.4. DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	21
1.5. RELEVÂNCIA DO ESTUDO	22
1.6. ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO	22
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA – BASES LEGAIS E RESPONSABILIDADES	24
2.1. A CONSTITUIÇÃO BRASILEIRA DE 1988	24
2.2. A POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS: A LEI DAS ÁGUAS	25
2.3. A POLÍTICA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL	27
2.4 QUALIDADE DA ÁGUA:	32
2.5. O ESTADO DO RIO DE JANEIRO NO CONTEXTO DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS	35
3. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO: A IMPORTÂNCIA DA BACIA DO GUANDU NO ABASTECIMENTO HÍDRICO DA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO	40
3.1. HISTÓRICO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO	41
3.2. O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO NOS DIAS ATUAIS	47
3.2.1. O Sistema Imunana-Laranjal	49
3.2.2. O Sistema Integrado Guandu/Lajes/Acari	50
3.2.2.1 O Sistema Acari	51
3.2.2.2. O Sistema Lajes/ Guandu	51
3.3 A ETA GUANDU	56
3.4 A BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL E A ESCASSEZ HÍDRICA DA RMRJ	58
4. MATERIAIS E MÉTODOS	62
5. RESULTADOS E ANÁLISES	65
5.1. PLANOS DE CONTINGÊNCIAS	66
5.1.1 Análise Quantitativa	68
5.1.2. Análise Qualitativa	70
5.1.2.1 Comitê Guandu - Plano de contingência para abastecimento de água (Guandu)	73
5.1.2.2. Plano de contingências adotado pela CEDAE	75
5.1.2.3. SEDEC –RJ - Plano de contingências para crise hídrica	77

5.1.2.4. ABIQUIM – Guia para elaboração de plano de contingências para a crise hídrica	78
5.1.2.5. Planos de Contingências municipais	78
5.2. ESTABELECIMENTO DOS CENÁRIOS	79
5.2.1 Análise das ameaças, vulnerabilidades e estimativa dos riscos.	80
5.2.2. Cenários na perspectiva das ameaças	81
5.2.3 Cenário de desastre na perspectiva dos impactos e consequências	86
5.3 GESTÃO DE RISCOS - PREVENÇÃO E PREPARAÇÃO	89
5.3.1 Níveis Operacionais	89
5.4 – GESTÃO DE DESASTRES- RESPOSTA, MITIGAÇÃO, RECUPERAÇÃO E REMEDIAÇÃO	92
5.4.1. Sistema de Gerenciamento de Desastres	96
5.5. A CLASSIFICAÇÃO DO EVENTO ADVERSO “ESCASSEZ DE ÁGUA POTÁVEL NA RMRJ” COMO DESASTRE	98
5.5.1. Classificando o desastre “escassez hídrica”	99
5.6 QUANTIDADE MÍNIMA DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO DA RMRJ EM RELAÇÃO AO TEMPO DE RESISTÊNCIA A ESCASSEZ NA RMRJ	102
6. DISCUSSÕES E RECOMENDAÇÕES	108
6.1. A GESTÃO GLOBAL E INTEGRADA DO DESASTRE “ESCASSEZ HÍDRICA” NA RMRJ	108
6.1.1. Dos mecanismos preventivos	109
6.1.2. Dos Mecanismos Preparativos	117
6.2. OUTRAS SOLUÇÕES	124
7. CONCLUSÃO	147
BIBLIOGRAFIA	152

1. INTRODUÇÃO

1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A água é necessária em todos os aspectos para a vida do planeta Terra, sendo vital para o organismo humano, indispensável à preservação e sobrevivência dos ecossistemas terrestres, importante para o equilíbrio climático, mas também é motivo de interesses e conflitos diversos.

Embora baseada em aspectos científicos restritos e de grau empírico de pesquisas, a teoria das necessidades de Maslow ainda é muito difundida, expondo as necessidades humanas de forma hierárquica e graficamente em forma de pirâmide, tendo em sua base primária essencial para a vida, as demandas fisiológicas como, por exemplo, o consumo de ar e água e outros instintos, atrelados à existência física, comum aos animais (ROBBINS, 2002) e (SAMPAIO, 2005).

Sendo assim, verifica - se a importância da água para diversas atividades humanas tais como o consumo direto para necessidade fisiológica básica, utilização doméstica e pessoal, como higiene e cocção de alimentos, piscicultura, transporte, agricultura, pecuária, produção de energia elétrica, atividade industrial entre outras.

Em outro aspecto, Oliveira (2009) destaca que o conceito de segurança Humana, oriundo de uma mudança de paradigma que evoluiu desde a guerra fria até os anos 90, onde a concepção militar de segurança territorial do Estado foi sendo dissolvida pelo conceito de segurança focada no indivíduo.

Nessa lógica, o autor cita o relatório do PNUD (1994), onde é explicitado que a sensação de insegurança das pessoas é mais relativa ao cotidiano que a cataclismos propriamente ditos e mostra dois aspectos principais sobre a segurança humana que são: “[...] manter as pessoas a salvo de ameaças crônicas como a fome, as doenças, a repressão [...]e protegê-las de mudanças súbitas e nocivas nos padrões da vida cotidiana, por exemplo, das guerras, dos genocídios e das limpezas étnicas[...]” (PNUD ,1994 *apud* OLIVEIRA, 2009)

Diferentemente da teoria de Maslow que indica as necessidades humanas, o referido relatório do PNUD (1994) identifica as seguintes

dimensões de segurança humana: econômica, relativa ao mercado de trabalho e à capacidade de consumo; alimentar, relativo à má distribuição social dos alimentos; sanitária – epidemias, doenças falta de água potável, acidentes de trânsito, entre outros; ambiental, relativo à degradação do ecossistema, poluição do ar e da água (escassez de água), destacando ser esta última, possível razão para futuros conflitos étnicos e políticos; pessoal, relativo à todo tipo de violência física contra o indivíduo; Comunitária, relativo à identidade cultural, valores de família e de grupos representativos em comunidade e política, relativa aos direitos humanos. (PNUD,1994, *apud* OLIVEIRA 2009).

Valêncio (2009b) destaca que os desastres envolvendo a escassez ou o excesso de águas são os que mais preocupam, pois repercute de forma negativa sobre a produção agrícola, o consumo de água, a saúde pública entre outros.

Segundo Rebouças (2002), estima-se que o volume de **água** no planeta **Terra** (grifo nosso) é de 1, 286 bilhões de Km³ e tem permanecido constante nos últimos 500 milhões de anos. A água Salgada predomina com 97,5%, localizada em mares e oceanos e 2% em geleiras e nas calotas polares, portanto intocáveis, restando apenas entorno de 0,78% de água doce para aproveitamento, estando localizado em rios, lençóis freáticos entre outros e que, dependendo de sua posição no ciclo hidrológico e da poluição e consequente grau de degradação, podem ser desconsiderados para a sobrevivência.-

No último século, a população mundial cresceu em três vezes, enquanto a demanda total de água aumentou em seis vezes (TUCCI, 2009), acelerando a escassez e aumentando a poluição, devido a atividades antropogênicas, como o aumento da atividade industrial, de uso de agrotóxicos, do uso inadequado dos solos e mananciais e ainda retornando a água ao ambiente com qualidade inferior aos corpos d'água de origem.

De acordo com Freitas (1999), o Brasil possui cerca de 12% do total de água doce superficial disponível no planeta, sendo que 80% se encontra na Amazônia, existindo ainda em parte de seu território, o Aquífero Guarani, considerada a maior reserva de água doce subterrânea, com 1,2 milhões de quilômetros quadrados.

Porém, nem toda água doce no Brasil é potável, principalmente pelos motivos de contaminação e poluição. Para atender aos padrões de potabilidade definidos pela portaria MS nº518/04 do Ministério da Saúde, considera-se água potável como “água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde”. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2004).

A Região Sudeste é a mais industrializada do Brasil e a mais populosa, logo, a demanda direta de consumo humano de água potável é grande para satisfazer suas necessidades básicas. Mas a oferta vem sendo reduzida e os riscos ambientais e de saúde associados a uma possível escassez de água se explicitam a cada desastre em barragens, a cada derramamento de produto nos mananciais, ou em períodos extensos de estiagem. (GIORI, 2011).

O Rio Tietê e o Paraíba do Sul são exemplos de como as águas doces são mal tratadas ou geridas com pouca eficiência de sua origem a sua foz necessitando de melhores estudos, projetos, ações e políticas públicas adequadas e integradas (SENADO FEDERAL,2012).

É nesse íterim que destacamos o papel e a importância do Guandu, rio que abastece a maior parte da RMRJ, sofre com a acentuada poluição devido à atividade industrial e despejo de esgoto ao longo de seu curso e de seus afluentes gerando custos operacionais crescentes pela Companhia Estadual de Água e Esgoto – CEDAE, a fim de tornar a água própria para consumo humano. (INEA, 2001).

Não bastasse as dificuldades sistêmicas e de gestão, ainda existe a probabilidade da RMRJ sofrer impactos de escassez hídrica, seja por colapso estrutural do sua mais importante Estação de Tratamento de Águas, por contaminação de mananciais, ou ainda pela falta de água bruta ou ainda pelo cometimento de ações antrópicas acidentais ou intencionais.

Por esses exemplos acima, identificamos a importância de analisarmos problemas dos rios por bacia hidrográfica, de forma sistêmica e ainda integrada a outras bacias.

1.2. PROBLEMA

Um cenário de efeito caótico de crise por escassez hídrica, pode se estabelecer na RMRJ se, por algum motivo, houver a paralisação da oferta de água potável para toda a demanda existente nessa região, o que desequilibraria a rotina de um dos Estados mais importantes economicamente do Brasil em diversos aspectos, gerando efeitos colaterais talvez irreparáveis, de acordo com a duração da crise.

Ações planejadas de contingenciamento, produzidas por múltiplas agências, devem ser tomadas de forma eficiente e em caráter emergencial, visando inclusive, à preservação da vida e necessidades básicas humanas, durante o período de ocorrência do colapso de abastecimento hídrico.

Há uma série de fatores que expõem ao risco os mecanismos de tratamento e abastecimento de água na RMRJ e a percepção de risco por parte da sociedade acerca desta problemática, não possui notoriedade merecida.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo Geral

Estabelecer uma visão acerca da possibilidade de escassez do abastecimento de água potável na Região Metropolitana do Rio de Janeiro causada por contaminações diversas, acidente estrutural, ato intencional, escassez natural de água bruta para tratamento ou má gestão das águas da Bacia do Rio Guandu, identificando alternativas que minimizem os impactos adversos de uma ocorrência desta magnitude.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Estabelecer hipóteses de cenários causadores de colapso no abastecimento de água potável na RMRJ;
- Identificar as principais ameaças, vulnerabilidades e impacto a ser gerado em termos de danos e prejuízos, bem como as suscetibilidades

estruturais, sociais, sistêmicas e jurídicas que possam potencializar este tipo de evento;

- Verificar a existência de projetos para mitigação e resposta, planos de contingência e recuperação, para o caso de um colapso de abastecimento de água na RMRJ, bem como quais órgãos os possuem, realizando análise qualitativa;
- Caracterizar e tipificar a ocorrência em tela, de acordo com a Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE);
- Mensurar o tempo necessário para o retorno do abastecimento de água, considerando a demanda hídrica; a capacidade de resiliência da população e dos serviços essenciais da região; e a capacidade de resposta sistêmica pelos órgãos responsáveis;
- Analisar Projetos preventivos e preparativos existentes para a segurança e qualidade Hídrica desta Bacia;
- Sugerir ações alternativas para a redução dos riscos do desastre por escassez hídrica na RMRJ bem como para o enfrentamento dos efeitos nocivos desta ocorrência, demonstrando soluções adotadas por outros países.

1.4. DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Este estudo tem o foco e a delimitação debruçados ao entendimento acerca do abastecimento de água da RMRJ e do funcionamento da Bacia do Rio Guandu, realizando uma análise de impacto aos corpos receptores presentes na área de abrangência desta bacia hidrográfica, em virtude de uma possível ocorrência de um evento adverso que origine escassez de água potável para utilização habitual desta população, bem como, destrichar as medidas contingências existentes para este caso e as responsabilidades de aplicação de medidas mitigadoras, de resposta e de recuperação.

1.5. RELEVÂNCIA DO ESTUDO

Considerou-se para este estudo que a RMRJ possui grande importância sócio econômica, e que, segundo estimativa do IBGE(2018), sua população é de 13 milhões habitantes, aproximadamente 70% do total do estado do Rio de Janeiro (RJ), sendo consumidora direta ou indireta das águas da bacia do Rio Guandu.

Sendo a água uma conexão fundamental para diversos aspectos de sobrevivência do ser humano (HORA *apud* ROCHA E HORA, 2016), dá-se destaque para a análise dos mecanismos que potencializam riscos à potabilidade da água ou até mesmo à sua oferta.

Conseqüentemente, se faz relevante identificar as providências a serem tomadas pelos vários órgãos e atores sistemicamente corresponsáveis, seu grau de preparação para o enfrentamento de uma situação adversa desse tipo explicitado, pesquisar e sugerir novas soluções , tecnologias e planejamentos para atenuação dos efeitos perversos que um cenário de escassez de oferta de água potável pode trazer para a vida humana , meio ambiente bem como aos prejuízos vultosos de aspecto social e econômicos públicos e privados.

1.6. ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO

A organização estrutural deste estudo é composta por pesquisa bibliográfica contextual, estudo de campo com visita aos órgãos e entidades afins à bacia do Rio Guandu, exposição de resultados e análise dos dados obtidos e do material adquirido como discussões e recomendações, apresentados na forma de capítulos.

No capítulo 1 são apresentados os aspectos introdutórios acerca da importância da água potável para a vida no planeta, sua localização, utilização, aspectos predatórios como a poluição e a contaminação, a diminuição da oferta e o aumento da demanda, a contextualização sobre a água na região sudeste do Brasil, a importância da Bacia do Rio Guandu para a RMRJ, objetivos e relevância do estudo e sua organização estrutural.

No Capítulo 2 é realizado um embasamento conceitual para o presente estudo, descortinando a fundamentação teórica a ser adotada acerca das

bases legais, responsabilidades, qualidade da água e ainda explicitando-se o conceito de bacias hidrográficas, contextualizando as regiões hidrográficas do RJ em relação ao país e a região sudeste, enfatizando as correspondentes à bacia do Rio Guandu e da Baía de Guanabara, objetos deste estudo.

No capítulo 3 é realizada a caracterização do objeto de estudo, destacando a importância da bacia do Guandu no abastecimento hídrico da RMRJ, bem como a evolução do abastecimento urbano nesta região; a transposição de águas entre as bacias do Rio Paraíba do Sul e Rio Guandu; e o mecanismo de funcionamento do sistema Guandu desde a transposição até a Estação de Tratamento de Água do Guandu – ETA Guandu.

No Capítulo 4 são descritos os materiais e métodos necessários ao desenvolvimento desta pesquisa.

No Capítulo 5 são explicitados os resultados onde se analisa a gestão dos riscos de desastres e dos desastres por parte dos órgãos responsáveis pelo enfrentamento ao quadro de escassez hídrica, analisando-se os materiais e mecanismos existentes, tais como planos e projetos e realizando uma projeção analítica de impacto aos possíveis cenários propostos.

No Capítulo 6 são realizadas discussões e recomendações acerca dos resultados obtidos, acrescentando-se experiências de países e cidades que sofreram a crise de escassez hídrica ou adotaram medidas efetivas de caráter preventivo para evitar o problema.

O Capítulo 7 considera-se o fechamento do trabalho, onde as conclusões são expostas de forma reflexiva acerca dos problemas apontados e os resultados obtidos nesta pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA – BASES LEGAIS E RESPONSABILIDADES

Pretende-se descrever neste capítulo os conceitos adotados para este estudo, fundamentando-o de forma técnica, científica, jurídica ou até mesmo etimológica, gerando solidez basal ao desenvolvimento do presente trabalho.

2.1. A CONSTITUIÇÃO BRASILEIRA DE 1988

A constituição brasileira estabeleceu bases jurídicas tanto no aspecto das águas como para desastres, evidenciando um alinhamento à legislação ambiental àquela época (Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981), dando novo conceito à relação meio ambiente e cidadão e atribuindo responsabilidades ao Estado em relação ao ambiente.

Como estabelece ser competência de todos legislar sobre **recursos naturais** (grifo nosso), ao município legislar sobre assuntos de interesse locais suplementando as leis federais e estaduais no que couber, houve margem a existência das leis de recursos hídricos estaduais e até municipais (haja visto ser recurso natural) que concorrem com a legislação federal, exigindo adaptação, caso tenham sido promulgadas antes da lei federal Feichas (2002). Além desses aspectos, a constituição brasileira destaca que:

A União também é responsável pelo planejamento e promoção da defesa das calamidades públicas, especialmente secas e inundações (art. 21, XVIII). Aos três níveis da federação compete: promover programas de construção de moradias e melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico (artigos 21, XX e 23, IX); legislar, proteger e preservar o meio ambiente (artigos 23, VI e VII e 24, VI); legislar e combater a poluição (artigos 23, VI e 24, VI); registrar, acompanhar e fiscalizar a concessão de direito de pesquisa e de exploração de recursos hídricos em seus territórios (artigo 23, XI). (FEICHAS, 2002, P 76)

Vale assim destacar a participação e competência compartilhada dos entes federados no estabelecimento de ações que preservem o meio ambiente e, conseqüentemente às águas, porém, o montante de recursos destinados ou arrecadados pelos municípios, nem sempre é suficiente para a execução de ações realmente eficientes.

No aspecto de desastres, a constituição de 1988 é considerada um marco da modernidade, em comparação com as cartas magnas anteriores,

onde Barreira e Souza (2018) destacam a competência do Corpo de Bombeiros em executar ações de defesa civil, segundo o artigo 144 (Brasil, 1988). Talvez o horizonte de conhecimento e abrangência acerca do tema “desastre” e “ações de defesa civil” não fossem totalmente esclarecidos àquele momento, conforme referência dos dias atuais.

Explicitou-se nessa carta magna, o termo desastre¹ de forma clara e sendo estabelecidos objetivos fundamentais, debruçados sobre “[...]a preocupação com a comunidade e com os direitos à segurança global.” (BARREIRA; SOUZA, 2018).

A competência da União, para ações de resposta são mantidas, principalmente para secas e inundações, o que nos remete à uma necessidade posterior de instrumentos para uma efetiva gestão de recursos hídricos, já que excesso ou escassez de água revelam essa deficiência de caráter sistêmico.

Da Constituição de 1988, foram geradas diversas políticas públicas, de variados vieses, das quais duas delas são de suma importância para o estabelecimento das bases dessa pesquisa: A Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH, Lei 9433 de 08 de Janeiro de 1997 e a atual Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDC, lei 12608 de 10 de Abril de 2012.

Assim, a base teórica jurídica desta pesquisa se limitará à ênfase dos aspectos mais relevantes da Segurança Hídrica e da Segurança Humana, mais especificamente na escassez de água potável, encontrados nas duas leis norteadoras anteriormente destacadas, realizando a ligação de seus aspectos convergentes sobre o tema, já que a falha na gestão de águas gera consequências nefastas que podem ser classificadas como desastres.

2.2. A POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS: A LEI DAS ÁGUAS

Por meio da Política Nacional de Recursos Hídricos², Lei 9433 de 08 de janeiro de 1997, a lei das águas, criou-se o Sistema Nacional de

¹No Brasil, o termo “desastre” em legislações anteriores e até a confecção da carta magna de 1988 era considerado como sinônimo de calamidades, havendo entendimento genérico sobre o tema e ligando-o somente às ações de resposta devido a uma grande crise de consequências impactantes socialmente.

² Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o

Gerenciamento de Recursos Hídricos - SNGREH, delineando aspectos como seus fundamentos, objetivos, diretrizes para implantação, instrumentos, entre outros aspectos.

Este marco Legal estabeleceu arcabouços estratégicos, táticos e operacionais voltados à implantação da gestão integrada dos recursos hídricos (QUEIROZ; BARROS, 2011), salientando, segundo Feichas (2002) que o modelo em vigor de gestão de águas por bacias hidrográficas no Brasil é baseado no modelo francês, utilizando-se a participação de comitês, em investimentos solidários, no estabelecimento de agências executivas e na cobrança, buscando a “[...] racionalização, recuperação e preservação da quantidade e qualidade da água”. (FEICHAS, 2002, P 80).

Um destaque a ser dado nesta citação é que na fundamentação desta lei, estabelece-se a água como um “bem de domínio público”, natural, porém finito, possuindo valor econômico agregado e pertencente a todos, excluindo-se a possibilidade de tratamento como propriedade particular, sendo necessário garantir além das responsabilidades pelo uso e cuidados, a equidade de acesso e uso universal (FEICHAS, 2002).

Outro ponto importante para o contexto deste estudo, se dá na hierarquização para a utilização da água em caráter emergencial, de forma que, em caso de escassez, a prioridade seja o consumo humano e a dessedentação de animais, em detrimento de qualquer outra atividade, embora seja reconhecido na gestão de recursos hídricos, o uso múltiplo da água³.

A escolha das Bacias Hidrográficas como unidade de implementação da política, descentralizando a gestão e envolvendo usuários, poder público e comunidades que, conforme Feichas (2002), “[...]mostra que a questão da água é global e ampla[...]”, destacando que “[...]perpassa as divisões funcionais e setoriais da administração pública ou da atividade econômica apresentando como desafios a articulação das políticas e a compatibilização de interesses”.

O Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, também estabelecido pela Lei nº 9.433/97, apresenta uma preocupação evidente em

art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

³ Segundo Feichas (2002), “na prática, observou-se que a indústria hidrelétrica teve o privilégio de uso sobre os corpos d’água, abrindo agora a possibilidade dos outros usos serem considerados prioritários, segundo a vocação de cada curso d’água”.

assegurar o abastecimento de água onde a qualidade e a quantidade são fatores importantes, bem como a oferta e a demanda, que no viés econômico, pode representar necessidade de investimentos em locais de escassez.

A gestão plena da água possui a participação de diversos integrantes, incluindo-se a participação popular nos comitês de bacia e uma descentralização do sistema, porém, Queiroz e Barros (2011) destacam que o modelo de gestão hídrica adotado no Brasil não possui caráter federativo e tem historicamente enraizada uma cultura democrática. Esse emaranhado de atores, em uma plataforma federativa, expõe dificuldades e divergências no que tange aos aspectos mais globais da gestão de riscos de desastres por bacias hidrográficas, onde há deficiências nos aspectos integrativos entre bacias de estados diferentes, em municípios diferentes e com usos diversos.

Os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores, de longo prazo, visando fundamentar e orientar a aplicação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos, sendo elaborados por bacia hidrográfica, por Estado e para o País (BRASIL, 1997).

Os Planos de Recursos Hídricos poderão alimentar planos de contingências locais de diversos órgãos bem como se somar a uma estratégia governamental de aspecto global para a redução de riscos de desastres e minimização de possíveis impactos envolvendo escassez de água.

Cabe ressaltar que é no sistema de informações sobre recursos hídricos que paira a possibilidade de gestão do conhecimento sobre as águas, bem como o estabelecimento de indicadores, metas e interligação com outros sistemas de informação, como por exemplo, uma conexão com o Sistema Integrado de informações sobre Desastres, o S2ID⁴.

2.3. A POLÍTICA NACIONAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL

Os desastres no Brasil sempre possuíram características socioculturais em seus efeitos nefastos e sempre foram produzidas leis de vieses responsivos às ocorrências adversas, principalmente à seca até meados do século XX.

⁴ A Portaria GM/MI n. 526, de 6 de setembro de 2012, tornou obrigatório o uso do sistema S2ID. (BRASIL, 2012)

Segundo Barreira e Souza (2018):

O paraíso tropical brasileiro, rico e abundante em riquezas naturais, sempre gerou uma mentalidade de que o país não apresenta riscos de desastres tais quais em outros países do mundo. Esse conceito se estende às questões de conflitos bélicos, já que, não temos imagens recentes de participações em guerras, aparentemente. (BARREIRA;SOUZA, 2018 P 2)

A seca e a escassez de água sempre tiveram destaque nas legislações e nas cartas magnas entre 1824 e 1937, mas sempre com o objetivo de atendimento aos afetados e não à programas ou ações de resolução do problema.

Em 1966, com um grande desastre no Rio de Janeiro em consequência do alto índice de precipitação pluviométrica que assolou a cidade, se produziram leis e ações de caráter permanente como a organização de um órgão vocacionado às ações diversas, durante o desastre.

Após a constituição de 1988 e com diversas calamidades ocorridas no país, Souza (2016) afirma que:

[...]tais como as tragédias do Césio 137, deslizamentos no Morro do Bumba e Rio de Janeiro, enxurradas na Região Serrana do Rio de Janeiro, enchentes e inundações no Sul do país, a seca no nordeste, entre outros, expuseram o despreparo para os desastres e o foco reativo e não proativo existente no país. (SOUZA, 2006 ;p. 22)

Desta forma, foram produzidos inúmeros dispositivos jurídicos sobre a defesa civil e o atendimento a desastres no Brasil, culminando em 2012 na atual Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, lei 12608 de 10 de Abril de 2012.⁵

Essa lei, embora não tenha sido plenamente normatizada e regulamentada, altera o enfoque e o paradigma do desastre, no que tange a prioridade de planejamento voltado à resposta, mas sim para a redução dos riscos de desastres, ou seja, prevenção.

Neste dispositivo, pode-se verificar a instituição da política Nacional de Proteção e Defesa Civil, sua organização sistêmica, definindo o papel dos

⁵ Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nºs 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências.

entes federativos para a redução dos riscos de desastres no país, estabelece um conselho nacional e autoriza a criação de um sistema de informações e monitoramento de desastres. (Brasil, 2012).

Com o objetivo de respeitarmos o escopo desta pesquisa, observaram-se apenas os pontos que serão relevantes para uma análise convergente com a Política Nacional de Recursos Hídricos.

Sendo assim, logo em seu Artigo 2º declara que é dever dos três entes federativos adotar as medidas necessárias à redução dos riscos de desastre, e em seu parágrafo 2º que “A incerteza quanto ao risco de desastre não constituirá óbice para a adoção das medidas preventivas e mitigadoras da situação de risco” (Brasil, 2012; artigo 2º), deixando clara a necessidade e a responsabilidade dos governantes em conhecer suas ameaças e avaliar seus riscos locais.

Já no artigo 3º, esta lei define as ações de prevenção⁶, mitigação⁷, preparação⁸, resposta⁹ e recuperação¹⁰ voltadas à proteção e defesa civil, indicando também, neste mesmo artigo, a convergência com outras políticas como as de “[...]ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, saúde, meio ambiente, mudanças climáticas, **gestão de recursos hídricos** (Grifo nosso), geologia, infraestrutura, educação, ciência e tecnologia e às demais políticas setoriais,[...]”(BRASIL, 2012, artigo 3º), visando o desenvolvimento sustentável.

Nota-se a orientação à integração entre as políticas públicas multissetoriais, como por exemplo, a de gestão de recursos hídricos e a PNPDC.

⁶ A prevenção (ou prevenção de desastres) expressa o conceito e a intenção de evitar por completo os possíveis impactos adversos (negativos) mediante diversas ações planejadas e realizadas antecipadamente. (ESTRATÉGIA...,2009, p. 25)

⁷ Mitigação é a diminuição ou a limitação dos impactos adversos das ameaças e dos desastres afins. (ESTRATÉGIA..., 2009, p. 21)

⁸ Preparação são conhecimentos e capacidades desenvolvidas pelos governos, profissionais, organizações de resposta e recuperação, comunidades e pessoas para prever, responder e se recuperar de forma efetiva dos impactos dos eventos ou das condições prováveis, iminentes ou atuais que se relacionam com uma ameaça. (ESTRATÉGIA..., 2009, p. 24)

⁹ Resposta é a prestação de serviços de emergência e de assistência pública durante ou imediatamente após a ocorrência de um desastre, com o propósito de salvar vidas, reduzir impactos sobre a saúde, garantir a segurança pública e satisfazer necessidades básicas de subsistência da população afetada. (UNISDR, 2009, p. 28)

¹⁰ A restauração é o melhoramento, se necessário, das plantas, instalações, meios de sustento e das condições de vida das comunidades afetadas por desastres, incluindo esforços para reduzir os fatores de risco de desastres. (ESTRATÉGIA..., 2009, p. 26)

A PNPDC estabeleceu as seguintes diretrizes em seu artigo 4º:

- I - atuação articulada entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios para redução de desastres e apoio às comunidades atingidas;
- II - abordagem sistêmica das ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação;
- III - a prioridade às ações preventivas relacionadas à minimização de desastres;
- IV - **adoção da bacia hidrográfica como unidade de análise das ações de prevenção de desastres relacionados a corpos d'água;** (Grifo nosso)
- V - planejamento com base em pesquisas e estudos sobre áreas de risco e incidência de desastres no território nacional;
- VI - participação da sociedade civil. (BRASIL 2102, artigo 4º)

Em vários aspectos, essas diretrizes se compatibilizam com as da PNGRH, a começar pela articulação entre os entes federados e da abordagem sistêmica para aplicação das ações, com destaque à prioridade dada às ações preventivas em detrimento das demais; e a abrangência da participação da sociedade civil, conforme também fora estabelecido nos comitês de bacia.

O planejamento com base em pesquisas e estudos também pode ser complementar em muitos aspectos aos que se almeja construir com o sistema de informações de bacias hidrográficas, principalmente porque a “[...] adoção da bacia hidrográfica como unidade de análise das ações de prevenção de desastres relacionados a corpos d’água; [...]” (BRASIL, 2012) foi destacada como diretriz na PNDC.

Adiante, a PNPDC estabelece os seguintes objetivos:

- I - reduzir os riscos de desastres;
- II - prestar socorro e assistência às populações atingidas por desastres;
- III - recuperar as áreas afetadas por desastres;
- IV - incorporar a redução do risco de desastre e as ações de proteção e defesa civil entre os elementos da gestão territorial e do planejamento das políticas setoriais;
- V - promover a continuidade das ações de proteção e defesa civil;
- VI - estimular o desenvolvimento de cidades resilientes¹¹ e os processos sustentáveis de urbanização;

¹¹ A resiliência é definida como: "Capacidade de um sistema, comunidade ou sociedade exposto a riscos de resistir, absorver, adaptar-se e recuperar-se dos efeitos de um perigo de maneira tempestiva e eficiente, através, por exemplo, da preservação e restauração de suas estruturas básicas e funções essenciais", Escritório das Nações Unidas para a Redução de Riscos de Desastres (UNISDR), "Terminologia sobre a Redução de Risco de Desastres do UNISDR –2009", Genebra, maio de 2009 (<http://www.unisdr.org/we/inform/terminology>). A EIRD/ONU (Estratégia Internacional para Redução de Desastres/Organização das Nações Unidas) ensina ainda que a resiliência vem determinada “[...] pelo grau em que o sistema social é capaz de organizar-se para incrementar sua capacidade de aprender com os desastres

VII - promover a identificação e avaliação das ameaças, suscetibilidades e vulnerabilidades a desastres, de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência;

VIII - monitorar os eventos meteorológicos, hidrológicos, geológicos, biológicos, nucleares, químicos e outros potencialmente causadores de desastres;

IX - produzir alertas antecipados sobre a possibilidade de ocorrência de desastres naturais;

X - estimular o ordenamento da ocupação do solo urbano e rural, tendo em vista sua conservação e a proteção da vegetação nativa, dos recursos hídricos e da vida humana;

XI - combater a ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis e de risco e promover a realocação da população residente nessas áreas;

XII - estimular iniciativas que resultem na destinação de moradia em local seguro;

XIII - desenvolver consciência nacional acerca dos riscos de desastre;

XIV - orientar as comunidades a adotar comportamentos adequados de prevenção e de resposta em situação de desastre e promover a autoproteção; e

XV - integrar informações em sistema capaz de subsidiar os órgãos do SINPDEC na previsão e no controle dos efeitos negativos de eventos adversos sobre a população, os bens e serviços e o meio ambiente. (BRASIL, 2012; Artigo 5º)

Nota-se que todos os objetivos podem ser compatibilizados com as questões de desastres de origem natural com magnitude atrelada aos aspectos hidrológicos. Assim, em um cenário de escassez de recursos hídricos, objeto deste estudo, a perseguição dos objetivos da defesa civil poderia atenuar a realidade do cenário de desastre, até mesmo evitando que ele ocorra.

Os artigos 6º, 7º e 8º desta política expõem as competências de cada ente federado, onde se destacam os aspectos de monitoramento hidrológico e o Plano Estadual de Defesa Civil, que deverá conter no mínimo:

“[...]I- a identificação das bacias hidrográficas com risco de ocorrência de desastres; II - e as diretrizes de ação governamental de proteção e defesa civil no âmbito estadual, em especial no que se refere à implantação da rede de monitoramento meteorológico, hidrológico e geológico das bacias com risco de desastre. (BRASIL, 2012)

Havendo uma sobreposição dos planos estaduais de defesa civil aos planos estaduais de recursos hídricos, possibilitaria vantagens integrativas, técnicas e contingenciais para ocorrências adversas de natureza hidrológica ou outras correlatas, como as geológicas e incêndios florestais, produzindo programas de conscientização à população, estabelecendo áreas *non aedificandi*, em consonância com os planos diretores dos municípios, verificando áreas de suscetibilidade entre outros aspectos.

passados, a fim de proteger-se melhor no futuro e melhorar suas medidas de redução de riscos. (EIRD, 2004, p. 18, tradução nossa)

A PNPDC define ainda os participantes do sistema nacional de proteção e defesa civil e do Conselho nacional de proteção e defesa civil e em seu capítulo V, disposições finais , trata de múltiplos assuntos, com alguns aspectos importantes para esta pesquisa como no artigo 22^o , o cadastro de municípios suscetíveis a ameaças , dentre elas às hidrológicas, onde os municípios cadastrados deverão confeccionar mapa de suscetibilidades, planos de contingência, investimento em medidas estruturais para redução de riscos de desastres, mecanismos de controle e fiscalização para evitar construções em áreas suscetíveis e elaboração de carta de aptidão geotécnica à urbanização além de outros aspectos relevantes como a inclusão de áreas de risco no plano diretor municipal.

Contudo, a realidade municipal para produzir ações de proteção e defesa civil em seu âmbito territorial são muito precárias, refletindo a fragilidade do SINDEC na parte mais atuante e com mais atribuições e ao mesmo tempo, com dificuldade de toda sorte para ações efetivas contra desastres.

Importante também destacar que o impacto nos corpos hídricos acontece em um município, mas reflete na bacia ou região hidrográfica como um todo, ou seja, recursos, ações, planejamentos entre outras ações devem ser feitos de forma sistêmica, com a visão do todo, mesmo em ações parciais.

Isso se contrapõe à questão do repasse de recursos financeiros por parte da União ou dos Estados, para que os municípios executem ações preventivas estruturantes pontuais, ou de resposta e recuperação frente a desastres, bem como, aplicações de multas e penalizações de empresas poluidoras de uma macrorregião, mas situadas em um determinado município, atrelando-se a necessidade de ressarcimento por danos não só ao município de onde se origina o evento adverso, mas à todos os municípios afetados; entre outros aspectos que devam possuir caráter mais abrangente e macrorregional.

2.4. QUALIDADE DA ÁGUA

A água, elemento essencial para a vida e importantíssimo para todas as atividades humanas, no que concerne ao seu uso de forma plural, pode sofrer

interferência em sua qualidade e quantidade, tanto pelas condicionantes naturais como por ações antrópicas.

No que tange a sua qualidade, os corpos d'água podem ser poluídos ou contaminados por agentes físicos, químicos, biológicos ou térmicos, de forma crônica ou acidental, com extensão originada por fontes pontuais ou difusas. (FERREIRA, 2007)

Para o consumo dos seres vivos, há necessidade do estabelecimento de parâmetros mínimos ou valores máximos permissíveis referentes à presença desses agentes externos, sendo o padrão de potabilidade explicitados pelos países, por leis, regulamentos, e outros arcabouços jurídicos utilizando como base referencial os valores estipulados pela Organização Mundial de Saúde (OMS), seguindo peculiaridades regionais e seus aspectos econômicos, sociais e ambientais.

Considera-se a água para consumo humano distribuída em quantidade adequada à demanda e com qualidade dentro de padrões técnicos de potabilidade consolidados por um aspecto jurídico legal, seja essencial a saúde e a qualidade de vida da população.

Os padrões de potabilidade da água destinadas ao abastecimento público e considerados pela OMS foram desenvolvidos seguindo ao atendimento das seguintes características (WHO,2011):

- apresentar aspecto límpido e transparente;
- não apresentar cheiro ou gosto objetável;
- não conter nenhum tipo de microorganismo que possa causar doença no ser humano;
- não conter nenhuma substância em concentrações que possam causar qualquer tipo de prejuízo à saúde do ser humano.

Para a OMS(2011), melhorias significativas e sustentáveis de saúde pública podem advir com o reforço por parte dos governos, no controle da qualidade da água por meio de planos de segurança adequados e mecanismos de controle e gestão, tais como ferramentas de avaliação e gerenciamento de riscos, aplicados de forma abrangente e integrados, desde a captação até o consumo, constituindo uma forma efetiva de garantir a segurança da qualidade da água para consumo humano (WHO, 2011).

No Brasil, a proteção desse inconteste ativo natural e de característica finita, se baseia em parâmetros de qualidade e quantidade, devendo ser observada a possibilidade de comprometimento de nossas reservas, que afetariam amplamente o consumo, em suas diversas possibilidades¹².

Da mesma forma que existem diferentes níveis de qualidade para o petróleo que limitam a sua utilização e alteram a sua cotação no mercado internacional, a água também tem que apresentar parâmetros de qualidade mínima para ser consumida. E esse é talvez o nosso maior risco de comprometimento das nossas reservas. Os seres vivos necessitam de água em quantidade suficiente e qualidade para o seu consumo.(BARROS E BARROS, 2009)

Os critérios para avaliação da qualidade das águas no Brasil se dá por meio da Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005¹³, na qual dispõe sobre a “[...]classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.”

Assim, de acordo com a legislação brasileira, considera-se Água Potável a “Água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde”. (Portaria Nº 2914 do MS, 2011)

Em seu artigo 5º, essa portaria cria algumas definições importantes para o entendimento deste estudo, onde destacamos os principais:

- I - água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem;
- II - água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde;
- III - padrão de potabilidade: conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, conforme definido nesta Portaria; [...]
- [...]V - água tratada: água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade;
- VI - sistema de abastecimento de água para consumo humano: instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição;

¹² A Resolução nº 903 de 22 de Julho de 2013, criou a Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais (RNQA) , no âmbito do Programa Nacional de Avaliação da Qualidade da Água (PNQA).

¹³ Alterada pelas resolução nº 410 de 04 de Maio DE 2009 e pela resolução nº 430, de 13 de Maio de 2011

VII - solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano: modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, com captação subterrânea ou superficial, com ou sem canalização e sem rede de distribuição;

VIII - solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano: modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atenda a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares;

IX - rede de distribuição: parte do sistema de abastecimento formada por tubulações e seus acessórios, destinados a distribuir água potável, até as ligações prediais; [...]

[...]XII - interrupção: situação na qual o serviço de abastecimento de água é interrompido temporariamente, de forma programada ou emergencial, em razão da necessidade de se efetuar reparos, modificações ou melhorias no respectivo sistema;

XIII - intermitência: é a interrupção do serviço de abastecimento de água, sistemática ou não, que se repete ao longo de determinado período, com duração igual ou superior a seis horas em cada ocorrência;

XIV - integridade do sistema de distribuição: condição de operação e manutenção do sistema de distribuição (reservatório e rede) de água potável em que a qualidade da água produzida pelos processos de tratamento seja preservada até as ligações prediais;

XV - controle da qualidade da água para consumo humano: conjunto de atividades exercidas regularmente pelo responsável pelo sistema ou por solução alternativa coletiva de abastecimento de água, destinado a verificar se a água fornecida à população é potável, de forma a assegurar a manutenção desta condição;

XVI - vigilância da qualidade da água para consumo humano: conjunto de ações adotadas regularmente pela autoridade de saúde pública para verificar o atendimento a esta Portaria, considerados os aspectos socioambientais e a realidade local, para avaliar se a água consumida pela população apresenta risco à saúde humana; [...]

O principal índice de qualidade da água utilizado no país é o IQA (Índice de Qualidade de Água), sendo composto por parâmetros (físicos, químicos e biológicos) com pesos atribuídos, que visam avaliar a qualidade da água bruta objetivando seu uso para abastecimento público pós-tratamento, possuindo em sua maioria, indicadores de contaminação causados pelo lançamento esgoto, sendo esse um fator limitante na análise, já que não avalia a presença de substâncias importantes para a qualidade da água voltada ao abastecimento público. (ANA, 2019)

2.5 O ESTADO DO RIO DE JANEIRO NO CONTEXTO DAS REGIÕES HIDROGRÁFICAS

O Estado do Rio de Janeiro está localizado na região Sudeste do Brasil e seu território está contido em sua totalidade geopolítica na Região

Hidrográfica do **Atlântico Sudeste** (Grifo nosso), conforme ANA (2010), possuindo extensão territorial de 43.7km² ¹⁴, fazendo fronteira com os estados de São Paulo e Minas Gerais a oeste e Espírito Santo ao norte e Oceano Atlântico a leste.

Algumas Bacias Hidrográficas¹⁵ são compartilhadas com os Estados vizinhos ao Rio de Janeiro, como é o caso da bacia do Rio Paraíba do Sul, bacia do Rio Itabapoana e Bacias do Mambucaba /Airó/ Bracuí.

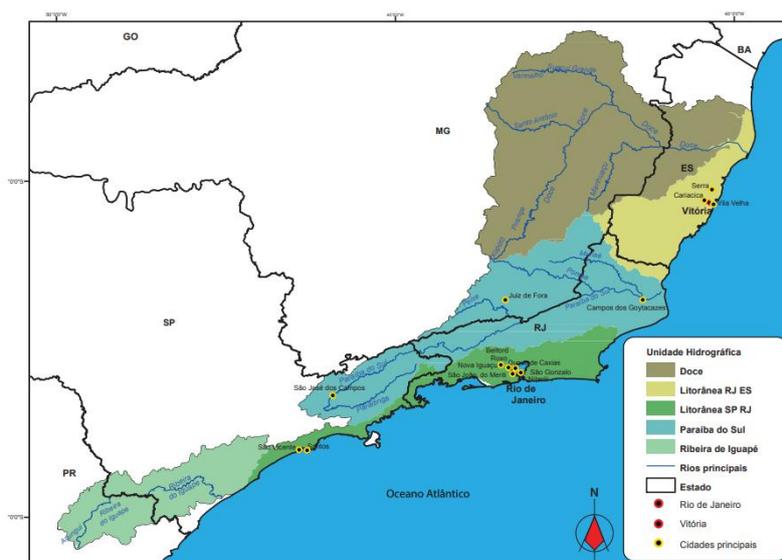


Figura 1: Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste, Fonte ANA, 2015

Em geral, possui clima diversidade climática, de acordo com a classificação de Köppen (1948) sendo dividido em clima tropical ao norte e a leste e temperado ao sul e a oeste, adicionando-se suas subclassificações. (PEEL;FINLAYSON;MCMAHON *apud* ANA, 2015), com chuvas concentradas no verão (cerca de 70% a 80%), mais destacadamente entre os meses de Outubro a Março; e estação seca entre Abril e Setembro (ANDRÉ *et al*, *apud* ANA, 2015), existindo ainda relevante participação da topografia nos regimes de chuvas, umidade e temperatura (ANA, 2015)

¹⁴ (<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rj.html>).

¹⁵ De acordo com o Atlas de monitoramento hidrológico da ANA, o estado do Rio de Janeiro encontra-se inserido na Bacia nº 5, abrangendo em todo o seu território parte das sub bacias 58 (Paraíba do Sul), 59 (Litorânea) e 57 (Itabapoana). A Serra do Mar é o grande divisor de águas do estado, dividindo a drenagem natural em duas vertentes: rio Paraíba do Sul e região litorânea. (INEA,2014; p9)

A população fluminense possui população estimada de 17.366.189 habitantes (IBGE, 2018) e seus 92 municípios estão distribuídos em 8 mesorregiões geopolíticas¹⁶ e, de acordo com a resolução nº107 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos –RJ(CERHI-RJ)¹⁷, de 22 de maio de 2013, está dividido em 09 (nove) Regiões Hidrográficas:

- I - RH I: Região Hidrográfica Baía da Ilha Grande;
- II - RH II: Região Hidrográfica Guandu;
- III - RH III: Região Hidrográfica Médio Paraíba do Sul;
- IV - RH IV: Região Hidrográfica Piabanha;
- V- RH V: Região Hidrográfica Baía de Guanabara;
- VI - RH VI: Região Hidrográfica Lagos São João;
- VII - RH VII: Região Hidrográfica Rio Dois Rios;
- VIII - RH VIII: Região Hidrográfica Macaé e das Ostras; e
- IX - Região Hidrográfica Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana.

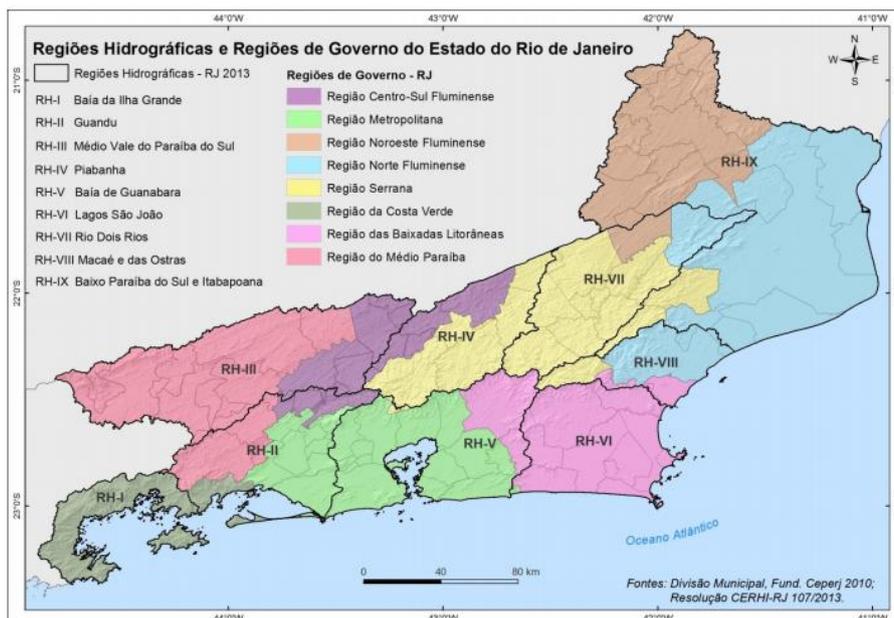


Figura 2: Regiões hidrográficas e Regiões de Governo do Estado do Rio de Janeiro
Fonte: INEA, 2014

¹⁶ Nota-se que as divisões geopolíticas, hidrográficas ou outras de interesse público como saúde, econômico entre outras não possuem a mesma conformação, o que diminui a eficiência da aplicação de uma gestão governamental com políticas públicas integradas, dentro de uma mesma lógica territorial.

¹⁷ Aprova nova definição das regiões hidrográficas do estado do Rio de Janeiro e revoga a resolução CERHI nº 18 de 08 de novembro de 2006

Regiões Hidrográficas	Municípios	Principais Bacias Hidrográficas
RH-I Baía da Ilha Grande	Total: Paraty e Angra dos Reis; Parcialmente: Mangaratiba.	Bacias Contribuintes à Baía de Parati, Bacia do rio Mambucaba, Bacias Contribuintes à Enseada de Bracuí, Bacia do Bracuí, Bacias Contribuintes à Baía da Ribeira, Bacias da Ilha Grande, Bacia do rio Conceição de Jacareí
RH II: Região Hidrográfica Guandu;	Total: Engenheiro Paulo de Frontin, Itaguaí, Japeri, Paracambi, Queimados e Seropédica. Parcialmente: Barra do Piraí, Mangaratiba, Mendes, Miguel Pereira, Nova Iguaçu, Piraí, Rio Claro, Rio de Janeiro e Vassouras	Bacia do Santana, Bacia do São Pedro, Bacia do Macaco, Bacia do Ribeirão das Lajes, Bacia do Guandu (Canal São Francisco), Bacia do Rio da Guarda, Bacias Contribuintes à Represa de Ribeirão das Lajes, Bacia do Canal do Guandu, Bacia do Guandu-Mirim, Bacias Contribuintes ao Litoral de Mangaratiba e de Itacurussá, Bacia do Mazomba, Bacia do Piraquê ou Cabuçu, Bacia do Canal do Itá, Bacia do Ponto, Bacia do Portinho, Bacias da Restinga de Marambaia, Bacia do Piraí
RH III: Região Hidrográfica Médio Paraíba do Sul;	Total: Itatiaia, Resende, Porto Real, Quatis, Barra Mansa, Volta Redonda, Pinheral, Valença, Rio das Flores, C. Levi Gasparian. Parcialmente: Mendes, Rio Claro, Piraí, Barra do Piraí, Vassouras, Miguel Pereira, Paty do Alferes, Paraíba do Sul e Três Rios.	Bacia do Preto, Bacias do Curso Médio Superior do Paraíba do Sul
RH IV: Região Hidrográfica Piabanha;	Total: Areal, São José do Vale do Rio Preto, Sapucaia, Sumidouro, Teresópolis. Parcialmente: Carmo, Petrópolis, Paraíba do Sul, Três Rios, Paty do Alferes	Bacias da Margem Direita do Médio Inferior do Paraíba do Sul, Bacia do Piabanha, Sub-Bacias dos Rios Paquequer e Preto.
RH V: Região Hidrográfica Baía de Guanabara;	Total: Niterói, São Gonçalo, Itaboraí, Tanguá, Guapimirim, Magé, Duque de Caxias, Belford Roxo, Mesquita, São João de Meriti, Nilópolis; Parcialmente: Maricá, Rio Bonito, Cachoeira de Macacu, Petrópolis, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro.	Bacias contribuintes às Lagunas de Itaipu e Piratininga, Bacia do Guaxindiba-Alcântara, Bacia do Caceribu, Bacia do Guapimirim Macacu, Bacia do Roncador ou Santo Aleixo, Bacia do Iriri, Bacia do Suruí, Bacia do Estrela, Inhomirim, Saracuruna, Bacias Contribuintes à Praia de Mauá, Bacia do Iguaçu, Bacia

		do Pavuna-Meriti, Bacias da Ilha do Governador, Bacia do Irajá, Bacia do Faria-Timbó, Bacias Drenantes da Vertente Norte da Serra da Carioca, Bacias Drenantes da Vertente Sul da Serra da Carioca, Bacias Contribuintes à Praia de São Conrado, Bacias Contribuintes ao Complexo Lagunar de Jacarepaguá.
RH VI: Região Hidrográfica Lagos São João;	Total: Silva Jardim, Araruama, Cabo Frio, Armação de Búzios, Saquarema, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Arraial do Cabo; Parcialmente: Rio Bonito, Cachoeira de Macacu, Casimiro de Abreu, Rio das Ostras, Maricá.	Bacia do São João, Bacia do Una, Bacia do Canal dos Medeiros, Bacias Contribuintes ao Complexo Lagunar de Saquarema Jaconé e Araruama, Bacias do Litoral de Búzios.
RH VII: Região Hidrográfica Rio Dois Rios;	total: Bom Jardim, Duas Barras, Cordeiro, Macuco, Cantagalo, São Sebastião do Alto, Itaocara; Parcialmente: Carmo, Nova Friburgo, Trajano de Moraes, Santa Maria Madalena, São Fidélis.	Bacia do Rio Negro e Grande/Dois Rios, Bacia do Ribeirão do Quilombo, Bacia do Ribeirão das Areias, Bacia do Rio do Colégio.
RH VIII: Região Hidrográfica Macaé e das Ostras;	Total: Macaé. Parcialmente: Carapebus e Conceição de Macabu, Casimiro de Abreu, Nova Friburgo, Rio das Ostras	Bacia do Jundiá, Bacia do Macaé e Bacia do Imboacica
RH IX: Região Hidrográfica Baixo Paraíba do Sul e Itabapoana.	Total: Quissamã, São João da Barra, Cardoso Moreira, Italva, Cambuci, Itaperuna, São José de Ubã, Aperibé, Santo Antônio de Pádua, Natividade, Miracena, Laje do Muriaé, Bom Jesus do Itabapoana, São Francisco do Itabapoana, Porciúncula, Varre-Sai Parcialmente: Trajano de Moraes, Conceição de Macabu, Carapebus, Santa Maria Madalena, Campos dos Goytacazes e São Fidélis	Bacia do Muriaé, Bacia do Pomba, Bacia do Pirapetinga, Bacia do Córrego do Novato e Adjacentes, Pequenas Bacias da Margem Direita e Esquerda do Baixo Paraíba do Sul, Bacia do Jacaré, Bacia do Campelo, Bacia do Cacimbas, Bacia do Muritiba, Bacia do Coutinho, Bacia do Grussaí, Bacia do Iquipari, Bacia do Açu, Bacia do Pau Fincado, Bacia do Nicolau, Bacia do Preto, Bacia do Preto Ururaí, Bacia do Pernambuco, Bacia do Imbé, Bacia do Córrego do Imbé, Bacia do Prata, Bacia do Macabu, Bacia do São Miguel, Bacia do Arrozal, Bacia da Ribeira, Bacia do Carapebus, Bacia do Itabapoana, Bacia do Guaxindiba, Bacia do Buena, Bacia do Baixa do Arroz, Bacia do Guriri

Quadro 1: Regiões Hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro, com destaque para as RH II e V, objetos deste estudo.

Fonte: INEA, 2013 - Resolução nº107 de 22 de maio de 2013, anexo I

Esta resolução acrescenta que os comitês de bacia deverão coincidir com esta divisão e que caberá ao Instituto Estadual do Ambiente - INEA, as adequações às bases cartográficas atualizadas que forem necessárias. (INEA, 2013)

3. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO: A IMPORTÂNCIA DA BACIA DO GUANDU NO ABASTECIMENTO HÍDRICO DA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO

A RMRJ, composta por, aproximadamente, 70% da população fluminense (IBGE, 2018), responsável pela produção de 65% da geração de valor adicionado bruto e de 77% dos postos de trabalho do Estado, contendo estrutura industrial significativa e, logo, maior peso do setor terciário estadual. (MEDEIROS JR, 2013a)

O Rio Guandu possui grande importância estratégica, em vários aspectos, para o desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro, sendo o de maior relevância, ser ele o responsável pelo abastecimento de água potável de maior parte desta Região.

Neste capítulo pretende - se descrever resumidamente, o histórico do abastecimento de água potável na RMRJ; a dinâmica do abastecimento de água na RMRJ nos dias atuais, tendo como foco a bacia do Guandu e o sistema integrado Guandu/Lajes/acari, que é objeto de análise deste estudo, explicitando seus mananciais, as estruturas no entorno de suas margens, tais como indústrias, rodovias, barragens, estações de tratamento de água- ETA entre outros aspectos, fornecendo base ao entendimento da vulnerabilidade do cenário em que está contido todo o sistema .

Ainda serão observados pontos importantes, atinentes à qualidade da água desse rio, bem como a demanda de abastecimento e seus múltiplos usos, cabendo ainda, o esclarecimento que, embora haja o entendimento por parte desta pesquisa, da relevância Bacia do Rio Paraíba do Sul sobre a qualidade e

a quantidade de água na Bacia do Rio Guandu, esse não será abordado de forma mais detalhada, evitando um alargamento do escopo deste trabalho.

Assim sendo, delimitou-se o estudo sobre a bacia do Rio Guandu e o abastecimento hídrico da RMRJ, partindo Rio Paraíba do Sul no ponto de transposição em Santa Cecília, município de Barra do Piraí, por ser o principal contribuinte do Rio Guandu; os afluentes diretos do Rio Guandu à montante da ETA – Guandu (Ribeirão das Lajes, rios Santana, São Pedro, Macacos, Ipiranga e Queimados) e Rio Piraí por ter suas águas também transpostas para o sistema Light. Todos esses rios, de alguma forma, afetam a quantidade e qualidade da água do Guandu até sua chegada a ETA - Guandu no município de Nova Iguaçu (VIANA, 2009).

Também serão verificadas outras fontes de abastecimento alternativo; sistemas de abastecimentos próximos, como o Imunana-Laranjal; rios contribuintes para o sistema integrado Guandu, como o rio Acari; de forma a gerar entendimento contextual e possibilidades contingenciais.

A partir daí, serão analisados o tratamento e potabilidade de suas águas, bem como a dinâmica de abastecimento e utilização da água na RMRJ.

3.1. HISTÓRICO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

O processo histórico do abastecimento de água na RMRJ aconteceu com base nos seguintes aspectos: O crescimento populacional na região com o incremento de atividades humanas, o crescimento da estrutura da cidade e a demanda de água para consumo, cada vez mais imperioso para a evolução local.

Observa-se assim que abastecimento de água na RMRJ, ao longo de sua evolução histórica se dividiu em fases que seriam: Fase dos chafarizes; fase dos mananciais locais e fase dos grandes sistemas de abastecimento (CEDAE, 2018).

Desta forma, desde a fundação da cidade do Rio de Janeiro, o abastecimento de água potável se deu inicialmente pela utilização de pequenos mananciais, como o rio Carioca, passando por furação de poços, o que ficou aquém da demanda em pouco tempo devido à chegada e estabelecimento de moradia, por parte de portugueses.

Em 1723, o aqueduto carioca foi construído justamente para os anseios de uma população em evolução quantitativa, em uma época em que o Rio de Janeiro passava a ter grande importância econômica, captando água do alto de Santa Teresa e chegando ao atual “Arcos da Lapa”, onde os escravos recolhiam água de um chafariz e transportavam para a casa de seus senhores.

Com a vinda da família Real para o Brasil em 1808 e durante todo o período Imperial, até as primeiras décadas da República e ainda, com o conseqüente incremento populacional advindo da corte de Lisboa, foi exposto um aumento de demanda para o uso da água, que se tornava cada vez mais escassa, somando-se ainda a ocorrência de grandes estiagens naquele período, várias iniciativas foram desenvolvidas para o abastecimento hídrico da cidade, como por exemplo, “[...]a adução das águas do Rio Comprido até o Campo de Santana. Após a seca de 1843, decidiu-se realizar a canalização das águas do Rio Maracanã[...]”(BRITO ;QUINTSLR, 2017 p.141).

A distribuição de águas para as residências ocorreu , segundo Almeida (2010) na segunda metade do século XIX , estaria atrelada não somente à escassez de água e o crescimento da cidade em si , mas também a outros fatores dos quais se destaca o fim do tráfico negreiro em 1850, que começou a descortinar como contexto, o fim do sistema escravista vigente àquela época, direcionando assim, a mão de obra escrava que se tornava escassa para as áreas de produção rural, principalmente para áreas de cultivo da monocultura de café, criando carência nos serviços de abastecimento de água por barris, intimamente dependente do trabalho dos escravos urbanos.

Dentro deste íterim, não foi surpresa a coexistência na área urbana do Rio de Janeiro durante muitos anos, variadas formas de acesso à água como poços, bicas, chafarizes, penas d’água e venda de água porta a porta, sendo gradual e desigual a chegada de água nas residências da cidade em crescimento (ALMEIDA, 2010).

Neste mesmo período, o Império brasileiro demonstrava sua preocupação em relação à escassez de água na região metropolitana e a preservação de seus mananciais de origem e com a produção de água.

Outro exemplo pode ser dado pelo Decreto Imperial 577, publicado na Portaria de 11 de Dezembro de 1861, onde o então Imperador do Brasil Dom Pedro II ordenou o plantio e conservação das Florestas da Tijuca e das Paineiras, em resposta a um período de escassez de água que atingia a cidade na época. Percebe-se então, que na

intenção de proteger os mananciais é possível identificar uma ação de gestão ambiental, em resposta a um cenário adverso e um exemplo de produção legislativa em prol da conservação do ambiente.(TRINDADE JÚNIOR, 2012 P.47)

Silva apud Brito e Quintslr (2017) revelam em seu artigo que, na medida em que a falta de água nos chafarizes da cidade se tornava frequente, outros mananciais locais foram sendo explorados formando um complexo sistema de abastecimento composto por vários pequenos sistemas em bairros importantes, tais como o de Santa Teresa (Carioca, Lagoinha, Paineiras); o da Tijuca (Maracanã, São João, Trapicheiro, Andaraí, Gávea Pequena, Cascatinha); o da Gávea (Chácara da Bica, Piaçava, Cabeça, Macacos); o de Jacarepaguá (Rio Grande, Covanca, Três Rios e mais tarde o Camorim); de Campo Grande (Mendanha, Cabuçu, Quininha e Batalha) e o de Guaratiba (Taxas e Andorinhas).

Contudo, essa estruturação complexa de pequenos sistemas locais apresentava uma grande vulnerabilidade, que seria o regime de variação sazonal desses mananciais, gerando escassez de água em épocas de estiagem.

Entre 1870 e 1939, o Engenheiro Antônio Rebouças coordenou os estudos para utilização de outros mananciais no entorno da cidade do Rio de Janeiro, buscando soluções para o abastecimento “presente” e “futuro”:

Em relatório do ano de 1870 publicado na Revista de Engenharia, o engenheiro ressaltava a importância de se buscar a solução para o abastecimento “presente” e “futuro” em “algum rio distante”, independentemente da aquisição de novos mananciais na cidade. O documento apontava como manancial mais promissor o Rio d’Ouro, cujas águas poderiam “satisfazer largamente a uma população de 300 mil almas” com 150 litros per capita diários. O único inconveniente era que a água precisaria ser conduzida sob pressão desde a Serra do Tinguá até a cidade por uma tubulação de 55 km de extensão. Ainda assim, o engenheiro considerou que tal fato não tornava o projeto “inadmissível ou impraticável”, desde que “se preencham todas as condições de solidez em relação à pressão que tenha que suportar e se lhe dê a secção suficiente para a passagem do volume de água desejado” (REBOUÇAS 1880, p. 70-71 *apud*, BRITO;QUINTSLR, 2017)

Desta forma, outra ação promovida pelo Império Brasileiro foi o desenvolvimento do sistema Acari¹⁸, executando a captação de águas de rios

¹⁸O Sistema começou a ser construído em 1880, e hoje ele é “ [...] o mais antigo dos sistemas de abastecimento ainda em funcionamento no Rio de Janeiro, sendo que esse sistema marca a busca por fontes de abastecimento fora dos limites da cidade.” (BRITO;QUINTSLR, 2017; p 140)

da Baixada Fluminense, como das serras de Duque de Caxias e de Nova Iguaçu, o que representaria hoje apenas 1% do abastecimento da cidade, enquanto que Niterói e São Gonçalo, do outro lado da Baía, passaram a contar com águas oriundas da Serra de Nova Friburgo e da barragem de Paraíso em Teresópolis, captadas para o reservatório de Correção, localizado em Niterói.

Em 1903, começou a ser construído o complexo de Lajes, tornando-se o principal sistema do Grupo Light¹⁹, possuidora de três usinas hidrelétricas neste complexo, com capacidade instalada de 612 megawatts. (LIGHT, 2019)

Segundo o artigo “a história do abastecimento começa no Rio de Janeiro”, produzido pela CEDAE (2018):

[...]no início do século XX, devido às grandes estiagens, a administração de serviço público de sistema de abastecimento de água do Rio de Janeiro resolveu abandonar os estudos de reforço de suprimento de pequeno porte, voltando-se para soluções de grande porte e apresentou dois projetos: um o sistema Ribeirão das Lajes e a captação de águas dos rios Santana e Paraíba do Sul. O primeiro foi executado, mas o segundo, teve que ser alterado uma vez que se chocava com o da concessionária do serviço de energia elétrica, que produzia energia através da transposição da Serra do Mar, das águas do rio Paraíba do Sul, captando em Santa Cecília. (CEDAE, 2018)

A busca por fontes volumosas de captação de água fez com que fosse desenvolvido um sistema de adutoras em 1937, gerando obtenção de água procedente do lago de Ribeirão das Lajes, com adutoras prontas nos anos de 1940 e 1949. (CEDAE, 2018)

Em 1952, com a transposição do Rio Paraíba do Sul e do Rio Pirai, foi possível captar água para a bacia do Rio Guandu, sendo a estação de tratamento de águas - ETA GUANDU, colocada em pleno funcionamento em 1965.

¹⁹ “A Light Energia é a empresa do Grupo Light comprometida com a geração, transmissão e comercialização de energia renovável. Com capacidade de 855 *megawatts*, seu parque gerador é composto por cinco usinas hidrelétricas, nos Estados do Rio de Janeiro e de São Paulo: Fontes Nova, Nilo Peçanha e Pereira Passos, que compõem o Complexo de Lajes, localizado no *município fluminense de Pirai*; Ilha dos Pombos, em Carmo, também no Estado do Rio de Janeiro; e Santa Branca, no município paulista de mesmo nome. Além das usinas da Light Energia, o parque gerador do Grupo Light ainda inclui participações na Hidrelétrica de Paracambi e na Renova (energia eólica), totalizando 942 *megawatts*.”(LIGHT, 2019)



Figura 3: Fase dos grandes sistemas – Captação de água do Sistema Lajes - Guandu para a RMRJ - Séculos XIX e XX
 Fonte: CEDAE (2018)

Nota-se que a disponibilidade hídrica para abastecimento da RMRJ evoluiu aos passos do desenvolvimento desta região, bem como, da estruturação das hidrelétricas e transposições do Rio Paraíba do Sul.

O empreendimento também inclui duas usinas elevatórias: Santa Cecília, em Barra do Piraí, e Vigário, em Piraí, que viabilizam a transposição de parte das águas do Rio Paraíba do Sul para a Bacia do Rio Guandu e garantem o abastecimento de água para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Pelas usinas e reservatórios da Light Energia passam 96% da água que é consumida na cidade do Rio de Janeiro e na Baixada Fluminense. Desse total, 11% são águas de classe especial do Reservatório de Lajes, que só precisam ser cloradas para o consumo. (LIGHT, 2019)

Atualmente, as águas utilizadas para abastecimento da RMRJ estão arranjadas e carreadas em um grande sistema de abastecimento, com caráter complexo, sendo obtida dentro de uma nova lógica que é a captação por longas distâncias; tratamento adequado visando à qualidade para consumo; rede de distribuição com o objetivo de universalizar o sistema e a sustentabilidade.

Nesse breve histórico do abastecimento da cidade, pode-se observar que as soluções dadas às demandas populacionais, no que tange a utilização humana da água, seguiram uma lógica, tendo se moldado devido a diversos

fatores importantes, como o incremento populacional e o aumento de demanda; a diminuição de oferta hídrica de qualidade, devido ao aumento da área urbana no entorno dos mananciais e sua conseqüente poluição; a transição socioeconômico/cultural do regime de trabalho escravo para a mão de obra assalariada, que mudou a lógica de obtenção da água de barris e chafarizes para captação domiciliar; a necessidade de transformação e modernização da cidade, capital do Brasil àquela época; a necessidade da cidade se tornar menos vulnerável aos regimes sazonais de seus mananciais e conseqüentemente da escassez de água nos períodos de estiagem, entre outros aspectos.

Assim, crises hídricas na RMRJ nos períodos mencionados foram solucionadas com artifícios que seriam pouco eficientes como soluções para crises atuais.

Mas vale salientar que, em uma hipotética crise hídrica de desabastecimento, esses mananciais que não fazem parte da solução poderiam mitigar o problema, criando uma “sobrevida em forma de reserva”, como será visto adiante, até que fosse restabelecida a normalidade do abastecimento.

Há de se levar em consideração nesse caso, a qualidade desses mananciais e todo seu trajeto de montante a jusante, as interferências antrópicas e a estratégia da cidade em relação a suas políticas públicas ambiental, de obras públicas, de desenvolvimento econômico, de saúde, de saneamento básico, de crescimento urbano, de redução e gestão de riscos de desastres entre outras.

Talvez a avaliação do passado, acerca do abastecimento de água na RMRJ estabeleça os caminhos para o futuro, considerando-se a importância do abastecimento de água portátil para a continuidade do desenvolvimento na RMRJ.

3.2. O ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO NOS DIAS ATUAIS

A RMRJ tem sua territorialidade pertencente a duas regiões hidrográficas do Estado: A Região Hidrográfica II, Guandu e Região Hidrográfica V – Baía de Guanabara, sendo composta por 18 municípios, de acordo com o Instituto Estadual do Ambiente – INEA.

Seguindo o escopo deste estudo, que seria um evento adverso de escassez hídrica por conta de algum colapso de abastecimento no sistema integrado do Guandu/ Lajes/Acari, apesar de considerar a influência e a importância dos municípios pertencentes a estas regiões hidrográficas, seguiu-se a pesquisa centralizando-se os esforços somente aos municípios dependentes deste sistema de abastecimento e que sofreriam impacto direto na evolução dos possíveis cenários nefastos, ou seja, preponderantemente, municípios da região metropolitana (exceto Itaguaí), pertencentes à RH IV ou II, abastecidos pelo sistema integrado em referência, e municípios à montante da Estação de tratamento do Guandu, que tenham importância qualitativa e quantitativa em relação à água bruta para tratamento.

Segundo Britto; Formiga-Johnson; Carneiro (2016), a metrópole do Rio de Janeiro depende de mananciais localizados fora dos limites metropolitanos devido ao fato de a quantidade e a qualidade de água disponível em seus mananciais não ser suficiente para atender a demanda crescente de sua população e conseqüentemente, das estruturas de suas cidades.

A demanda de água da RMRJ nos dias atuais é atendida por um sistema de abastecimento de água integrado, que seria o Guandu, Ribeirão das Lajes e Acari, além de um sistema produtor independente que é o Imunana-Laranjal (ANA, 2010), atendendo a uma população estimada de 13 milhões de habitantes (IBGE, 2018)

A operação deste sistema foi definida ao longo do tempo por um conjunto de regras estabelecidas em leis, decretos portarias e resoluções emitidas pelos órgãos competentes, considerando-se aqui interações envolvendo principalmente: diferentes dominialidades da água (ANA no âmbito federal e INEA no estadual), operação de barragens, elevatórias e hidrelétricas (LIGHT), interação com setor elétrico (Operador Nacional do Sistema Elétrico - ONS e LIGHT) e CEDAE (como responsável pela captação da ETA-Guandu, além de uma série de captações menores). (PLANCON -COMITÊ GUANDU, 2015)

Com exceção de Niterói²⁰ e Guapimirim²¹, os demais municípios desta região têm sistemas de abastecimento de água operados pela CEDAE, que é responsável pela operação em 61 municípios do Estado. Os demais municípios têm seus sistemas de abastecimento de água operados por empresas privadas ou prefeituras.

Embora o escopo deste estudo seja o abastecimento de água da RMRJ feito pela bacia do Rio Guandu, consideraram-se os sistemas adjacentes, explicitando-se apenas os detalhes pertinentes e relevantes, entendendo-se a avaliação do uso contingencial ou não de suas águas ofertadas.

Vale o destaque que os Municípios de Magé, Tanguá e Guapimirim possuem sistemas isolados de abastecimento de água e que necessitam modernização emergencial, já que por diversos motivos, não atendem às demandas hídricas atuais de seus próprios municípios, sendo então descartada uma análise pormenorizada no desenvolvimento deste estudo (ANA, 2010).

MUNICÍPIO	SISTEMA DE ABASTECIMENTO	POPULAÇÃO estimada em 2018 (IBGE)
Itaguaí*	Lajes	125.913
Paracambi	Lajes	51.815
Queimados	Guandu/Lajes	149.265
Seropédica	Lajes	86.743
Japeri	Guandu/Lajes	103.960
Rio de Janeiro	Guandu/Lajes/Acari	6.688.927
Belford Roxo	Guandu/ Acari	508.614
Duque de Caxias	Guandu/ Acari	914.383
Mesquita	Guandu	175.620
São João de Meriti,	Guandu	471.888
Nilópolis	Guandu	162.269
Nova Iguaçu	Guandu/Lajes/Acari	818.875
Total		10.258.272

Quadro 2: População estimada da RMRJ atendida somente pelo sistema de abastecimento do Lajes/Guandu/Acari ,
Fonte: Adaptação do autor com base em IBGE (2018) e INEA (2015)

²⁰ Niterói é abastecida com água tratada do sistema Imunana- Laranjal, porém são distribuídas pela empresa concessionária “Águas de Niterói” (ANA,2010);

²¹ O Município de Guapimirim é abastecida pela empresa concessionária “Fortes da Serra” que capta água do Rio Soberbo (CEDAE,2019)

REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO- SISTEMA GANDU /LAJES/ ACARI						
Sistema	Principais mananciais	Sedes urbanas atendidas	Vazões produzidas l/s - 2015	População IBGE/2018	Demanda 2015	Demanda 2035
Acari	Nascentes das Serras da Bandeira; do Tingá; do Macuco e do Couto	Belford Roxo; Duque de Caxias; Nova Iguaçu.	Entre 1900 e 3800			
Guandu	Paraíba do Sul e Pirai e Guandu	Belford Roxo; Duque de Caxias; Nova Iguaçu; Japeri; Mesquita; Nilópolis; Queimados; Rio de Janeiro; São João de Meriti.	45000			
Ribeirão das Lajes	Ribeirão das Lajes da Bacia do Rio Pirai	Itaguaí (Fora da RMRJ); Japeri; Nova Iguaçu; Paracambi; Queimados; Rio de Janeiro; Seropédica.	5500			
Total			53000 a 54000	10.258.272 Habitantes	56000	73200

Quadro 3: Vazões produzidas pelo sistema integrado Gandu /Lajes/ Acari em relação ao atendimento por demanda populacional.

Fonte: Adaptação do autor com base em ANA (2010); IBGE (2018); INEA (2015), FIRJAN (2015).

Descreve-se a seguir os dois macrossistemas responsáveis pelo abastecimento de água da maioria da população fluminense (Sistemas Guandu/Lajes/Acari e Imunana/Laranjal), apresentando a forma de controle e distribuição pela CEDAE.

3.2.1. O Sistema Imunana-Laranjal

O sistema Imunana – Laranjal, operado pela CEDAE, tem sua origem na captação de água do canal de Imunana o sistema bombeia água captada no Rio Macacu que, por sua vez, recebe águas do afluyente Guapiaçu e é conduzida até a elevatória de água bruta por um canal desarenador situado no Município de Guapimirim, onde é bombeada à ETA do Laranjal no Município de São Gonçalo. Esta ETA é um complexo de produção e fornecimento de água potável, possuindo 3 (três) estações interligadas, com vazão nominal de 7.0m³/s, que abastece os municípios de Itaboraí (apenas água bruta); Niterói; Rio de Janeiro (bairro de Ilha do Paquetá) e São Gonçalo .

O sistema sofre com a sazonalidade e seus períodos de seca que geram a diminuição na vazão e interferência na qualidade da água, já que não possui

reservatório para tratamento que atenda a demanda populacional, pois possui uma “[...]vazão atual total de 6.2 m³/s, insuficiente para atender a demanda atual que é da ordem de 10.9 m³/s, tornando-se necessária a ampliação da produção de água em 4.7 m³/s” , segundo Britto; Formiga-Johnson; Carneiro (2016).

O Governo do Estado propõe a construção de uma barragem no Rio Guapiaçu em Cachoeiras de Macacu, com a finalidade de abastecer as cidades de Niterói, São Gonçalo, e Itaboraí, que são regiões que poderão ter aumento em 11,1% na população e a projeção é de que o crescimento venha a ser de forma mais íngreme nos próximos anos dada a reativação efetiva do COMPERJ (AEDB, 2016).

Porém, há diversos fatores controversos em termos de impacto socioambiental, econômico entre outros aspectos, que fazem esta construção se postergar por anos e, mesmo que a construção da barragem seja executada não solucionaria o déficit de água existente e futuro para abastecer cerca de 2 milhões de pessoas, segundo Britto; Formiga-Johnson; Carneiro (2016).

3.2.2. O Sistema Integrado Guandu/Lajes/Acari

A transposição dos Rios Paraíba do Sul, Piraí e Vigário visando à geração de energia no complexo hidrelétrico de Lajes foram iniciadas no início do Século XX, com a realização de obras hidráulicas, sendo gradativamente ampliada com construção de estações elevatórias, barragens e usinas hidrelétricas (CAMPOS, 2015).

Esse sistema integrado é responsável pela oferta de água potável da população fluminense estabelecida na RMRJ, tendo evoluído com o tempo e em compasso com o desenvolvimento da região, no que tange à economia e contingente populacional, tendo adquirido importância na produção de energia elétrica, não pelo total de energia gerada, mas sim pelas questões de uso múltiplo das águas numa das regiões mais industrializadas do país e de ser a RMRJ totalmente dependente da manutenção desse arranjo (CAMPOS, 2015).

Nota-se que o Sistema integrado Guandu/Lajes/Acari no que tange a abastecimento de água evoluiu a partir das necessidades de abastecimento da

cidade e que o Sistema Guandu, por meio da estrutura ETA Guandu é preponderante entre os demais, tendo sido reconhecido como a maior estação de tratamento do mundo (CEDAE, 2019).

Descreve-se a seguir alguns aspectos relevantes deste sistema integrado, individualizado as partes, contextualizando o abastecimento de água na RMRJ por esse sistema.

3.2.2.1 O Sistema Acari

O sistema de abastecimento de água de Acari complementa e se integra ao Sistema do Guandu para o abastecimento de água da RMRJ, sendo formado por 5 subsistemas – (São Pedro, Rio d'Ouro, Tinguá, Xerém e Mantiqueira), que possuem estruturas simples de captação e apresentam regimes sazonais de vazão.(ANA, 2010)

Os municípios de Nova Iguaçu (parcialmente), Duque de Caxias (parcialmente), bem como Belford Roxo, (algumas localidades) são abastecidas pelo Sistema Acari (PERH,2018), que possui Vazão variando entre 1,7(período de estiagem) e 3,8 m³/s (período chuvoso) atendendo a algo entorno de 600 mil habitantes (CAMPOS, 2005).

Segundo Britto; Formiga-Johnson; Carneiro (2016, p.195) a “A água produzida pelo Sistema Acari sofre apenas desinfecção, pois as águas captadas são de mananciais preservados com remanescentes representativos de Mata Atlântica”.

Como dito anteriormente, o Sistema Acari é sazonal, logo depende do volume de chuvas e, além disso, não existe capacidade de expansão para este sistema de acordo com o PERH(2018), destacando-se também que “ O desmatamento das serras do entorno levaram à redução das vazões dos mananciais e rupturas nas adutoras ocasionavam repetidas interrupções no abastecimento.”(BRITO , QUINTSLR; 2017; p. 146)

3.2.2.2. O Sistema Lajes/ Guandu

A Bacia do Rio Guandu, principal objeto deste estudo, cobre uma área de 1.385 km², sendo a população no seu entorno de 407.315 habitantes ,

possuindo como curso d'água principal , o Rio Guandu e como principais afluentes , os rios dos Macacos, Santana, São Pedro, Poços / Queimados e Ipiranga e seu curso final retificado leva o nome de canal de São Francisco (VIANA, 2009).

O Rio Guandu possui pequeno porte em condições naturais, porém se tornou bastante caudaloso, podendo receber contribuição de mais de 60% das águas do Rio Paraíba do Sul, algo entorno de $180\text{m}^3/\text{s}$ ²² (vazão de outorga) , na Usina Elevatória de Santa Cecília, em Barra do Piraí, onde a água é bombeada cerca de 15m acima, havendo assim a transposição do Rio Paraíba do Sul para o Rio Piraí, onde é bombeada novamente e elevada cerca de 35 metros até o reservatório de Vigário, localizada na cidade de Piraí (CAMPOS, 2015).

A partir deste reservatório, há uma queda nominal de 310m e 303m, gerando energia por meio das usinas de Fontes e Nilo Peçanha respectivamente.

Em outro prisma, várias nascentes que se localizam na serra do mar em diversos municípios e alguns riachos convergem na represa de Ribeirão das Lajes, importante por regular a vazão e por ser um dos mananciais formadores do Rio Guandu. A água desse reservatório gera energia elétrica à jusante na usina hidrelétrica de Fontes Nova e “[...] toda água utilizada para geração de energia flui para o reservatório de Ponte Coberta e, um pouco mais a frente, há um novo aproveitamento energético através da usina de Pereira Passos”. (CEDAE, 2019)

Esse sistema começou a operar em 1940, tendo sido ampliado em 1949, com a construção de uma segunda adutora que objetivava garantir e regularizar o abastecimento da cidade do Rio de Janeiro, já que os mananciais e o Sistema Acari apresentavam regimes sujeitos a variações sazonais, só

²² Cabe salientar que as vazões médias anuais que migram do Rio Paraíba do Sul e Piraí para a Bacia do Rio Guandu correspondem a $150\text{m}^3/\text{s}$, número abaixo do que fora outorgados para utilização da LIGHT, devido a alguns fatores tais como processo de depleciamento dos reservatórios das usinas hidrelétricas, localizadas à cabeceira do Rio Paraíba do Sul, que regulam a vazão e são responsáveis pela transposição em Santa Cecília e os baixos índices pluviométricos ao longo dos anos (CAMPOS, 2015). Atualmente essa vazão média está entorno de $110\text{m}^3/\text{s}$ a $120\text{m}^3/\text{s}$ (BRITTO; FORMIGA-JOHNSON; CARNEIRO, 2016) .

sendo possível sua utilização graças à construção da barragem de Lajes em 1905 (BRITTO; FORMIGA-JOHNSON; CARNEIRO, 2016) .

O Sistema de Ribeirão das Lajes contribui sobremaneira para a vazão do Rio Guandu, logo, para o abastecimento da RMRJ, e também abastece as cidades de Paracambi e Seropédica (totalmente); Japeri, Nova Iguaçu, Queimados, Rio de Janeiro (parcialmente) e Itaguaí, que está fora da RMRJ (ANA, 2010), possuindo uma vazão de 5,5m³/s.(CEDAE, 2019).

As adutoras que partem do Ribeirão das Lajes, passando por Seropédica e Nova Iguaçu, chegando a seu destino no reservatório de Pedregulho, no Bairro de Benfica, Rio de Janeiro, apresentando boa qualidade para consumo público, tendo recebido somente um tratamento simplificado.

Essas águas não se misturam com as águas provenientes da transposição do rio Paraíba do Sul, que são armazenadas sucessivamente nos reservatórios de Santana e de Vigário. As adutoras transportam a vazão total de 5.500 l/s abastecendo parte dos municípios de Paracambi (104l/s), Seropédica (319 l/s), Queimados (44 l/s), Japeri (154 l/s), Nova Iguaçu (38 l/s), Rio de Janeiro (4.510 l/s) e Itaguaí (330 l/s). A partir do município do Rio de Janeiro, cerca de 8 km após a ETA Guandu, as adutoras do Sistema de Ribeirão das Lajes se interligam às adutoras de água tratada do Sistema Guandu formando um único sistema. (BRITO; FORMIGA-JOHNSON; CARNEIRO, 2016; p. 194).

Entre as cidades de Japeri e Paracambi, o Ribeirão das Lajes recebe águas do Rio Santana e passa a denominar-se o Rio Guandu, que possui grande importância estratégica para o Estado do Rio de Janeiro e, por conseguinte, para o Brasil, haja vista suas águas abastecerem de água potável a maior parte da RMRJ, uma das mais populosas do país, além de abastecer indústrias e contribuir com a produção de energia elétrica por meio de suas usinas nele instaladas.

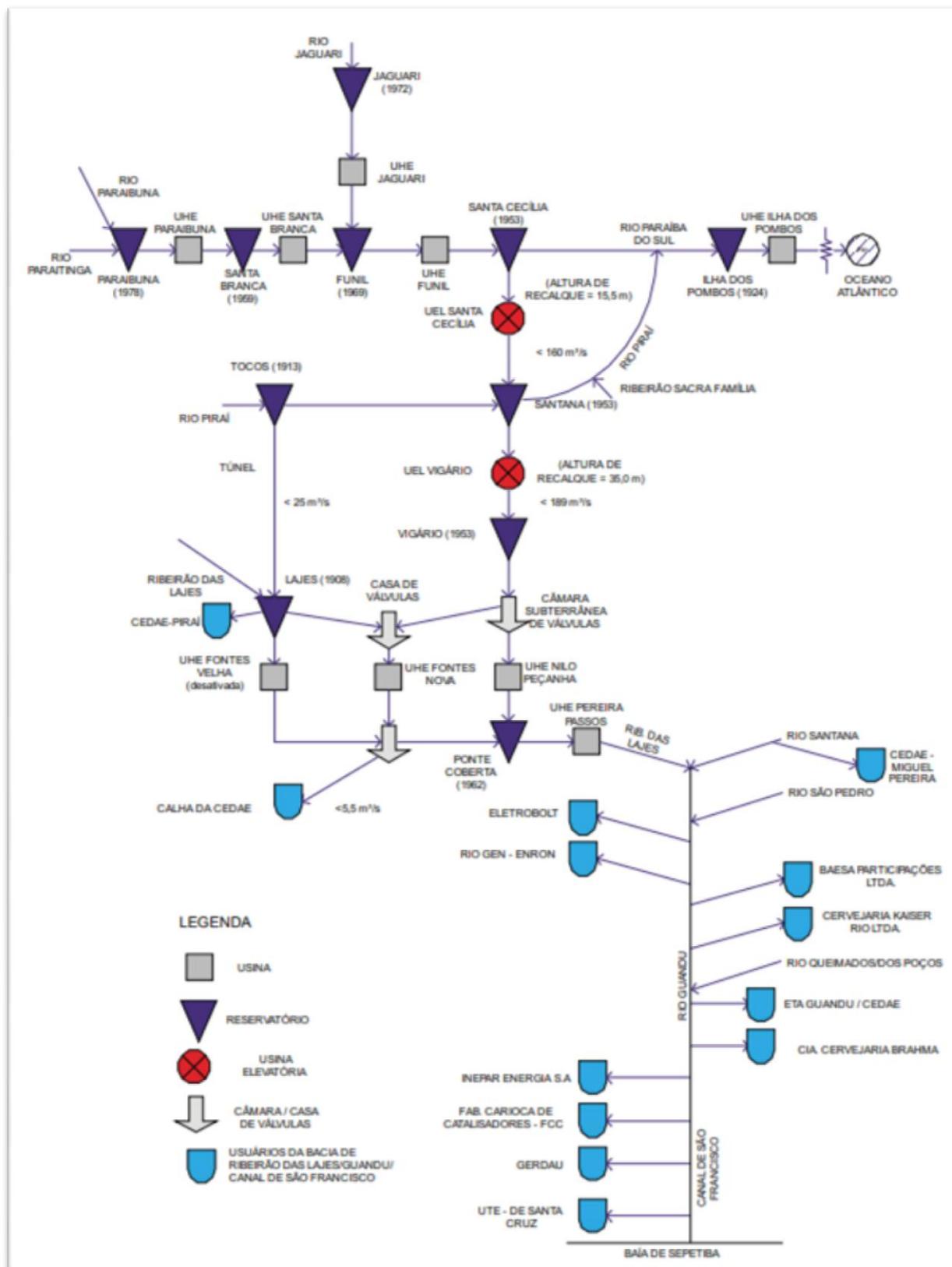


Figura 4: Diagrama topológico do Complexo Hidrelétrico de Lajes/Paraíba do Sul
 Fonte : Campos (2001)

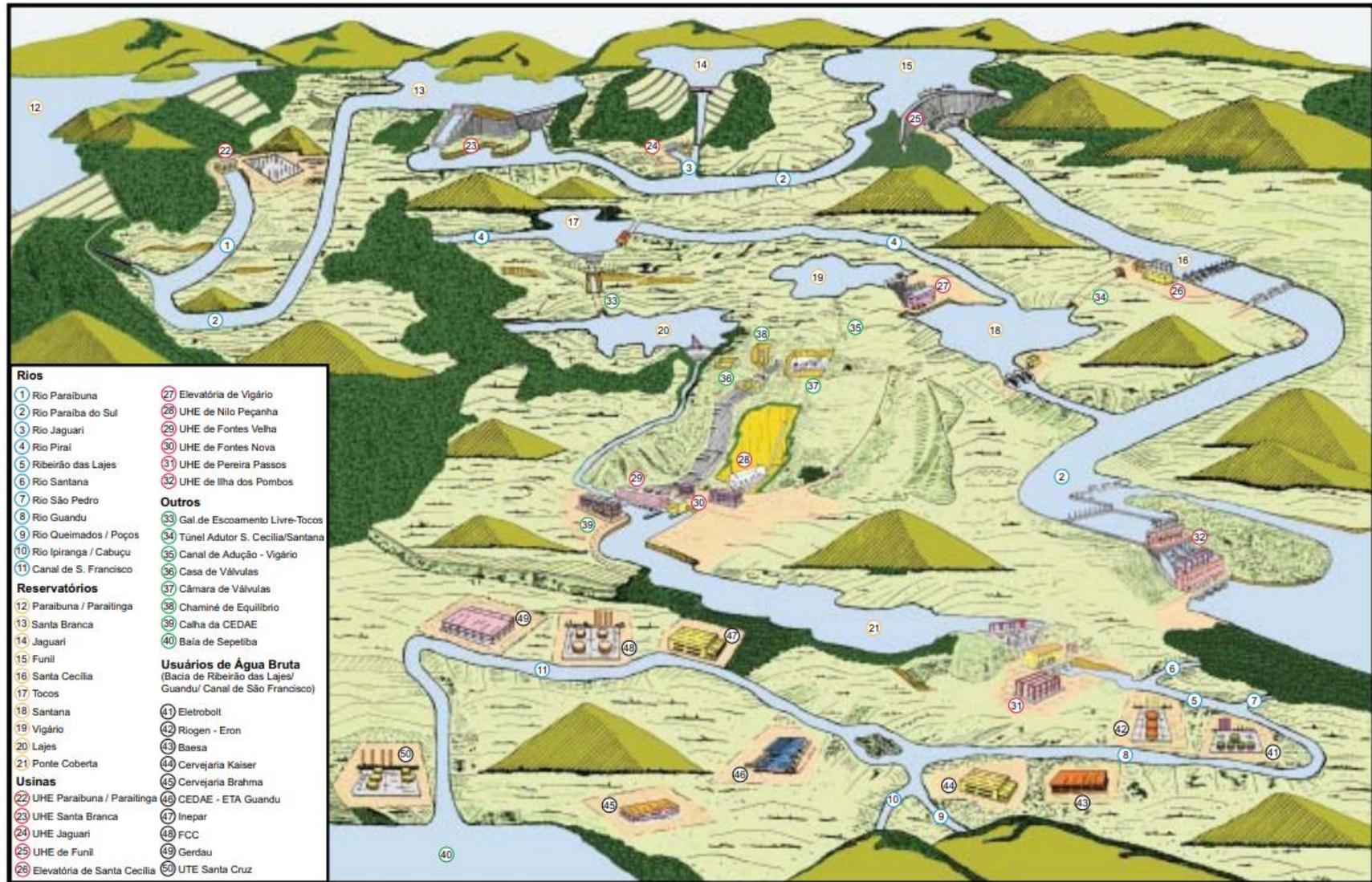


Figura 5: Representação esquemática do Complexo Hidrelétrico de Lajes/Paraíba do Sul
Fonte: Campos (2001)

3.3 A ETA GUANDU

Com 63 km, o Rio Guandu corta 8 municípios – (Piraí, Paracambi, Itaguaí, Seropédica, Japeri, Queimados, Nova Iguaçu e Rio de Janeiro) e seu curso recebe ainda as águas poluídas dos rios da cidade de Queimados como o Abel e o Poços/Queimados, bem como os córregos de Seropédica, passando ainda pelo município de Nova Iguaçu, após 43 km de percurso desde sua nascente, onde sua água é captada e tratada pela ETA Guandu, que é considerada a maior do mundo, segundo GUINNESS WORD RECORD(2007), capaz de tratar 45m³/s continuamente, em um processo de tratamento convencional composto por coagulação, floculação, sedimentação, filtração, desinfecção e ainda correção de pH. (CEDAE, 2019)

Localizada às margens da rodovia BR 465, no município de Nova Iguaçu, a ETA Guandu trata e distribui a vazão de 45.000 l/s. Após tratamento, a água é transportada através de dois subsistemas: Marapicú e Lameirão. Do subsistema Marapicú, a água é bombeada através de seis adutoras, aduzindo água para a Zona Oeste e a Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro e para a Baixada Fluminense. Esta última recebe uma vazão máxima de 15.100 l/s provenientes das adutoras da Baixada, por interligações entre os subsistemas e o sistema Acari. Já do subsistema Lameirão a água é aduzida através de vários sistemas de transposição, abastecendo em marcha, ao longo dos seus 33 km, vários bairros da Zona Oeste, Zona Norte, Centro e Zona Sul da Cidade do Rio de Janeiro, além do município de Nilópolis na Baixada Fluminense. (BRITTO; FORMIGA-JOHNSON; CARNEIRO, 2016)

Deste ponto, o Guandu recebe águas do Rio Guandu – Mirim e se divide em vários canais, como o de São Francisco, na zona industrial do bairro de Santa Cruz, já no Município do Rio de Janeiro, desaguando, por fim, na Baía de Sepetiba. Segundo Viana (2009) “[...] a zona da foz é ocupada por manguezais e nela encontra-se um delta em formação”.

A captação de água do Rio Guandu se dá por meio de estruturas que se localizam junto à antiga Rio- São Paulo, em seu km 22, tendo sido construído um canal de desvio para tomada d`água, que se juntaram às estruturas mais antigas e levando à formação de uma ilha fluvial, existindo uma barragem auxiliar com 3 comportas no braço direito (canal de desvio) e uma barragem principal com 7 comportas, no braço principal, tendo estas a função de regularizar e manter o nível d`água para captação, tendo sido duplicada no ano de 1994, segundo a CEDAE (2019):

Após este processo, a água bruta é transferida por meio de gravidade em túneis de 270m de extensão, chegando aos desarenadores, havendo redução de velocidade e contribuindo para a sedimentação de partículas mais pesadas, como a areia presente na água bruta (CEDAE, 2019).

Além das duas barragens de nível, a estrutura de captação é composta por barragem flutuante, bacia de captação, canais de purga, duas tomadas d'água protegidas por gradeamento, além de túneis de escoamento da água até os desarenadores (CEDAE, 2019)



Figura 6: Captação de água – ETA-Guandu
Fonte CEDAE, 2019



Figura 7: Esquema ilustrativo de projeto de proteção da captação da ETA-Guandu
Fonte CEDAE, 2019

Dessa forma, a água flui para os poços de sucção das elevatórias de água bruta denominadas BRG e NBRG, que possuem gradil para proteção das bombas, 22 grupos moto-bombas elevando a água bruta, cerca de 15 metros, gerando energia suficiente para que a água chegue na ETA – Guandu.²³ (CEDAE, 2019)

Devido à complexidade de suas operações, a ETA – GUANDU possui como estrutura um Centro de Controle Operacional (CCO) que funciona 24 horas todos os dias, onde se monitoram diversos pontos, executando os seguintes serviços, como mostra CEDAE (2019):

São monitorados em processo contínuo cerca de 700 pontos, que incluem parâmetros de controle de qualidade, hidráulicos e eletromecânicos, desde o manancial de captação até às elevatórias e reservatório de água tratada. O sistema de supervisão é composto por analisadores de processo contínuo, unidades remotas de telemetria, controladores lógicos programáveis, sistema de transmissão de dados via cabo e via rádio, modems, computadores e software de supervisão e gerenciamento de dados. (CEDAE, 2019)

Assim, os dados que chegam neste centro são processados por meio de software de gerenciamento capaz de emitir alerta no caso de valores inadequados acerca da demanda da água suas condições de tratabilidade.

3.4 A BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL E A ESCASSEZ HÍDRICA DA RMRJ

O Rio Paraíba do Sul nasce em São Paulo, formado pela união dos Rios Paraibuna e Paraitinga, a 1800 m de altitude na região da Serra da Bocaina, e seus principais afluentes nascem em Minas Gerais, adentrando o território Fluminense, desaguando a 1.100km de sua origem, no município de São João da Barra, Norte do Estado do Rio de Janeiro, abrangendo total ou parcialmente 184 municípios, sendo 39 localizados no Estado de São Paulo, 57 no Estado do Rio de Janeiro e 88 em Minas Gerais. (INEA, 2014)

Apesar de não ser escopo deste trabalho, não há como dissociar a grande influência do Rio Paraíba do Sul do abastecimento da RMRJ, sendo esse, um dos fatores desencadeadores de um possível cenário de crise por

²³ Quatro adutoras com diâmetro de 2,50m e uma com diâmetro de 2,10m são responsáveis pela adução da água bruta, por um percurso de 3.200m até a ETA Guandu. (CEDAE, 2019)

escassez hídrica na região estudada, nesse caso, não existir água bruta em quantidade e qualidade suficiente a ser tratada pela ETA-Guandu.

Tanto o abastecimento de toda a RMRJ, bem como o funcionamento integral das atividades humanas no Estado do Rio de Janeiro, depende da transposição do Rio Paraíba do Sul para o Guandu, por meio de um sistema complexo que, originalmente foi projetado para gerar energia elétrica, mas que atualmente, a energia gerada pelas usinas hidrelétrica do subsistema Paraíba do Sul corresponde a, somente, 1,8% do sistema interligado Nacional, conforme dados da ONS (2014a), possuindo ainda papel fundamental no controle de inundações.

Todo o conjunto presente na bacia do Rio Guandu, bem como seus múltiplos usos tais como reservatórios, usinas hidrelétricas e principalmente, o abastecimento de água da RMRJ depende da transposição de águas oriundas da bacia do Rio Paraíba do Sul e o PERHI (2014), ressalta a “[...]importância da garantia dessa vazão para o atendimento atual e sobretudo futuro da RMRJ.” Logo, se torna claro o quanto o Rio Paraíba do Sul , que nasce no Estado de São Paulo e que também atende ao Estado de Minas Gerais é importante economicamente e socialmente para o Estado do Rio de Janeiro, sendo a única reserva estratégica existente para atender as futuras gerações da RMRJ.

Assim, fica evidente que toda a organização socioeconômica, política, entre outros aspectos, depende de todo um arranjo intermunicipal de interesses difusos e diversos, a serem conjugados intimamente com as condições meteorológicas, climáticas e ambientais.

Uma característica marcante da Metrópole do Rio de Janeiro é sua forte dependência de mananciais que se situam fora dos limites metropolitanos. De fato, a disponibilidade de água no seu próprio território, em quantidade ou qualidade, não é suficiente para atender à demanda crescente dos seus municípios (BRITO; FORMIGA – JOHNSON; CARNEIRO , 2015; p 188)

Qualquer alteração no regime de transposição e das regras operativas que tenham como consequência, diminuição da vazão do Rio Paraíba do Sul destinada ao Guandu, aumenta a vulnerabilidade do sistema de abastecimento da metrópole fluminense. (BRITO; FORMIGA –JOHNSON; CARNEIRO , 2015)

“Na realidade, por se constituir em praticamente o único manancial, a bacia do Rio Paraíba do Sul é de fundamental importância, especialmente, para a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), tornando o estado completamente dependente das águas dessa bacia hidrográfica [...]” (PERHI, 2014; p 119)

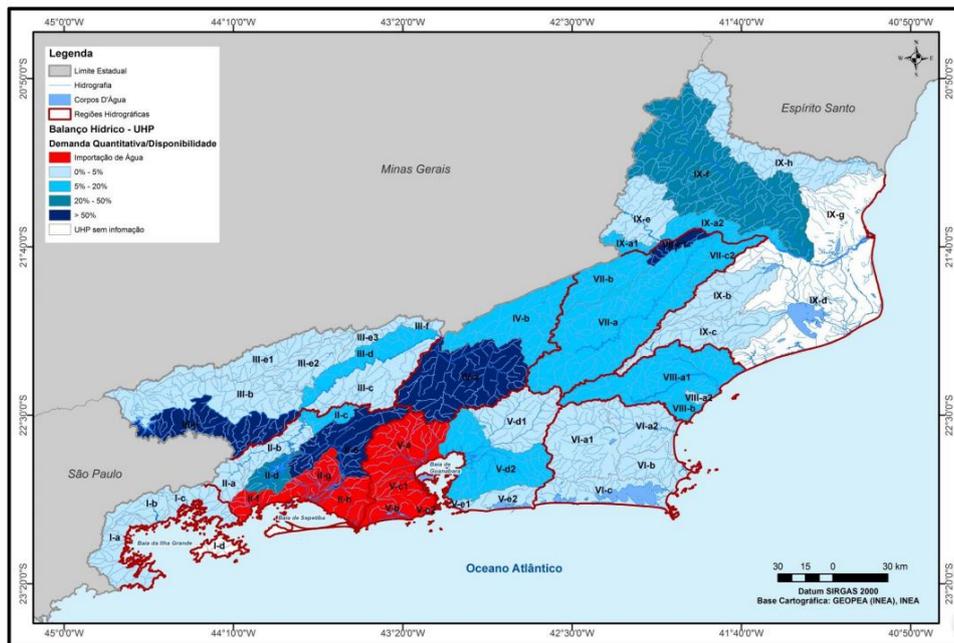


Figura 8: Relação entre vazão de consumo e disponibilidade hídrica nas RMRJ – Cenário atual
Fonte: PERHI (2014).

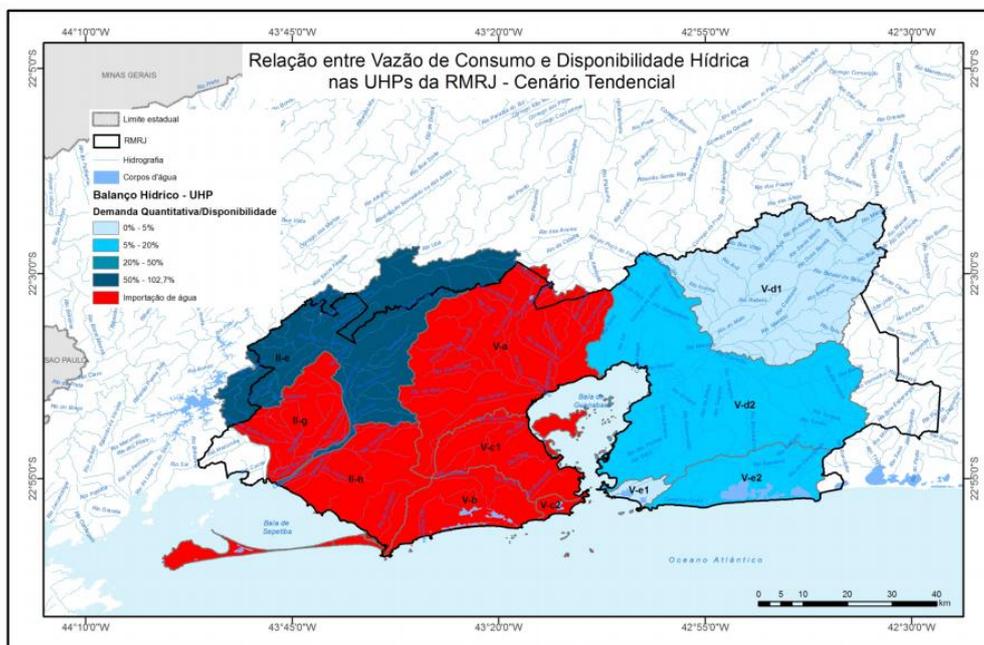


Figura 9: Relação entre vazão de consumo e disponibilidade hídrica nas RMRJ – Cenário Tendencial (2035)
Fonte: Integral de Engenharia Ltda/Firjan (elaborada a partir dos dados do PERHI, 2014).

O agravamento deste problema se dá, pois o Rio Paraíba do Sul é interestadual, asseverando-se com a lógica climática da sazonalidade, onde alguns períodos de escassez pluviométrica revelam tensões entre interesses diversos, como em 2014/2015, em que a oferta hídrica foi substancialmente comprometida e conseqüentemente, o volume transposto para a Bacia do Rio Guandu, fazendo com que o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) diminuísse a quantidade de água liberada dos reservatórios para a geração de energia em detrimento da preservação do estoque de água nos reservatórios de usos múltiplos. (BRITO; FORMIGA –JOHNSON; CARNEIRO, 2015)

Como afirmado anteriormente, se a grande importância atual da transposição do Rio Paraíba do Sul para a Bacia do Guandu deixou de ser a produção de energia elétrica, que apesar de relevante, se torna menos importante em relação ao abastecimento de água da RMRJ, devido ao fato da baixa resiliência à estressores climáticos, como afirma Carneiro (2015), os seus reservatórios devem operar garantindo estoques de água para suprimento do abastecimento público, lógica essa que (BRITO; FORMIGA –JOHNSON; CARNEIRO, 2015; p.190) destaca da seguinte forma:

Há consenso entre representantes do poder público e da sociedade civil que as regras de operação dos reservatórios que vigoraram até agora na Bacia Paraíba do Sul não são mais adaptadas à nova realidade da bacia, seja em função do crescimento da demanda para outros usos, em especial o abastecimento público, ou ainda em função da intensificação de extremos hidrológicos na Bacia a exemplo da estiagem severa desde 2014.

Um exemplo desta baixa resiliência da Bacia do Rio Paraíba do Sul foi a ocorrência de estiagem em 2014, considerada a pior em 85 anos, onde houve a diminuição progressiva da vazão do volume transposto para a Bacia do Rio Guandu, de 190m³/s, para 110m³/s fazendo com que os diversos usuários tais como indústrias e a própria ETA –Guandu tivessem que promover diversas adaptações e ajustes às baixas vazões para atenuar a crise de desabastecimento na RMRJ, não tornando perceptível à população consumidora da água tratada. (BRITO; FORMIGA –JOHNSON; CARNEIRO, 2015)

Essa baixa resiliência do sistema de abastecimento de água na RMRJ se evidencia nos momentos de diminuição da vazão, porém fica claro, conforme Swyngedouw (2009), que os efeitos das mudanças climáticas,

incluindo aqueles que impactam a disponibilidade hídrica, são mediados politicamente, sem o caráter mais amplo e sistêmico, mas sim por formas particulares de organização política e institucional do ciclo hidrossocial. (BRITO; FORMIGA –JOHNSON; CARNEIRO , 2015)

Considera-se então que o período de baixo índice pluviométrico na região da bacia do rio Paraíba do Sul, juntamente com estressores antrópicos nessa região, bem como na bacia do Rio Guandu, sejam fatores desencadeadores relevantes à escassez de água na RMRJ, principalmente por revelar problemas estruturais e não estruturais que caminham, em alguns momentos, de forma descompassada à demanda populacional e das atividades econômicas presentes, havendo necessidade de adequação dos processos de governança e gestão das águas para essas bacias.

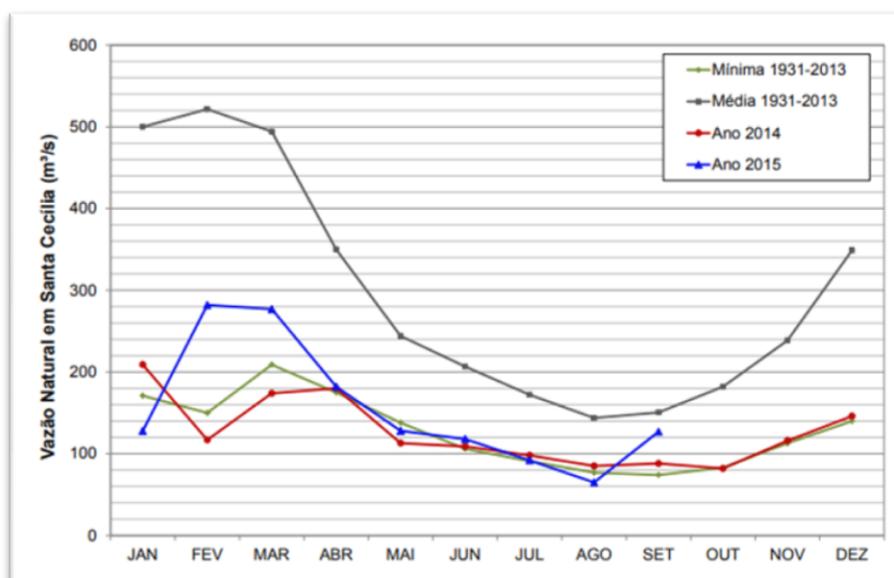


Figura10 - Vazões naturais do Rio Paraíba do Sul na barragem de Santa Cecília. Fonte: Da Costa *et al* (2015). Elaborada pelos autores, com dados da ANA/ONS

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho adota como conceito de pesquisa “[...] o procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos” (GIL, 2002, p.17), e para a realização do presente trabalho, realizou-se pesquisa que, quanto aos fins, possui caráter exploratório, pois se analisou os problemas e construíram-se hipóteses sobre um desastre advindo de escassez de água, adentrando à finalidade de

desenvolvimento de novas perspectivas de problemáticas e de hipóteses envolvendo a temática da segurança hídrica na RMRJ, se constituindo como uma etapa preliminar para uma investigação e análises mais amplas acerca do problema abordado. (VERGARA, 2014)

Desta forma, observou-se, primeiramente, o Estado da Arte do abastecimento de água da RMRJ, utilizando-se como procedimento técnico, uma extensa pesquisa bibliográfica, principalmente no que se refere ao sistema Guandu, identificando-se as variáveis que influenciariam em uma linha de causa e efeito ao acontecimento do hipotético fenômeno e a proposta por soluções.

Esta pesquisa revela aspectos descritivos e explicativos, uma vez que se associou a descrição das características do abastecimento da RMRJ, de sua população, de seus mananciais, às variáveis que influenciam e dimensionam os problemas observados, onde além de identificar a existência da relação entre variáveis, se pretendeu apresentar a natureza da relação. (GIL, 2002)

Há características de pesquisa aplicada e intervencionista, onde se produz conhecimento para uma aplicação prática, construindo um arcabouço que oriente sobre quais variáveis influenciariam na construção de um desastre por escassez de água na RMRJ, bem como, uma avaliação qualitativa dos meios que poderiam ser empregados, de forma a mitigar este impacto, existem efetivamente para utilização. (VERGARA, 2014).

Isso se evidencia na proposição de modelos de conteúdo que devam ter os planos de contingências voltados ao enfrentamento da crise hídrica na RMRJ, bem como na forma de se avaliar e tipificar esse desastre, de acordo com a legislação brasileira vigente e as possibilidades de intervenção voltada a reposta e recuperação do cotidiano habitualmente normal desta região.

Utilizou-se ainda o método estatístico atrelado ao método dedutivo e ao método indutivo (LAKATOS, 2003), como forma da análise do problema pesquisado, destacando o aspecto populacional em relação à oferta e demanda de água potável e uma projeção futura de demanda, utilizando-se também, em outros momentos de um modelo de planos e legislações mais gerais, para análise de documentos particulares de cada instituição singular, favorecendo a construção de cenários e uma proposição de possíveis

sugestões, baseadas em dados quantitativos debruçados em perspectivas reais.

Entendeu-se que não bastaria realizar a verificação da existência ou não de planos de contingência para a crise hídrica, mas sim se a qualidade e a funcionalidade atenderiam às recomendações técnicas existentes para confecção de planos de contingência, para cada órgão envolvido, bem como serviria eficientemente a uma demanda de necessidades emergenciais por conta de um desastre com características duradouras.

Além da pesquisa bibliográfica utilizada, o procedimento técnico deste trabalho incluiu visitas técnicas à instituições de interesse e previamente selecionadas, com os seguintes objetivos: Verificar a existência de documentação acerca do contingenciamento de um desastre por escassez hídrica na RMRJ; obter esses planos de contingências; entender suas perspectivas quanto ao risco abordado nesta pesquisa; realizar avaliação documental por meio de uma análise qualitativa da abrangência demográfica e sócio geográfica de um possível impacto por desastre; e verificar as possíveis soluções existentes para mitigação, resposta e recuperação à desastres, atrelados às variáveis tempo/espço, entre outros aspectos.

Desta forma, foram feitas visitas, ou buscas nos sítios digitais oficiais, das seguintes instituições selecionadas, a fim de obter dados sobre a existência ou não de planos de contingências acerca da temática abordada e, havendo o referido plano, a obtenção do documento visando uma análise acadêmico- científico de caráter qualitativa:

1. AGEVAP- Comitê Guandu
2. SEDEC/RJ – SUOP –DGDEC- CORPO de BOMBEIROS
3. CEDAE - ETA - Guandu
4. COMDECs – COORDENADORIAS MUNICIPAIS DE DEFESAS CIVIS DA RMRJ²⁴
5. SEAS – INEA
6. EB
7. LIGHT - RIBEIRÃO DAS LAJES
8. INDÚSTRIAS²⁵

²⁴ COMDECs de municípios que utilizam águas oriundas da ETA-Guandu ou que possuem potencial de alteração das águas da Bacia do Rio Guandu.

Esta pesquisa também utilizou alguns estudos de caso para verticalizar a análise sobre a escassez de água na RMRJ explicitando, *ex-post-fato*, a implicação das diversas variáveis na amplitude da problemática abordada e sua influência para as soluções dentro de uma linha do tempo estipulada. (VERGARA, 2014)

Assim, foram observados os eventos adversos e os efeitos nefastos relativos às crises hídricas na RMRJ (2014), bem como em diversos outros países e as soluções aplicadas a favor de mitigar, responder e prevenir o desastre.

5. RESULTADOS E ANÁLISES

Neste capítulo, são apresentados os resultados desta pesquisa, onde as hipóteses propostas foram verificadas, estabelecendo - se os fatores condicionantes e variáveis que retratam a situação de um possível desastre por escassez hídrica dentro da área de influência da ETA – Guandu e os diversos aspectos que envolvem o planejamento e a resposta para esse tipo de desastre.

Estes resultados foram obtidos por meio de visitas e consultas técnicas às instituições envolvidas em uma possível operação de contingenciamento à escassez hídrica na RMRJ, bem como, estão apoiados no vasto arcabouço bibliográfico que acompanhou este trabalho.

Desta forma, serão explicitados a seguir, resultados e análises relativas às seguintes abordagens:

- Verificação da existência ou não de planos para o enfrentamento de uma crise hídrica na RMRJ, desenvolvidos pelos diversos órgãos afins a esse risco, gerando uma abordagem quantitativa;
- Análise qualitativa dos planos existentes, onde se verificou além de suas tipologias (se de contingências; de ação e emergências; emergências; estratégicos; operacional, entre outras diversas denominações), uma avaliação dos itens abordados e encontrados em cada plano, entendendo estar adequado ou não ao enfrentamento, partindo-se da

²⁵ Parques industriais com influência direta na Bacia do Rio Guandu, à montante da ETA - Guandu.

perspectiva do modelo de planos de contingências adotados pela Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC-DR, 2017), como base para verificação dos requisitos mínimos, por ser esse um órgão oficial emanador de doutrinas.

- Os possíveis cenários para o desastre em lide, destacando aqueles com características mais desfavoráveis, dentro da ótica dos elementos que compõem o risco;
- As ações a serem executadas pelos órgãos envolvidos tanto na gestão de riscos quanto na gestão do desastre;
- A classificação do desastre “escassez hídrica” de acordo com a legislação de proteção e defesa civil vigente em nosso país; e
- O tempo de resistência e a capacidade de resiliência que a população da RMRJ possuiria até que as ações mitigadoras, de resposta e recuperação restabelecessem a normalidade, no que tange ao abastecimento de água potável nessa região estudada.

5.1. PLANOS DE CONTINGÊNCIAS

De acordo com a Instrução Normativa nº 02 de 20 de dezembro de 2016, “Plano de Contingência é documento que registra o planejamento elaborado a partir da percepção do risco de determinado tipo de desastres e estabelece os procedimentos e responsabilidades.” (BRASIL, 2016)

Na busca de planos de contingências ou planos correlatos nos órgãos possivelmente participantes de uma possível ação mitigatória de resposta e de recuperação em casos de ocorrência de escassez hídrica na RMRJ, foram realizadas visitas de campo ou consultas às seguintes instituições: AGEVAP-Comitê Guandu; SEDEC-RJ – SUOP – DGDEC; CEDAE - ETA GUANDU; DEFESA CIVIL DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO; COMDECs da REDEC Baixada Fluminense²⁶; COMDECs da REDEC Sul Fluminense²⁷; SEAS – INEA; CBMERJ; EB - Exército Brasileiro; SISTEMA HIDRELÉTRICO DE RIBEIRÃO DAS LAJES, no período compreendido entre 08 de Outubro de 2018 a 10 de

²⁶ Municípios consultados na Baixada Fluminense: São João de Meriti, Nova Iguaçu, Duque de Caxias, Mesquita, Belford Roxo, Queimados, Seropédica, Paracambi, Nilópolis, Japeri e Engº Paulo de Frontin.

²⁷ Municípios consultados no Sul Fluminense: Barra do Piraí, , Mendes, Miguel Pereira, Piraí, Rio Claro e Vassouras.

Outubro de 2019, onde dois objetivos se evidenciavam: se existiriam planos de contingências daqueles órgãos específicos para a Crise hídrica e , uma vez possuindo o plano, entender seu grau de confiabilidade ,a qualidade técnica de sua elaboração e o caráter multissetorial.

É importante destacar que, de acordo com o PLACON - Guandu (2015) existem inúmeras atribuições e responsabilidades atinentes a diferentes tipos de órgãos, de acordo com os cenários de acidentes e riscos, porém, para atender ao escopo desta pesquisa, verificou-se apenas os Planos de Contingências dos órgãos voltados à resposta direta à uma ocorrência que cause escassez hídrica na RMRJ.

Sendo assim, entende-se que o rompimento de um oleoduto será responsabilidade estrutural e emergencial da TRANSPETRO, um acidente com transporte de produtos perigosos em uma estrada desta região marginal ao rio Guandu terá ação da Polícia Rodoviária Federal, do CBMERJ/GOPP, que terão seus planos operativos de resposta e mitigação para estas ocorrências, não atuando, pelo menos no que está expresso no planejamento, diretamente na obtenção de água e dessedentação da população e animais. (PLACON – Guandu; 2015)

Neste íterim, o rompimento de uma barragem envolveria múltiplas ações, principalmente para o usuário específico, no que tange ao retorno do controle do fluxo de água, alerta de cheias para os municípios, danos e prejuízos diversos, sendo um dos impactos adversos, a escassez hídrica, que será responsabilidade de outros órgãos como a CEDAE, Defesas Civas entre outros.

5.1.1 Análise Quantitativa

O resultado quantitativo obtido está expresso conforme Quadro 6:

ÓRGÃO/INSTITUIÇÃO	Possui plano de contingências voltado para ocorrências que gerem escassez hídrica na RMRJ?	Tipo de plano existente	Disponibilidade do plano
COMITÊ GUANDU	SIM	Plano de Contingências (PLACOM – Guandu, 2015); Plano Estratégico de Recursos Hídricos (PERH, 2018)	Digital/internet
SEDEC – SUOP - DGDEC	SIM	Existe plano para responder à estiagem/Crise Hídrica (2014)	Uso Restrito. Obtido por meio físico
CEDAE - ETA GUANDU	SIM	Plano de contingências (voltada às operações da CEDAE)	Não disponibilizado. Dados parciais obtidos pela Internet. Participa dos Planos de Contingências do Comitê Guandu e da SEDEC
DEFESA CIVIL DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO	Não	Plano de Contingências para chuvas Plano estratégico	Digital/Internet Ações contidas no PLACON-Guandu
DEFESAS CIVIS MUNICIPAIS ²⁸	Não		Ações contidas no PLACON-Guandu
SEAS – INEA	Não	Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI, 2014)	Ações contidas no PLACON-Guandu
CBMERJ/GOPP	Não	Protocolos de operações internos	Não disponível Ações contidas no PLACON-Guandu
EB	Não verificado		Não disponível
SISTEMA HIDRELÉTRICO DE RIBEIRÃO DAS LAJES	SIM	PAE – Plano de ação para emergências para barragens	Não disponível Ações contidas no PLACON-Guandu

Quadro 4: Instituições e respectivos planos pesquisados.

Fonte: Próprio autor, obtido por meio de visita técnica ou disponibilidade em acesso à internet

²⁸ Exceção da COMDEC de Mesquita, que apresentou um Plano de contingências genérico para Estiagem; Belford Roxo informou possuir o plano, porém não disponibilizou para consulta; Nilópolis não respondeu se possuía ou não qualquer tipo de plano; e Seropédica possuía plano de contingência genérico produzido em 2014-2015. (informação repassada pelos REDEC Baixada Fluminense e Sul Fluminense, Major Samir e Tenente Celebrin em 11 de março de 2019).

Como verificado, **existe um plano de contingências para a crise hídrica na RMRJ** (grifo nosso) e ela é multissetorial e de caráter sistêmico, pois envolve vários órgãos que compõem o Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil – SIEDEC.

Este plano foi produzido pelo Comitê Guandu, o Plano de Contingências para abastecimento de água – PLACON - Guandu (2015), a ser utilizado por várias instituições dentro de suas esferas de competências definidas como uma matriz de responsabilidades e operacionalizada em momentos de crise por escassez hídrica, sendo este, **o principal documento norteador de todos os outros planos setoriais.** (Grifo nosso)

Com o advento da Copa do Mundo de Futebol (2014) e dos Jogos Olímpicos (2018) ocorridos no Brasil, em um cenário de baixa precipitação pluviométrica na região sudeste neste período, podendo afetar a produção de energia elétrica proveniente de hidrelétricas, e ainda ao baixo nível de água nos reservatórios, principalmente na Bacia do Rio Paraíba do Sul, houve a preocupação com a possibilidade de escassez hídrica na RMRJ, tendo sido desenvolvido pela AGEVAP e Comitê Guandu o PLACON – Guandu (2015) e, conseqüentemente pela SEDEC-RJ com a cooperação de diversos órgãos públicos estaduais, um plano emergencial para abastecimento de água, para apoio complementar aos municípios e órgãos públicos essenciais possivelmente afetados.

De uma forma geral, as defesas civis municipais (COMDECs) abastecidas por este sistema Guandu/Lajes/Acari não possuíam Planos de Contingência para atender especificamente à escassez hídrica, proveniente de paralisação total da ETA-Guandu, possuindo como no caso do município de Mesquita, um Plano de Contingências genérico para deslizamento, estiagem e incêndio Florestal, onde se trata superficialmente a escassez hídrica. As demais COMDECs não apresentaram planos com qualquer menção à crise hídrica.

Todos os outros órgãos como o GOPP/CBMERJ, a SEAS/INEA, a CEDAE / ETA Guandu²⁹, participam do planejamento conjunto e integrado

²⁹ A responsabilidade da CEDAE para a crise de escassez hídrica está definida no PLACON – Guandu e o seu Plano específico de contingências, embora não tenha sido obtido para compor esta pesquisa, teve sua existência comprovada pela obtenção dos números dos processos AGENERSA nº E- 12/003/492/2015, denominado “Plano de Contingências e Emergências adotados pela CEDAE” e E-12/003/100142/2018, denominado “Plano de Contingência para o

desenvolvido pelo Comitê Guandu com as instituições envolvidas, possuindo planos, protocolos e responsabilidades diversas de acordo com seu papel funcional, a ocorrência gerada e o nível emergencial.

5.1.2. Análise Qualitativa

Antes de analisar os Planos de Contingências voltados para escassez hídrica, precisa - se entender as origens das competências jurídicas para oferta de modelo a ser adotado, elaboração e confecção, fiscalização entre outros aspectos.

O norte das ações a serem implantadas quando os mananciais estão submetidos à escassez hídrica encontra pilar jurídico primeiramente na PNRH, onde em seus fundamentos expressam em seu inciso III do art. 1º da Lei nº 9433, de 1997, que “[...] em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;” bem como, especificamente no inciso III do art. 2º da mesma Lei, expressa como objetivo “[...]a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais .”

Assim, em seu o Regimento interno (Resolução ANA nº 828, de 2017), a ANA visa atender ao objetivo da Política Nacional de Recursos Hídricos, definindo as competências em seu art.72 :

IV – elaborar proposta de regras de restrição de usos de recursos hídricos, com o apoio de estudos técnicos desenvolvidos pela COREG³⁰;

V – elaborar proposta, em articulação com a SOE³¹, de declaração de corpos de água em regime de racionamento preventivo, observando os critérios estabelecidos em decreto da Presidência da República, ouvidos os respectivos Comitês de Bacia, se houver.

Nesta esteira, verificou-se também que em cenários de crise de escassez hídrica, se executa o registro das restrições ao uso da água, cujo termo é “alocação de água e suas condições de uso sistêmico”, instrumento previsto no inciso III do art. 2º da Resolução CNRH nº 129, de 2011. Assim, a ANA tem acolhido este ato em suas Resoluções, estabelecendo critérios

verão 2018/2019 dos sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário” que tratam da análise e aprovação de plano de contingências para abastecimento de água 2018/2019 a ser executado pela CEDAE. AGENERSA (2018)

³⁰ COREG – Coordenação de Regulação

³¹ SOE – Superintendência de Operações e Eventos Críticos

objetivos que proporcionam segurança jurídica para declaração de escassez hídrica.

A ANA também propôs ao Governo Federal a edição de Decreto definindo critérios para a promoção de ações destinadas a prevenir ou minimizar os efeitos de secas e inundações, conforme inciso X e o §2º do art. 4º da Lei nº 9984, de 2000.

Nestes cenários de escassez hídrica, a legislação prevê limitações ao uso e que podem atingir diversas finalidades, conforme prioridades preconizadas pela Lei nº 9433/1997. Nas recentes crises, houve restrição até mesmo para consumo humano, proporcionadas por dificuldades a muitos sistemas de abastecimento público, nosso principal alvo nesta pesquisa.

Também a Lei nº 11445, de 2007 que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico e o seu Decreto regulamentador nº 7217, de 2010, explicitam como diretriz que a segurança, qualidade e regularidade são princípios fundamentais para a prestação dos serviços públicos de saneamento básico, bem como, dá o comando para as Agências Reguladoras editarem normas abrangendo medidas de contingências e de emergências, inclusive racionamento, prevendo assim, procedimentos sistêmicos para enfrentamento em caso de restrições ao uso do sistema de abastecimento público, onde se destacam os seguintes instrumentos técnicos:

- I. Declaração de escassez hídrica (art. 46 da Lei nº 11445) – competência da autoridade gestora de recursos hídricos;
- II. Tarifas de contingência para a cobertura de custos adicionais decorrentes da declaração de escassez hídrica (art. 46 da Lei nº 11445) – aprovada pela entidade reguladora dos serviços de saneamento básico;
- III. Plano de saneamento básico com ações para emergências e contingências (inciso IV do art. 19 da Lei nº 11445) – definição do titular do serviço de saneamento básico;
- e IV. Norma técnica para medidas de contingências e de emergências, inclusive racionamento (inciso XI do art. 23 da Lei nº 11445) – competência da entidade reguladora dos serviços de saneamento básico. (COMAR³², 2017)

As Agências Reguladoras são as responsáveis pela fiscalização da obrigatoriedade dos prestadores dos serviços públicos de abastecimento, água

³² Coordenação de Marcos Regulatórios e Alocação de Água da ANA.

e de esgotamento sanitário de inserir as medidas contingenciais e emergenciais em seus Planos de Exploração dos Serviços.

Para a confecção do Plano de Contingências e Emergências, verificou-se que o modelo adotado e indicado pela ANA em seu sítio eletrônico, acessado no dia 21 de Junho de 2019, que corresponde a um trecho de uma publicação com arquivo de extensão no formato PDF referente ao capítulo 14 do livro Regulação - Normatização da Prestação de Serviços de Água e Esgoto vol. II (ABAR, 2009), onde explicita uma proposta (projeto de lei) porém , não havendo número de regulamentação, com data de publicação em 2009, bem como orientação de normas para a produção de plano de contingências e emergências por parte dos prestadores de serviço de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Nesse embasamento, a estrutura básica que serve de referência para as Agências Reguladoras editarem suas resoluções e procedimentos a serem observados pelos prestadores de serviços na elaboração de um Plano de Contingências e emergências deve conter os seguintes itens:

– Aspectos gerais Considerações iniciais; Objetivos; Abrangência; Índice; Vigência e data da última revisão; Informações gerais; Glossário. – Descrição dos sistemas existentes; Sistemas de abastecimento de água; Sistemas de esgotamento sanitário. – Detalhamento Vulnerabilidade dos sistemas; Identificação de perigos e eventos perigosos; Análise de riscos; Probabilidade de riscos; Classificação de eventos acidentais; Priorização dos riscos identificados; Áreas de risco e população atingida; Ações emergenciais e contingências; Poluição /Contaminação; Fatores climáticos; Desastres naturais e ações humanas; Programas de treinamento; Implementação do plano; Revisão do plano. – Documentação e comunicação – Divisão de papéis e responsabilidades (ABAR, 2009, p 222)

Analisou-se o conteúdo dos Planos de Contingências e Emergências obtidos em razão desta pesquisa, de acordo com o modelo de estrutura básica para formulação, orientado pela ANA, sob fiscalização das agências reguladoras, AGEVAP OU AGENERSA, dependendo do caso, observando - se a presença dos itens ali indicados.

5.1.2.1 Comitê Guandu - Plano de contingência para abastecimento de água (Guandu)

O “Plano de Contingência para Abastecimento de Água – Guandu” foi feito em conformidade com o contrato AGEVAP 003/2013, entre a Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia do Rio Paraíba do Sul (AGEVAP) e a DRZ - Geotecnologia & Consultoria, sendo um conjunto de documentos que definem ações integradas de natureza preventiva, preparativa, mitigatória, responsiva e recuperativa, com a definição da ação dos múltiplos atores para casos de emergências ambientais, como acidentes capazes de gerar poluição em mananciais superficiais, provocando interrupção na captação de água bruta, especificamente pela ETA-Guandu, voltada para abastecimento público da RMRJ.

Possui como elemento-foco estruturas antrópicas presentes nos mananciais superficiais como rodovias, ferrovias, dutos, indústrias, além de inúmeras fontes de poluição tais como, aterros/lixões, lançamento de esgoto *in natura*, minerações, postos de combustíveis, barragens de rejeitos, entre outros, sendo também contempladas, trecho de áreas da bacia do Rio Paraíba do Sul e a bacia do rio Piraí, como elementos de transposição para a bacia do rio Guandu.

Este Plano desenvolvido sob a coordenação do Comitê Guandu, tendo sido aprovado após ajustes e contribuições em 2014 pelo Grupo Técnico de Acompanhamento – GTA (composto por representantes da AGEVAP, Secretaria Executiva e Presidência do Comitê Guandu, CREA, INEA, ANA e Instituto OMA Brasil), e destaca que não contempla o tratamento, nem a reservação e distribuição de água³³, mas sim está focado nas áreas (hidrográficas) que possam gerar danos à água bruta a ser captada para fins de abastecimento público, bem como não contempla também a execução de modelagem hidrológica e transporte de poluentes, além de simulações de acidentes, entre outros aspectos não presentes, mas com indicação para estudos futuros.

³³ Neste caso, o plano de contingências é o da CEDAE.

Ele contempla as orientações básicas da ANA acerca da confecção do Plano de Contingências e Emergências e está dividido em volumes com os seguintes temas:

- Volume I: Introdução, Objetivos, Premissas, Áreas Estudadas e Bases Conceitual, Normativa e Legal;
- Volume II: Diagnóstico das Áreas Estudadas;
- Volume III: Capacidade Institucional, Mobilização e Interação dos Atores Envolvidos;
- Volume IV: Análise Preliminar de Risco;
- Volume V: Plano de Contingência – Concepção, Procedimentos, Plano de Ações, Implantação e Revisão;
- Volume VI: Anexos

Foi executada uma divisão por áreas³⁴ para a confecção do plano de contingências, pormenorizando as análises dos riscos e efeitos de forma localizada, e melhorando o entendimento dos sistemas de transposição e representação das bacias hidrográficas, com interligação e interdependência para a captação da ETA-Guandu, conforme figura 10 :

³⁴ Área I - Bacia do Rio Paraíba do Sul - trecho entre Volta Redonda e Santa Cecília (Barra do Pirai), onde há a captação para a transposição do rio Paraíba do Sul para a bacia do rio Guandu; Área II - Bacia do Rio Pirai, devido a sua relevância nos sistemas de transposição; Área III – área de contribuição hidrográfica do sistema de captação e da ETA Guandu, incluindo boa parte da bacia do rio Guandu (até a captação para a ETA Guandu) e um pequeno trecho da bacia do rio Guandu-Mirim (entre a captação e a ETA Guandu).(PLANO DE CONTINGÊNCIA PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA (GUANDU),2015)

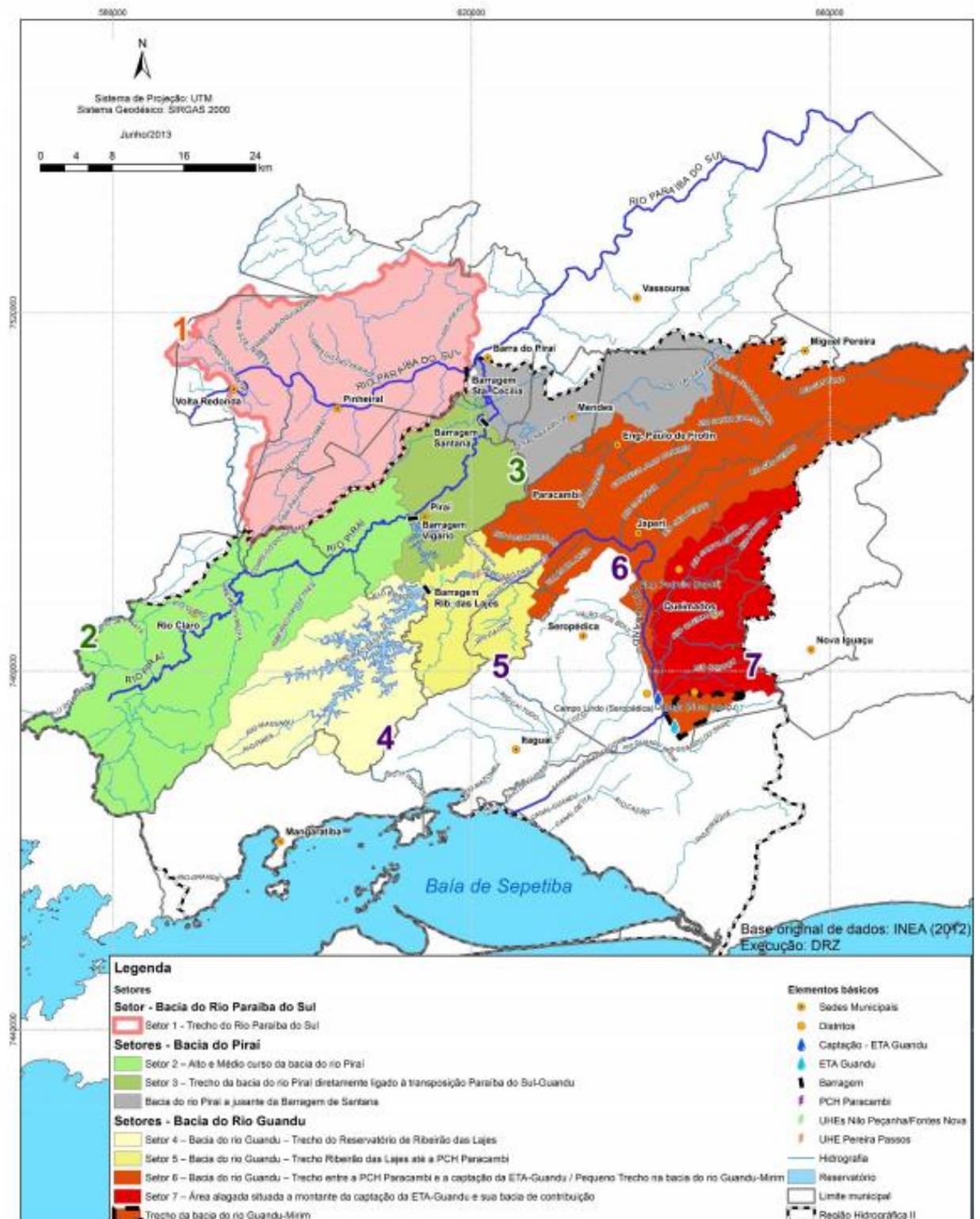


Figura 11: Divisão das áreas para estudos contingenciais setORIZADOS.
Fonte: PLACON – Guarandu (2015)

5.1.2.2. Plano de contingências adotado pela CEDAE

A CEDAE participa do Plano de Contingências e Emergências para abastecimento desenvolvido sob coordenação do Comitê Guarandu e suas

responsabilidades definidas, foram explicitadas em dois planos específicos intitulados “Plano de Contingências e Emergências adotado pela CEDAE” e “Plano de Contingência para o verão 2018/2019 do sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário”.

Os conteúdos Planos não foram obtidos na íntegra, porém foram analisados os itens presentes e a decisão jurídica e deliberações produzidas pelo órgão competente, neste caso a AGENERSA e suas respectivas câmaras técnicas.

O Primeiro Plano foi produzido em 2015, seguindo rito processual para aprovação pela AGENERSA sob o código alfanumérico E-12/003.492/2015, tendo o processo findado em sessão regulatória em 30 de Julho de 2018.

Segundo os itens do processo, este Plano recebeu o seguinte parecer produzido pela AGENERSA (2018):

[...] faz uma clara extensa descrição da estrutura organizacional da CEDAE, finalizando com a apresentação das tabelas contendo: Eventos, Causas, Consequências; Contingências e Responsáveis para o Sistema de Esgotamento de Água e Esgoto Sanitário, com conteúdo técnico para solucionar, de forma **genérica (grifo nosso)**, eventuais problemas no sistema de água e esgoto.”

O plano seguiu a mesma linha estrutural do Plano de Contingências e Emergências desenvolvida pelo Comitê Guandu e participantes; sendo constituído dos seguintes itens:

- Equipe de trabalho
- Objetivos
- Principais instituições envolvidas
- Apresentação do organograma da CEDAE
- Descrição funcional das instituições envolvidas
- Sistema de abastecimento de água - produção e distribuição
- Identificação de eventos e ações contingenciais (causas, consequências, contingências e responsáveis)
- Estrutura organizacional da resposta
- Conclusão

Este processo passou por problemas em sua aprovação, o que interferiu diretamente em seu aspecto de temporalidade, sendo finalizado em 2018.

O Segundo Plano seguiu rito processual para a aprovação da AGENERSA sob processo de código E-12/003/100142/2018 em 01 de Outubro de 2018, visando às operações contingenciais durante o verão 2018/2019, conforme deliberação AGENERSA nº 3020, de 16 de Novembro de 2016 em seu artigo 3º³⁵ e deliberação AGENERSA nº 3313 de 25 de Janeiro de 2018, em seu artigo 2º³⁶.

Este Plano de Contingências recebeu Deliberação AGENERSA, nº 3685 de 18 de dezembro de 2018, publicados no Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro em 07 de Janeiro de 2019, onde :

Art. 1º - Considerar cumprido o objeto do presente processo, qual seja, a aprovação do Plano de Contingência dos Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário para o Verão 2018/2019, conforme disposto no artigo 3º da Deliberação AGENERSA nº 3.020/2016, uma vez que o referido plano de prevenção foi apresentado tempestivamente;

Art.2º - Considerar cumprido o artigo 2º, alíneas “a”, “c”, “d” e “f” da Deliberação AGENERSA Nº 3.313/2018, uma vez que as informações exigidas por esta Reguladora foram apresentadas;

Art. 3º - Considerar descumprido o artigo 2º, alíneas “b”, “e” e “g” da Deliberação AGENERSA Nº 3.313/2018, em razão da falta de informação;[...]

Assim, a CEDAE foi penalizada com a lavratura de Auto de infração e outras penalidades e, até a confecção deste trabalho, não houve manifestação de cumprimento das exigibilidades bem com a publicidade devida.

5.1.2.3. SEDEC –RJ - Plano de contingências para crise hídrica

Com data da última atualização em 04 de Novembro de 2015, este plano desenvolvido pela SUOP – Superintendência Operacional de Defesa Civil da Secretaria de Estado de Defesa Civil estabeleceu medidas para responder e gerenciar recursos e minimizar os efeitos previsíveis de uma emergência deste tipo em todo o Estado do Rio de Janeiro.

³⁵ Art 3º AGENERSA 3020/2016 - “[...] determinar que a CEDAE apresente anualmente, até 30 de Setembro de cada ano, o plano para prevenção de desabastecimento de água referente à respectiva temporada de verão, de forma detalhada”

³⁶ Art 2º AGENERSA 3313/2018 - “Determinar que os próximos planos de contingências contenham as seguintes informações, sem prejuízo de outras que a CEDAE entenda necessárias: a) Projeção da população (residente, flutuante e turista) por município [...] g) Histórico do atendimento nos meses de contingência.”

Seguindo o escopo constitucional bem como a PNPDEC, lei 12608 de 10 de Abril de 2012, onde cabe a este órgão, entre outros atributos, coordenar as ações multiagências em apoio complementar aos desastres municipais, o Plano de Contingências da SEDEC-RJ, embora não tenha comprovada a sua aprovação pelos órgãos participantes, possui caráter responsivo e mitigador, com preocupações específicas sobre dessedentação da população e todos os componentes complexos e processos multifacetados que cercam tal atividade, como segurança pública para o transporte e distribuição de água, grupos prioritários de recebimento de água, instalação de gabinete de crise, gestão de recursos ativados e integrados, informação à imprensa e à população, assistência social, matriz de responsabilidades, entre outros.

Este plano foi confeccionado com a participação de órgãos externos como a CEDAE para resposta e mitigação de um desastre de evolução gradual, com sinais de alerta ofertados pelos órgãos de monitoramento e, baseia-se não na causa de um colapso hídrico, mas sim na atenuação dos efeitos nefastos desta ocorrência, não seguindo de forma direta, portanto o modelo orientado pela ANA, seguido pelos órgãos submetidos ao Sistema Nacional de Recursos Hídricos.

5.1.2.4. ABIQUIM – Guia para elaboração de plano de contingências para a crise hídrica

A ABIQUIM desenvolveu um guia a ser utilizado principalmente pela indústria química, em ocasião de um acidente envolvendo produtos químicos associados a três fatores: captação de água para resfriamento; consumo em processos e produtos; e descarte de efluentes, onde se destacam os níveis de contingenciamento e ações mitigadoras de forma genérica, que deverão ser tomadas e estarem interligadas a outros planos focais.

5.1.2.5. Planos de Contingências municipais

Somente dois municípios das regiões estudadas acusaram possuir planos de contingências análogos à escassez hídrica, sendo eles, Mesquita e Belford Roxo, porém, somente Mesquita disponibilizou seu plano denominado

Plano de Contingências de proteção e defesa civil para deslizamentos, estiagens e incêndios Florestais - PLAMCOM - 2017/2018.(MESQUITA, 2017)

Neste plano genérico, a COMDEC de Mesquita avalia as comunidades vulneráveis a escassez hídrica, de forma qualitativa e quantitativa, informando a sua localização e os danos e prejuízos que seriam causados principalmente com os pequenos produtores agrícolas da região, bem como, revelando o problema sistêmico de captação de água ou do sistema de abastecimento existente e contumaz na região.

De uma forma geral, o plano identifica o cenário e suas diversas consequências e utiliza o modelo de Plano de Contingências sugerido pela SEDEC –DR para ação no quadro de estiagem, não levando em consideração os diferentes aspectos entre os diferentes tipos de desastres.

Esse plano também explicita níveis operacionais, mas todos voltados a ocorrências por escassez de água, não contendo também uma matriz de articulação interinstitucional de atividades x responsabilidade, relação logística, plano de acionamento, entre outros itens.

O município do Rio de Janeiro por meio de sua COMDEC, só possui plano de contingências³⁷ para resposta e operações afetadas a excesso de chuvas, não havendo menção a um quadro de colapso hídrico na região, mesmo sendo este, o município mais impactado com um possível quadro de falha duradoura no abastecimento urbano.

5.2. ESTABELECIMENTO DOS CENÁRIOS

Para analisar os cenários, tomou-se como base a bibliografia apresentada, bem como os planos de contingências analisados, partindo do ponto já desenvolvido no arcabouço teórico no que tange a risco em função de suas variáveis: Ameaça Vulnerabilidade e Capacidade de Gestão.

³⁷ Plano de Contingências Verão. Disponível em: http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/7502221/4203026/PLANODECONTINGENCIA_SUBDEC_24112017.pdf

5.2.1 Análise das ameaças, vulnerabilidades e estimativa dos riscos.

Nesta perspectiva, podemos observar os riscos, considerando como o sistema vulnerável ou corpo receptor, os usuários de água tratada da RMRJ abastecidos pela ETA Guandu, gerando uma ocorrência de viés hidrossocial (BRITTO; FORMIGA-JOHNSON; CARNEIRO, 2016).

Neste cenário, as ameaças seriam as ocorrências sobre as diversas estruturas suscetíveis a algum tipo de ocorrência adversa, do sistema Guandu/Lajes/Acari, ou contaminação ambiental que exceda a capacidade de tratamento para potabilidade, produzindo risco de colapso total ou paralisação parcial de fornecimento de água tratada à população da RMRJ, fugindo à normalidade de operações de manutenção contumazes e da capacidade de resiliência que esse sistema possuiria para a volta à normalidade no menor tempo possível.

Assim, adotaremos a seguinte equação do risco para analisarmos de forma metódica os cenários propostos nas fontes adquiridas.

$$R = P (fA) * C (fV) * G^{-1}$$

R = Risco – Paralisação total ou parcial do sistema de abastecimento de água tratada pela ETA - Guandu, que necessite de tempo fora da normalidade para retorno do serviço à população, causando danos humanos, materiais e ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais.

A= Ameaça - Ações de origem natural ou tecnológica que afetem alguma estrutura antrópica do sistema, tais como barragens, reservatórios, dutos, entre outros, ou contaminação dos mananciais por acidentes, com ou sem dolo, que gerem a inviabilidade na produção de água por tempo inadequado;

V= Vulnerabilidade – Os usuários de água tratada da RMRJ abastecidos pela ETA Guandu;

G= Capacidade de resiliência do sistema - O tempo de resistência sem o serviço público básico e o retorno do serviço no menor tempo possível, dado o grau de preparação das instituições envolvidas nas operações de retorno à normalidade;

Propor os cenários seria propor, neste caso, todos os estressores climáticos e não climáticos, tais como eventos hidrológicos extremos, variabilidade e mudanças climáticas, características ambientais e ações

antrópicas, entre outros, agindo sobre determinada fonte, no caso, a água bruta do Rio Guandu a ser capitada para tratamento; ou agindo sobre o meio de propagação, neste caso, a abastecimento de água na estrutura ETA- Guandu, os mecanismos de captação, tratamento, reservação e distribuição de água para a RMRJ; ou o receptor, neste caso, a população, o ambiente e as instituições públicas e privadas que sofreriam com a carência Hídrica. (DERTONI, 2016)

Para isso, realizou-se levantamento de cenários propostos em trabalhos acadêmicos e nos planos de contingências disponibilizados pelos órgãos responsáveis pelas ações no ciclo de desastres, bem como, foram propostas algumas possibilidades ainda não contempladas por estes trabalhos acadêmicos.

5.2.2. Cenários na perspectiva das ameaças

Inúmeros são as possibilidades de cenários avaliados e de publicações com o viés do risco de contaminação da água por produto químico e, conseqüentemente, colapso hídrico na RMRJ.

Desta forma, o Plano de Contingências para a bacia do Guandu, apresenta os seguintes tipos de cenários de acidentes com conseqüências danosas à captação de água, aqui resumidos:

A) Acidentes com contaminação da Bacia por Produtos Perigosos:

- Acidentes Rodoviários;

Destacam-se neste estudo, as rodovias que apresentam transporte de produtos perigosos e que estejam à margem ou dentro de uma zona de contaminação do Rio Guandu ou um de seus afluentes.

Segundo Viana (2009, p.74), as rodovias BR-116, RJ-125 e BR-127 possuem gravidade alta por cruzarem o Rio Guandu (BR-116);Guandu e Santana(RJ-125) e o Ribeirão das Lajes (RJ-127), e por transitarem sob sua área, carregamentos com produtos perigosos.

A mesma autora informa que as Rodovias RJ-093(Cruza o Rio são Pedro), RJ-127(que cruza o Rio dos Macacos), a RJ-145(que cruza o Rio Paraíba do

Sul e Rio Piraí), a RJ-105(que cruza o Rio Ipiranga), As RJ-393, RJ-157, RJ-141, RJ-159, RJ-161, RJ-153 e BR – 494 apresentam gravidade média, cruzando o Rio Paraíba do Sul.

- Acidentes Ferroviários

No Estado do Rio de Janeiro, a malha ferroviária corta diversos rios, dentre os quais o Queimados, dos Poços, Santana, São Pedro, Macaco, Ribeirão das Lajes, Rio Paraíba do Sul, e Rio Piraí, todos com influência direta na bacia do rio Guandu.

As Ferrovias da Região em estudo possuem a operação de concessionárias, sendo elas a MRS (preponderante) e a FCA e segundo o plano de contingências da bacia do Guandu, atualmente não se transportam produtos perigosos além do Diesel, utilizado como combustível pelas locomotivas.

- Acidentes em Dutos;

Na área de estudo, a TRANSPETRO opera os seguintes oleodutos: ORBIG, ORBEL I, ORBEL II e OSRIO / OSVOL (TRANSPETRO, 2013a *apud* PLACON GUANDU, 2015)

- Acidentes em Indústrias;

Segundo o Plano de Contingências do Guandu (2015), há entorno de 164 indústrias na região das quais 40 estão nos arredores imediatos porém, o setor industrial não apresenta fontes consistentes em termos de base de dados, sobre as matérias primas e produtos perigosos manuseados; aspectos quantitativos e qualitativos acerca dos resíduos e efluentes gerados; forma de controle e destinação; acidentes registrados; material transportado entre outros, utilizados pela indústria química e alocadas nesta região hidrográfica em estudo.

Existem alguns núcleos industriais estruturados na área objeto de estudo, como por exemplo, o Distrito Industrial de Queimados, localizado às margens dos Rios Poços e Queimados, cerca de 6 km a montante da ETA-Guandu; as indústrias das cidades de, Volta Redonda e de Barra do Piraí, que

possuem potencial ofensivo poluidor ao Rio Paraíba do Sul; as indústrias da cidade Piraí, que devido à proximidade aos reservatórios de Vigário e do Rio Piraí, apresentam potencial ofensivo poluidor, com interferência direta ao sistema de transposição de águas do Paraíba do Sul para o Guandu; as indústrias sediadas na cidade de Nova Iguaçu, que lançam efluentes diretamente nos rios Ipiranga e Cabuçu ou em seus afluentes, tendo o seu potencial ofensivo poluidor destacado por estar a montante da ETA Guandu e bem próximo de sua captação para tratamento.(COMITÊ GUANDU -PLACON GUANDU, 2015).

- Resíduos de mineração;

A água dos rios da Guarda; Guandu; Queimados; Ipiranga e Bacias Litorâneas está presente no processo de mineração, podendo ser impactada pelos estéreis e rejeitos, principalmente pela extração de areia, argila e granito, gerando impactos ambientais, como: Alteração da paisagem; eliminação de solos cultiváveis; assoreamento e alteração da qualidade das águas dos corpos hídricos; alteração da qualidade das águas subterrâneas; rebaixamento localizado do lençol freático; emissão de poeira para o ar, advindas dos mecanismos de transporte e clima seco; retirada de vegetação das margens do rio, criação de novos ecossistemas (principalmente nas cavas junto às margens), e proliferação de vetores de veiculação hídrica. (PERH GUANDU, 2018)

Além da atividade de extração mineral já instalada, e dos inúmeros processos para concessão, existe a exploração clandestina nesta bacia, resultando na potencialização dos fatores de poluição e de contaminação dos corpos hídricos e, por conseguinte, gerando impacto na qualidade de água a ser captada pela ETA - Guandu onde, segundo técnicos da CEDAE:

“[...] a exploração de areais ao longo do leito e de margens do Guandu, sem um controle rigoroso dos órgãos fiscalizadores, poderia trazer consequências drásticas no que dizia respeito ao abastecimento de água para a região do Grande Rio. [...] Conforme o Jornal da Associação dos Empregados de Nível Universitário da CEDAE, publicado em junho de 2003, amostras diárias de água comparadas com os horários de funcionamento dos areais mostraram claramente que a exploração dos areais é fator preponderante na elevação da turbidez da água captada na ETA do Guandu. Por exemplo: aos domingos e feriados, quando não havia funcionamento das bombas extratoras de areia, os valores eram menores, ficando

normalmente abaixo da média mensal. Através dos gráficos diários, foi possível verificar que o horário de elevação da turbidez ocorria à tarde, após algumas horas de funcionamento das bombas extratoras". (PERH GUANDU, 2018; p177)

- Outros contaminantes:

Também foram elencadas hipóteses de cenários que possam, uma vez deflagrados, impactar na bacia do Rio Guandu, tais como: Aterro de resíduos de produtos químicos no solo e sem conhecimento prévio das agências e autoridades responsáveis; Postos de combustível, presentes em toda a extensão das Rodovias federais e estaduais; e resíduos radioativos, transportado principalmente pela BR – 101, com grande risco de contaminação do Rio Paraíba do Sul, principal contribuinte da Bacia do Guandu.

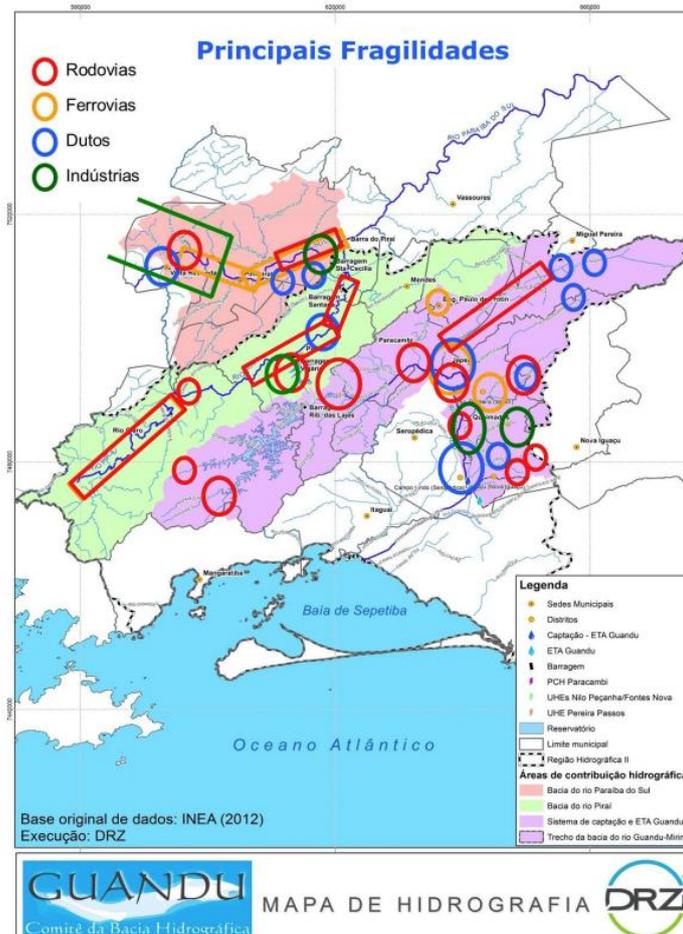


Figura 12: Principais fragilidades nas bacias e rios que geram impacto na RHII

Fonte: COMITÊ GUANDU -PLACON GUANDU, 2015

B) Acidentes por falhas estruturais:

Podem acontecer acidentes ocasionados por falhas estruturais nas UHEs, nas barragens ao longo do Rio Guandu ou do sistema que o forma, ou na Estação de tratamento - ETA Guandu, paralisando o tratamento de água bruta oriunda deste manancial.

Esses problemas estruturais podem ocorrer por origem natural, como a queda de um raio ou um terremoto (evento com pouca ou nenhuma prevalência para o evento em lide), mas também podem acontecer por ações antrópicas, seja por ato intencional, com dolo na ação humana ou por acidente aéreo, por exemplo.

Qualquer acidente com a estrutura da ETA Guandu se constitui como um dos piores cenários, devido ao grande período de paralização e recuperação do sistema.

C) Poluição

Fatores naturais, fontes difusas ou pontuais de poluentes; ou ainda Ações antrópicas ligadas à segurança pública³⁸, podem gerar a paralização do sistema de captação de água, tal como ocorrera no verão de 2020, durante a confecção desta pesquisa, onde a água apresentou gosto, cheiro e cor ruins, associado à grande carga de matéria orgânica, entre outros fatores, havendo inclusive a necessidade de paralização da ETA Guandu.

Além disso, vale salientar duas regiões hidrográficas do estado do Rio de Janeiro, Regiões Hidrográficas II e III, respectivamente Guandu e Média Paraíba (RHII e RHIII), importantes por impactar diretamente no abastecimento de água da RMRJ, possuem uma das piores coberturas de rede de esgoto e sua efetiva coleta, onde a RHII tem índice de 38% de cobertura dos quais somente 2,8% são tratados e a RH III possui 89% de cobertura de rede coletora, mas somente 18,6% de tratamento. (INEA, 2014)

D) Diminuição exacerbada do nível de água nos mananciais:

³⁸ Como exemplos, despejo de contaminantes nas bacias ou destruição total ou parcial da estrutura da ETA –Guandu, com consequente paralização das atividades, provocadas por atos intencionais.

A diminuição exacerbada da vazão de água que chega para tratamento na ETA Guandu pode ter duas hipóteses prováveis quanto à sua origem: Oriundos do Rio Paraíba do Sul; e Oriundo de outras fontes na RHII. Isso pode acontecer por diversos motivos já elencados nesta pesquisa , como estressores antrópicos influenciando na “produção” natural de água de forma direta ou indireta; a queda de vazão na transposição do rio Paraíba do Sul em Santa Cecília para o sistema Guandu por necessidade ou por gestão das águas interestaduais; ou , simplesmente , a combinação de todos estes fatores, fazendo os mananciais secarem.

Não foi escopo desta pesquisa o estudo dos cenários de excesso ou escassez hídrica associada a situações como inundações, secas, chuvas concentradas, entre outros; porém, seguindo o roteiro de visitas ao Comitê Guandu no dia 08 de outubro de 2018, onde pudemos conversar com a Professora Franziska Heber, e em 12 de maio de 2019 em visita ao Sr. Júlio Cesar Oliveira Antunes Coordenador de operações da ETA Guandu, todos foram unânimes em dizer que o pior cenário seria não haver água a ser tratada pela ETA –Guandu, ou seja , esgotamento do manancial. Também relataram que um cenário desfavorável seria o de um colapso estrutural da ETA – Guandu, gerando impossibilidade no tratamento de água, com recuperação demorada da estação de tratamento, o qual incluímos como estes agentes desencadeadores na relação de cenários.

5.2.3 Cenário de desastre na perspectiva dos impactos e consequências

Seja qual for o cenário, a concretização de qualquer das ameaças elencadas gerará impacto no sistema de abastecimento de água da RMRJ, podendo se dimensionar seus efeitos em relação à população de acordo com o período para que o sistema esteja plenamente restabelecido, bem como as medidas de mitigação que serão executadas, tais como racionamento de água, mananciais e fontes alternativas, entre outras tantas medidas contingenciais para enfrentamento do desastre.

A primeira questão seria a insegurança da população, quando se considera a impossibilidade de a ETA- Guandu não produzir o tratamento de água potável devido ao cometimento de possível ato intencional àquela

estrutura, entende-se que existirá esta sensação quanto ao retorno à normalidade, com a presença de outros possíveis ataques e a dificuldade do Estado em recuperar as instalações o mais rápido possível e atender os serviços básicos, tornando-se imprescindível uma boa comunicação com a população impactada, em relação às medidas a serem tomadas, como por exemplo, economia de água, período previsto para restabelecimento, pontos de captação pública de água, aplicação de sanções etc.

O processo de distribuição de água, desde a captação, o deslocamento da carga para os locais previamente planejados e a entrega ao destino, sejam instituições públicas ou outra previamente entendida como prioritária, ou até mesmo diretamente à população, têm a necessidade de serem acompanhados pelas forças de segurança pública, considerando a possibilidade de convulsão social para obtenção de água, saques a supermercados, roubo ou furto de mananciais particulares como piscinas e cisternas, contaminação de poços furados sem autorização e técnicas adequadas, aumento abrupto do preço de garrafas d'água mineral e de alimentos, rompimento de tubulações de água e saque a carros-pipa, entre outros.

Haverá interrupção de serviços públicos essenciais, hospitais, escolas, presídios, transporte, comércio, telecomunicações, entre outros, ainda gerando impacto econômico com a paralização da indústria, turismo, cultura e entretenimento, agricultura e demais atividades presentes na RMRJ.

Pessoas tentarão migrar desta região , gerando grande quantidade de trânsito e demanda de outros mecanismos de transporte e, conseqüentemente, haverá impacto a ser sentido por conta desta migração, em outras regiões fluminenses próximas , tais como a costa verde , a região litorânea e a serrana, talvez sem a infraestrutura urbana adequada para , mesmo que por algum período receber um aumento abruuto de pessoas visitantes estabelecidas provisoriamente.

Será necessário a aplicação de ações de auxílio humanitário, ações de apoio à higiene, à saúde e ao saneamento básico provisório, devendo o cenário ser monitorada também pelo Sistema de Monitoramento de Eventos em Saúde Pública (SIME), onde as notificações e atualização das informações deverão ser feitas pelas três esferas de gestão do SUS e monitoradas pelos

Centros Informações Estratégica de Vigilância em Saúde (CEIVS) ou equivalente. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2014).

No Quadro 5 descreve-se o comprometimento de sistemas e serviços com efeito relativo à saúde humana.

Comprometimento de sistemas e serviços	Mecanismos causais dos determinantes da saúde	Efeitos sobre a saúde humana
Quantidade e qualidade da água superficial e subterrânea	Implicação nas atividades de produção de alimentos (principalmente na pesca e na agricultura de subsistência) e na água para consumo humano. Dano funcional dos serviços de saúde, incluindo a falta de higiene dos profissionais, comprometendo os procedimentos sanitários para assistência e a higiene de equipamentos e instrumentos. Dano e interrupção dos sistemas de distribuição de água, limpeza urbana e de esgotamento sanitário.	Doenças gastrointestinais agudas. Doenças de transmissão hídrica e alimentar. Doenças transmitidas por vetores e zoonoses. Desidratação. Doenças infecciosas. Parasitoses (verminoses).
Qualidade e quantidade dos alimentos	Escassez de alimentos, podendo ocasionar problemas nutricionais, especialmente nos casos de secas prolongadas. Contaminação de alimentos devido à água contaminada. Desnutrição aguda e suas complicações (como baixo desenvolvimento físico e intelectual, além de anemia) e deficiência no sistema imunológico.	Doenças infecciosas de transmissão hídrica e alimentar (DDA, cólera, hepatites A e E). Doenças gastrointestinais agudas. Parasitoses (verminoses)
Qualidade do ar	O ar pode ser comprometido devido à baixa umidade atmosférica, além do calor e da poeira, que são comuns no período da seca.	Doenças respiratórias (rinite alérgica e asma). Infecção respiratória aguda (bronquite, sinusite e pneumonia). Doenças infecciosas fúngicas (micoses). Reações alérgicas.
Limpeza, saneamento e higiene Doenças infecciosas de pele (dermatites).	A falta de disponibilidade de água compromete a limpeza, o saneamento e a higiene, podendo prejudicar as medidas para a redução ou o controle de várias doenças.	Doenças parasitárias (verminoses). Doenças infecciosas (gripe, conjuntivite, tracoma). Doenças infecciosas alimentares (hepatite A).
Fator econômico/ financeiro	Perdas econômicas e de bens materiais. Migração populacional em busca de fontes alternativas de água, alimentos, moradia, emprego. Deslocamento do cônjuge para áreas mais distantes em busca de emprego ou nova renda para suprir as necessidades da família.	Transtornos psicológicos (como ansiedade, estresse e depressão) e mudanças comportamentais (como agressividade e suicídio, podendo gerar problemas secundários, a exemplo de violência física).
Serviços de saúde	Risco de interrupção da assistência de saúde, podendo piorar ainda mais as condições de saúde da população afetada. Risco de danificar o suprimento de energia, prejudicando o uso de equipamentos médicos e a	Doenças infecciosas. Interrupção dos serviços de saúde. Perda de vacinas e medicamentos.

	refrigeração de medicamentos e vacinas.	
--	---	--

Quadro 5 – Comprometimento de sistemas e serviços e os efeitos sobre a saúde humana

Fonte: Adaptado de Ministério da Saúde, (2014, p14)

5.3 GESTÃO DE RISCOS - PREVENÇÃO E PREPARAÇÃO

Observou-se que os cenários propostos por esta pesquisa estão ligados à causa, o que proporciona a possibilidade de ações de forma preventiva e preparativa no intento de diminuir a probabilidade e o perigo de acidentes e cabendo no planejamento estratégico da Bacia hidrográfica.

No Plano de Contingências desenvolvido pelo Comitê Guandu (2015), verificou-se que os aspectos preventivos e preparativos estão expostos bem como a definição de responsabilidade de cada órgão, havendo um plano de atendimento à emergências para cada hipótese de cenário, porém, não foi observada a participação de órgãos como as defesa civis municipais e estadual, bem como do CBMERJ, na elaboração do plano, apesar destes participarem do grupo de acompanhamento técnico a ser acionado em virtude de uma ocorrência adversa, bem como haver a orientação de que hajam planos operativos setorializados por todos os demais órgãos.

São propostas ainda, medidas estruturais a serem realizadas em rodovias, ferrovias, dutovias, indústrias, e outras estruturas como UHEs, barragens e ETA, que reduzam a possibilidade de acidentes.

5.3.1 Níveis Operacionais

Também foram definidos os níveis de severidade e os níveis operacionais da emergência, com a caracterização de quatro níveis, conforme Figura 13 e Quadro 6, sendo estes: observação; atenção; alerta e alerta máximo. Esta última é caracterizada pela paralisação da ETA – Guandu.

Categoria	Denominação	Descrição / Características
I	Desprezível	<ul style="list-style-type: none"> Nenhum dano ou dano não mensurável na disponibilidade do recurso hídrico para fins de abastecimento público, seja da ETA Guandu ou de outras captações. Situações facilmente contornáveis com os recursos disponíveis.
II	Marginal	<ul style="list-style-type: none"> Pequena redução da disponibilidade hídrica, passível de gerenciamento de curto prazo para reverter a situação, não gerando limitações à captação/tratamento da ETA Guandu. Interrupção temporária de qualquer um dos elementos de transposição, mas sem impactar na disponibilidade hídrica para captação/ETA Guandu, por ser gerenciável via reserva intermediária de suprimento de água (reservatórios Santana, Vigário e ou Ponte Coberta, além da disponibilidade hídrica proveniente do Alto e Médio curso da bacia do Rio Pirai). Danos em componentes entre a captação e a ETA Guandu passíveis de serem recuperados com os recursos disponíveis, sem afetar o tratamento de água pela ETA Guandu, mas limitando parcialmente sua capacidade por curto período. Limitação de curto prazo em outras captações para abastecimento público (além da ETA Guandu).
III	Crítica	<ul style="list-style-type: none"> Interrupção de qualquer um dos elementos de transposição que venham a limitar a disponibilidade hídrica para a captação/ETA Guandu por período além da capacidade Contingencial das alternativas temporárias de suprimento de água (Reservatórios Ponte Coberta, Vigário e ou Santana, além da disponibilidade hídrica proveniente do Alto e Médio curso da bacia do Rio Pirai). Interrupção da captação de água bruta na ETA Guandu por um curto período de tempo. Danos em componentes entre a captação e a ETA Guandu que limitam a capacidade de tratamento pela ETA Guandu por período prolongado. Dadas todas as interrupções citadas acima, a necessidade de uso da reserva estratégica representada pelo reservatório Ribeirão das Lajes via mecanismos existentes (casa de válvulas e ou calha CEDAE). Limitação de longo prazo em outras captações para abastecimento público (exceto ETA Guandu).
IV	Catastrófica	<ul style="list-style-type: none"> Interrupção total da captação de água bruta na ETA Guandu por um período incerto/prolongado. Danos a componentes que inviabilizam a disponibilização de água da captação da ETA Guandu por um período incerto. Danos a componentes entre a captação e a ETA Guandu que impeçam totalmente o tratamento de água pela ETA Guandu por período muito prolongado de recuperação. Dadas todas as interrupções citadas acima, há necessidade de uso da reserva estratégica representada pelo reservatório Ribeirão das Lajes via introdução de um sistema de bombeamento, hoje não existente. Interrupção total da captação de água bruta de outras captações por um período

Figura 13: Categorias de severidade das consequências dos cenários acidentais para o abastecimento público.

Fonte: PLACON –Guandu (2015)

NÍVEL OPERACIONAL	CARACTERIZAÇÃO
Observação	Quando sem registro de ocorrência de acidente nas áreas estudadas (I a III) pelo Plano, bem como a montante da Área I (Paraíba do Sul)
Atenção	Quando de registro de ocorrência de acidente(s) nas áreas estudadas (e/ou a montante da Área I), mas sem vazamento atingindo principais cursos d'água
Alerta	Quando de registro de ocorrência de acidente(s) nas áreas estudadas (e/ou a montante da Área I), com vazamento atingindo cursos d'água principais, mas ainda sem necessidade de interrupção da captação da ETA-Guandu (e/ou elementos de transposição)
Alerta Máximo	Quando de registro de ocorrência de acidente(s) nas áreas estudadas (e/ou a montante da Área I), com vazamento atingindo cursos d'água principais e com necessidade de interrupção da captação da ETAGuandu (e/ou elementos de transposição).

Quadro 6: Nível operacional em relação a característica do cenário

Fonte: próprio autor, com base no plano de contingência para abastecimento de água (Guandu) - Comitê Guandu (2015)

Nota-se que os níveis de severidade em relação ao abastecimento de água não refletem necessariamente de forma análoga, às mesmas características dos níveis operacionais em relação à característica dos cenários.

Explicitou-se também as respectivas ações a serem executadas por cada órgão, conforme fluxograma principal de acionamento e procedimentos associados.

No Plano de Contingências da SEDEC (2015) são estipulados 3 níveis de cenários baseados nas seguintes variáveis: População da região afetada; Fornecimento de água pela rede; Nível de percepção do usuário; Danos possíveis, conforme descritos no quadro 7.

	População afetada	Fornecimento de água pela rede	Nível de percepção do usuário	Danos possíveis
Nível 1	Regiões pequenas e /ou final de rede	Sem abastecimento por períodos curtos, possibilidade de enchimento dos reservatórios pela rede.	Aparente normalidade	Mobilização/manifestações pontuais, sem interferência nos serviços do CBMERJ
Nível 2	Grandes regiões ou ramais inteiros da rede	Sem abastecimento por longos períodos, dificuldade de enchimento dos reservatórios pela rede	O impacto será sentido, maior aceitação das medidas alternativas, maior divulgação na mídia	Aumento de doenças relativas aos agentes biológicos, possibilidade de uso indevido da água das viaturas de combate a incêndio.
Nível 3	Toda a rede	Sem abastecimento por longos períodos, extrema dificuldade de enchimento dos reservatórios pela rede.	total	Riscos ao desempenho dos serviços do CBMERJ, possibilidade de convulsão social.

Quadro 7: Níveis de cenários para enfrentamento e caracterização da crise hídrica
Fonte: Placon SEDEC, 2015

Para as indústrias químicas, por exemplo, o Manual para elaboração de Plano de Contingências para a Crise hídrica, desenvolvido pela ABIQUIM (2019) orienta que cada unidade produtiva deva definir o nível de contingências e ações mitigatórias, com base nas informações sobre escassez hídrica local:

•Nível Verde: O uso pleno dos recursos hídricos está assegurado, ou seja, a unidade produtiva não está sendo afetada. • Nível Amarelo: As fontes hídricas que suprem a unidade industrial se encontram em uma condição que sinaliza que o uso dos recursos hídricos pode ser restringido, ou seja, o risco de parada de processos produtivos devido à escassez do recurso hídrico é provável. • Nível Laranja: As fontes hídricas que suprem a unidade industrial se encontram em uma condição em que há restrições no uso dos recursos hídricos, ou seja, o risco de parada de processos produtivos devido à escassez é iminente. • Nível Vermelho: O volume de água das fontes hídricas é insuficiente para atender a unidade industrial instalada. (ABIQUIM, 2019)

Os níveis operacionais utilizados pelas diversas instituições envolvidas no plano de contingências deveriam ser compilados e ajustados em termos de equivalência, facilitando o entendimento sistêmico em relação ao desastre e sua evolução, bem como, considerar os aspectos sobre o impacto, as medidas de urgência a serem tomadas em curto prazo e a tendência ao agravamento, otimizando assim a eficiência no processo de tomada de decisões.

Nesse aspecto, o PLACON – Guandu (2014) elenca uma série de ações e procedimentos com características de prioridades denominadas como “importante”, “urgente” e “necessária”, a serem tomadas ainda no período de normalidade, bem como e os responsáveis pelas ações.

5.4 – GESTÃO DE DESASTRES- RESPOSTA, MITIGAÇÃO, RECUPERAÇÃO E REMEDIAÇÃO

Uma vez instalado o cenário crise hídrica devido à escassez de água por quaisquer dos cenários apontados, caberá às Agências regulatórias, aos comitês locais e às secretarias de ambiente em conjunto com os órgãos de segurança, informar sobre o nível do desastre, de acordo com o perfil hidrológico de cada região e assim, disparam-se os planos de contingências dos diversos órgãos afetos a mitigar ou responder a esta emergência, bem como, tomar medidas de recuperação do ambiente impactado, tais como a CEDAE, o INEA a SEDEC-RJ e as Indústrias instaladas nesta Bacia, gerando procedimentos compatíveis com o nível de emergências identificados, conforme matrizes produzidas.

Desta maneira, as instituições responsáveis deverão adotar medidas dentro das suas esferas de competência, produzindo seu plano de

contingências setoriais e conforme estipulado no Plano de Contingências multiagências, como o desenvolvido sob coordenação do Comitê Guandu e o plano de contingências da SEDEC –RJ.

Há a orientação no PLACON – Guandu (2015) que para a obtenção de informações sobre a situação da Bacia e o nível operacional instalado seja feita com os órgãos representantes das bacias e secretarias de meio ambiente, estaduais e municipais.

O Plano de contingências da SEDEC-RJ (2015) levantou dados gerais sobre a demanda de água necessária para abastecer todos órgãos públicos por dia , explicitando ações que visam “[...]minimizar os danos causados pela escassez de água na rede de distribuição[...]” gerando prioridades de atendimento entre os serviços públicos estaduais essenciais, tais como hospitais, escolas, presídios, batalhões de polícia , entre outros , bem como oferecer quantidades limitadas de água para esses órgãos.

Porém, a forma como se priorizou o atendimento populacional, onde em determinados momentos se utiliza níveis 1, 2 ou 3 (que em nada se relaciona com os níveis operacionais), em outras as denominações “alta, baixa ou intermediário”, não tendo sido explicitados os parâmetros e a metodologia de hierarquização, pode gerar muitos conflitos e interferências ao trabalho operacional.

Outra questão importante neste plano da SEDEC-RJ é que se for levado em conta somente a RMRJ, e todos os órgãos com prioridade alta, possuindo ou não reservatório, seria sofrível o suprimento de água com carros – pipa ou similares da SEDEC/CBMERJ e particulares, mesmo entendendo que haveria racionamento e setores do serviço público e toda a atividade econômica local ficaria paralisada até o retorno à normalidade.

A CEDAE , segundo o plano da SEDEC/RJ, é responsável em indicar os mananciais para adquirir água para distribuição, porém, o destaque neste caso seria a observação de um cenário de completa escassez de água tratada, não sendo possível, não só a distribuição, mas a aquisição da água potável para distribuição.

No Plano de Contingências –Guandu (2015) são explicitadas também, além das ações de resposta às emergências e desastres, as ações de recuperação, dentro de seu conceito mais amplo envolvendo a sociedade e

toda sua conjuntura ali envolvida, bem como as ações de remediação e recuperação, atuando no próprio meio, promovendo retorno a um cenário equilibrado relativo a um estágio anterior ao desastre, conforme quadro 8.

PROCEDIMENTOS	DIRECIONAMENTO
Acionamento de atores:	Tantos os atores usualmente envolvidos na resposta às emergências nas bacias estudadas como o acionamento de recursos e apoio técnico adicional, quando necessário e dependentemente da origem da emergência (rodovia, ferrovia, dutovia, indústria, outras fontes de poluição acidental, e falhas na transposição, estruturais e/ou operacionais)
Alterações no regime normal da transposição:	Envolve a alteração e o retorno de operação de elevatórias e barragens, durante as ações de resposta a emergência; e abordagem para acidentes e para falhas estruturais / operacionais no Sistema Light;
Alterações no regime normal de captação da ETA.;	Envolve a alteração e o retorno de operação da captação da ETA Guandu, durante as ações de resposta a emergência
Comunicação com o público externo:	Envolve mecanismos diversos de comunicação, incluindo perguntas mais frequentes, mensagens diretas ao consumidos e press releases, a pronunciamentos e coletivas, em caso de emergências/acidentes mais graves e situações mais críticas;
Monitoramento:	Abrange inspeções visuais, monitoramento da qualidade da água bruta, monitoramento da quantidade de água bruta, e monitoramento da eficácia das ações de resposta à emergência;
Plano de Atendimento à Emergência:	Ações de resposta específicas, conforme a origem da emergência (rodovia, ferrovia, dutovia e indústria), com base nas matrizes de responsabilidade. Abrange ainda os aspectos de fiscalização durante a resposta à emergência (aspectos ambientais, produtos perigosos, meios de transporte e danos a terceiros);
Acionamento de fontes alternativas de abastecimento:	Abrange as fontes de água bruta e de água tratada, para as situações de emergência de curta ou de longa duração;
Ações de racionamento contingencial de consumo:	Envolve as ações em relação à garantia de abastecimento de consumidores prioritários (abastecimento público, além de situações específicas, como hospitais, creches, maternidades etc.), bem com as ações de uso racional / racionamento voluntário ou compulsório;
Elaboração de relatório de ocorrência:	Abordagem conforme seja o responsável pela coordenação da resposta à emergência (INEA ou IBAMA), bem como os procedimentos de comunicação à ANP, em caso de vazamento de produtos oleosos – trata-se do modelo atual utilizado por estas instituições (minuta no

	caso do INEA);
Definição das sanções de caráter administrativo, civil e penal, e reembolsos aplicáveis:	Abrange as sanções citadas e os potenciais reembolsos em casos de danos ao patrimônio público e privado, custos incorridos na resposta à emergência, e lucros cessantes (público e privado);
Proposta de ações preventivas / corretivas específicas à emergência / acidente:	Com avaliação das principais atividades envolvidas na resposta a emergência e eventual apontamento de sugestões de melhoria;
Sistema de Informação Geográfica (SIG do Plano de Contingência):	Relaciona os principais dados e informações a serem incorporadas ao banco de dados (cenários de risco, acidentes, principais contaminantes, cadastros, informações e instrumentos legais e normativos);
Revisão dos procedimentos específicos e do Plano de Contingência:	Abrange os aspectos mínimos a serem observados na elaboração dos relatórios anuais de situação e nas revisões periódicas do Plano.

Quadro 8: Fluxograma principal de acionamento e procedimentos associados
 Fonte: Plaçon Guandu , (2014 , p 76)

Neste plano, todas as ações são discriminadas e colocadas em forma de fluxograma, com a responsabilidade da execução das atividades relacionadas, de acordo com o nível de alerta e o tipo de cenário.

Não se avaliou todos os procedimentos ali contidos, por não ser este o escopo desta pesquisa, porém se considerou o pior cenário já relatado, que seria a escassez de água potável por paralisação total da produção de água da ETA- Guandu, por um prazo além do normal de rotina da empresa fornecedora, devido à baixa oferta de água oriunda do Rio Paraíba do Sul ou colapso estrutural da ETA – Guandu.

Nesta esteira, de acordo com o PLACON – Guandu (2015), observou-se os procedimentos para obtenção de água bruta e água tratada, em fontes alternativas e emergenciais, com interrupções relativas de curto e longo prazos, que podem servir a todos os cenários que gerem paralisação na produção para diversos tipos de cenários.

As soluções propostas para obtenção de água bruta ou tratada, principalmente para o desabastecimento duradouro, não identificam as fontes de captação de água e consideram estruturas não existentes ou insuficientes para a possibilidade de ser fonte alternativa de água, como exemplo a dessalinização do mar, ou fontes de água tratada remanejada de sistema público adjacente, não se explicitando qual sistema que, provavelmente, já opera em sua maioria em déficit, como o Imunana-laranjal.

Para os demais cenários de risco previstos no Plaçon Guandu (2015) os procedimentos técnicos emergenciais a serem adotados envolvem alteração no regime normal de transposição de água das barragens, abertura e fechamento de comportas, monitoramento contínuo da qualidade da água, desinfecção e limpeza do sistema, entre outras ações.

5.4.1. Sistema de Gerenciamento de Desastres

Em um desastre é primordial para a eficiência e eficácia das operações envolvendo multiagências, um bom sistema de gerenciamento operacional. Segundo a SENASP(2008, p.19), entende-se por Sistema de comando de incidentes:

“É uma ferramenta de gerenciamento de incidentes padronizada, para todos os tipos de sinistros e eventos, que permite a seu usuário adotar uma estrutura organizacional integrada para suprir as complexidades e demandas de incidentes únicos ou múltiplos, independente das barreiras jurisdicionais.”

Embora não haja menção acerca do sistema operacional a ser utilizado³⁹, se ICS – Incident Command System , SCI – Sistema de comando de incidentes, SCO – Sistema de comando de operações, ou qualquer de sistema de gerenciamento de desastres único para todas as instituições envolvidas, de forma equalizada, treinada e interativa entre agências pelo PLACON – Guandu (2015), há a discriminação das ações a serem executadas por cada órgão, de acordo com o nível operacional de acionamento e conseqüentemente, a linha de autoridade a ser solicitada, tendo como complemento, uma relação de contatos dos órgãos e responsáveis envolvidos e ainda, a sugestão para a realização de simulados, com diferentes objetivos, de acordo com o nível operacional do cenário a ser testado.

Sendo assim, a previsão é de que o gerenciamento do evento se dará pelo GAT (Grupo de Acompanhamento Técnico), a ser criado e, cujos principais atores seriam INEA, Comitê Guandu/AGEVAP e SEDEC/CBMERJ/GOPP.

³⁹ No Brasil, várias instituições que atuam em resposta a desastres utilizam sistemas de comandos de operações, ou de incidentes , para a facilitação da gestão dos desastres, porém , não há uma doutrina no país que oriente à utilização de um único sistema definido, para uso destes órgãos, bem como de outras instituições não que não possuam como escopo principal a gestão de desastres.

Nota-se uma tentativa incipiente de gerar um comando unificado, para facilitação do planejamento de forma conjunta, para as atividades de mitigação e resposta; determinação para o estabelecimento dos objetivos para o período operacional; condução das operações de forma integrada; otimização do uso dos recursos necessários; e designação das funções dos órgãos e suas equipes. Tudo isso se revela de forma frágil, com indefinições logísticas e não treinadas.

Já o plano de contingências para a crise hídrica do Estado, organizado pela SEDEC-RJ e voltado à mitigação e resposta a esse desastre, em seu item 3.3, sugere a utilização da metodologia ICS como o sistema para gerenciamento a ser utilizado, com possibilidade de evolução por necessidade ou característica da operação, para sistemas de gestão de desastres, onde estão envolvidas decisões político-estratégico, porém, esse procedimento nunca foi testado para estes cenários propostos de forma real ou simulada.

É de grande importância que todos os órgãos envolvidos entendam e equalizem a forma e o sistema de gerenciamento de desastres que será utilizada, haja vista que, um descompasso de ações ou informações diminuiria sobremaneira a eficiência dos procedimentos de mitigação e resposta, aumentando conseqüentemente, o tempo resposta para atendimento da população em geral.

Além disso, devido à sua complexidade, seu caráter interdisciplinar e multiagências e sua tendência a agravamento, esse tipo de evento requer uma estrutura de comando clara, definida e adaptável às situações; prioridades e objetivos comuns previamente estabelecidos; terminologia comum entre os órgãos envolvidos; integração e padronização das comunicações e planos e ordens consolidadas. (SENASP, 2008)

Um exemplo interessante seria que, em um evento com essas características e importância para a segurança nacional, é possível que as forças armadas sejam acionadas para dar apoio às ações de resposta e recuperação, sendo que, a forma como executam a gestão de suas tarefas é pelo sistema Estado Maior Operacional, havendo a necessidade de treinamento prévio entre agências, para adequação ao modelo de gerenciamento a ser adotado, gerando compatibilidade funcional.

5.5 A CLASSIFICAÇÃO DO EVENTO ADVERSO “ESCASSEZ DE ÁGUA POTÁVEL NA RMRJ” COMO DESASTRE

Na RMRJ a escassez de água já existe, seja pelo desequilíbrio entre a demanda e oferta por água tratada atualmente, seja pela falta de estrutura e de infraestrutura capaz de distribuir a água e recolher o esgoto de forma mais eficiente, mesmo nos bairros mais afastados, nos subúrbios, nos assentamentos subnormais, conhecidos como favelas, ou nos municípios adjacentes ao centro econômico metropolitano; seja pela falta de ações não estruturais, que dependem especificamente da qualidade de gestão integrada, empregada por múltiplos setores e usuários deste recurso.

A intermitência no serviço revela uma situação adversa presente, com soluções paliativas e efêmeras. Segundo Brito; Formiga–Johnson e Carneiro, (2016, p. 188) “[...] são frequentes, nesse aspecto, uma lógica voltada para o aumento contínuo da produção de água pelos sistemas, sem privilegiar a gestão da demanda ou a redução das perdas.”

Município	Domicílios ligados a rede de água	
	2000	2010
	%	%
Belford Roxo	72%	74%
Duque de Caxias	69%	63%
Itaguaí	75%	81%
Japeri	63%	83%
Mesquita	-	91%
Nilópolis	96%	91%
Nova Iguaçu	81%	76%
Paracambi	59%	68%
Queimados	66%	83%
Rio de Janeiro	98%	98%
São João de Meriti	95%	93%
Seropédica	86%	94%

Figura 14: Índice de atendimento com rede de água - Sistema Guandu/Lajes/Acari
Fonte: IBGE, Censos 2000 e 2010 *apud* Brito; Formiga–Johnson e Carneiro, (2016)

Observa-se que nem toda casa recebe ligação da rede de água e mesmo estando ligada à rede, não significa receber água de forma regular, como afirma Britto, Formiga-Johnson, Carneiro (2016):

“Contudo, nos municípios da Baixada Fluminense, possuir uma ligação domiciliar não significa necessariamente ser atendido pelo sistema de abastecimento. Existem problemas graves de frequência

no abastecimento, de conhecimento público e assumidos por técnicos da CEDAE (entrevistas realizadas em 2014, no contexto do Projeto DESAFIO): em parte importante dos municípios de Duque de Caxias, Nova Iguaçu, Queimados, Belford Roxo, Paracambi e Japeri, a frequência do atendimento se resume usualmente de duas a três vezes por semana.” (2016, p.196)

Essa escassez de água, por qualquer dos motivos estipulados nos cenários sugeridos neste estudo, é uma condição socialmente construída, com caráter sistêmico, fugindo dos padrões caracterizados como desastre em nosso país, encobrendo uma série de outras ocorrências nefastas à população, mas que não se conecta a uma lógica de causa e efeito de desastres, mesmo entendendo a importância da água para a saúde humana em termos de quantidade usual e qualidade de suas propriedades físicas e químicas.

A questão é que o objetivo da defesa civil é a redução dos riscos de desastres e a minimização de impactos, e se decreta SE ou ECP para uma condição jurídica especial, que facilite o retorno à normalidade. Infelizmente, falta d'água nas torneiras da população já é uma situação “normal” a qual o povo e os políticos se “acostumaram”, por sempre se aplicar soluções paliativas e pontuais. Resta saber em uma situação mais generalizada onde não houver mananciais de oferta e, com uma escassez duradoura, como seria o retorno à normalidade e quantos dias a população iria suportar.

5.5.1. Possíveis classificações do desastre “escassez hídrica”

ESCASSEZ HÍDRICA NA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO-RMRJ POR PARALISAÇÃO DURADOURA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DO GUANDU (CENÁRIO HIPOTÉTICO)	
Quanto à origem	<p>PODERÁ SER NATURAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estiagem - Período prolongado de baixa ou nenhuma pluviosidade, em que a perda de umidade do solo é superior à sua reposição. 1.4.1.1.0 • Seca - A seca é uma estiagem prolongada, durante o período de tempo suficiente para que a falta de precipitação provoque grave desequilíbrio hidrológico. 1.4.1.2.0 • Outros eventos adversos causando a escassez hídrica (queda de um raio em uma das estruturas ETA ou barragens, chuva além da resistência projetada, terremoto etc.) <p>PODERÁ SER TECNOLÓGICO:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Derramamento de produtos químicos diversos em um sistema de abastecimento de água potável, que pode causar alterações nas qualidades físicas, químicas, biológicas. 2.2.2.1.0 • Liberação de produtos químicos diversos para o

	<p>ambiente, provocada por explosão/ incêndio em plantas industriais ou outros sítios 2.2.1.1.0</p> <ul style="list-style-type: none"> • Derramamento de produtos químicos diversos em lagos, rios, mar e reservatórios subterrâneos de água, que pode causar alterações nas qualidades físicas, químicas e biológicas. 2.2.2.2.0 • Agente de natureza nuclear ou radiológica, química ou biológica, considerado como perigoso, e que pode ser utilizado intencionalmente por terroristas ou grupamentos militares em atentados ou em caso de guerra. 2.2.3.1.0; • 4. Desastres relacionados a transporte de produtos perigosos 2.2.4.1.0; 2.2.4.2.0; 2.2.4.4.0; 2.2.4.6.0; • Rompimento ou colapso de barragens. 2.4.2.0.0; • Queda de estrutura civil⁴⁰. 2.4.1.0.0; • Queda de aeronave gerando destruição, total ou parcial, da ETA-Guandu, com ou sem extravasamento de produto perigoso (Sem especificação alfa numérica).
Quanto à evolução	<ul style="list-style-type: none"> • Súbita Exemplo: Ato intencional, ruptura de estrutura • Gradual Exemplo: Estiagem, seca
Quanto à periodicidade	<ul style="list-style-type: none"> • Cíclico – Em casos de estiagem ; Seca • Esporádico – Ruptura de barragem
Quanto à Intensidade	<ul style="list-style-type: none"> • Nível I – Situação de Emergência • Nível II - Situação de Emergência • Nível III – Estado de Calamidade Pública • Não se enquadra como desastre
Descrição do fato	<ul style="list-style-type: none"> • Paralisação do sistema de abastecimento de água tratada, na ETA Guandu. Não há fonte de captação suficiente para o atendimento da demanda hídrica populacional da RMRJ por um período superior a 5 dias ou ; • Destruição estrutural da ETA –Guandu, com impedimento de produção de água tratada por 5 dias.
Impacto	Econômico (paralisação da produção industrial /substancialmente; agrícola e de consumo implicando em paralisações de setores da economia e do dia a dia da sociedade)
	Paralisação de Hospitais, escolas, empresas públicas e privadas
	Total escassez hídrica para dessedentação pessoas e animais. Incremento no número de doenças associadas à escassez hídrica e à Higiene.

Quadro 9: Classificação do Desastre: Cenário hipotético “Escassez hídrica na região metropolitana do Rio de Janeiro - RMRJ por paralisação duradoura da estação de tratamento do Guandu”

Fonte: Souza; Barros (2019)

Esse desastre não estaria tipificado quanto à sua origem na COBRADE de forma direta, pois não há escassez hídrica qualificada nesta codificação, logo, entende-se que esse evento adverso seria consequência secundária de outros possíveis eventos adversos.

⁴⁰ Não há enquadramento para ruptura estrutural de Estações de tratamento na COBRADE, logo, enquadrar-se-ia nesta tipificação.

Quanto à origem, ele poderia ser natural ou tecnológico, como já mencionado, pois o critério para esta classificação está na análise do evento adverso desencadeador da ocorrência que podem ter causas naturais ou tecnológicas.

Quanto à periodicidade, embora instalado de forma sistêmica na RMRJ a incapacidade da produção de água potável pela ETA - Guandu seria algo esporádico, porém, há a possibilidade de ser cíclico devido ao agravamento de situações de estiagem ou seca.

Quanto à evolução, esse evento pode possuir características de um desastre súbito, se provocado por um ato intencional (possivelmente doloso), ou por colapso nas estruturas de barragens ou das usinas hidrelétricas, ou pode ser gradual, por exemplo, a diminuição contínua da vazão de transposição do Rio Paraíba do Sul em Santa Cecília.

Porém, em relação à classificação do desastre quanto à intensidade, enquanto não houver dano humano associado, não haveria enquadramento nem para desastre nível I, descartando qualquer outra possibilidade de qualificá-lo nos primeiros dias, enquanto não fosse estabelecido um nexo causal imediato de, pelo menos, dano humano. (IN02, 2016)

Souza, Barros (2019) afirmam que “Mesmo entendendo que as medidas deverão ser pró-ativas e em caráter emergencial, não seriam produzidos diversos itens que caracterizariam o Estado de Calamidade Pública - Nível III.” Isto porque, para ser calamidade pública tem que haver óbitos, população isolada, deficiência no atendimento pelos serviços públicos, desalojados e desabrigados, entre outros.

Assim, mesmo com todo o impacto que seria gerado, este cenário catastrófico hipotético, não se alimentaria dos critérios de decretação explicitados nas IN 02 (2016), principalmente nos primeiros momentos, o que seria crucial para início do processo de mitigação dos desastres, utilizando-se dos dispositivos jurídicos adequados.

5.6 QUANTIDADE MÍNIMA DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO DA RMRJ EM RELAÇÃO AO TEMPO DE RESISTÊNCIA A ESCASSEZ NA RMRJ

Avaliando-se uma ocorrência de crise hídrica na RMRJ, tomou-se como referência os cenários apontados nesta pesquisa, nos itens 5.2.2 e 5.2.3 , escolhendo-se delimita a análise, considerando a possibilidade de escassez de água tratada para a população desta região por contaminação na bacia do Rio Guandu, a partir do reservatório de Santa Cecília, gerando paralisação temporária do sistema de tratamento e de oferta de água potável, bem como a interrupção total dos processos produtivos de água por escassez hídrica provinda do sistema de transposição oriundo da bacia do Rio Paraíba do Sul, ou por colapso estrutural da ETA-Guandu, ou de parte importante de sua estrutura de captação, tratamento, armazenamento ou distribuição.

A escolha focal por estes possíveis cenários anteriormente apontados, se deu por considerar o caráter súbito das ocorrências, o impacto repentino “inesperado”, as ações mitigadoras e de resposta imediatas, mesmo considerando uma tendência a escassez hídrica ao longo dos próximos anos na RMRJ, caso se mantenham as mesmas condições de oferta de água tratada existentes no presente, gerando impacto gradual na população e, entendendo que existam intermitências no fornecimento de água para certas áreas, chegando de 3 a 4 dias sem fornecimento de água em algumas localidades da Baixada Fluminense, como afirmam Britto, Formiga-Johnson, Carneiro (2016).

Sendo a água considerada como um recurso essencial para a sobrevivência humana e, levando-se em consideração que a Lei 9433, PNRH, que em seu artigo 1º item III, explicita que “[...]em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais [...]”, torna-se desafiador não só entender o tempo de resistência à falta de água tratada essa população possuiria, mas também a quantidade mínima que deva ser garantida a população durante a ocorrência adversa, considerando as dificuldades que seriam reveladas no decorrer dos dias de escassez .

Silvestre (2003), afirma que a escassez hídrica se dá por uma relação entre a oferta de volume de água e o total de habitantes de uma determinada região, sendo este, um dado essencial para entender as necessidades

biofísicas individuais mínimas, porém limitado, sendo importante levar em consideração as construções socioculturais, a base produtiva principalmente de alimentos, podendo haver relações desiguais relativas à água/habitantes/ano, devido a fatores como diferenças nas densidades populacionais e distribuição espacial das águas.

Segundo o Sr Julio Cesar de Oliveira Antunes Coordenador de operações da ETA Guandu, em visita realizada à CEDAE em 12 de Maio de 2019:

“A escala de transtorno por interrupção no fornecimento de água pela CEDAE é de horas, onde se tomariam medidas de racionamento, manobras técnicas entre outras medidas atinentes àquele órgão, sendo complexo mensurar os efeitos que poderiam acarretar a paralisação total do sistema, com tempo de recuperação duradouro na escala de dias.”

Para a comissão de desenvolvimento sustentável da Organização das Nações Unidas (ONU), escassez ou stress hídrico é considerado quando a quantidade de água disponibilizada para as atividades humanas que para sua efetividade, precisem utilizar água, como as atividades industriais, agrícolas, entre outras, sendo que esses valores podem variar de acordo com inúmeras variáveis, socioculturais, ambientais, econômicos entre outros aspectos, se revela inferior a 2739 l/habitante/dia e o mínimo exigido para consumo doméstico, como por exemplo, beber água, tomar banho, escovar os dentes, lavar as mãos, cozinhar etc é de 137 l/habitante/ano (*apud* SILVESTRE,2003).

Segundo Campos(2001) *apud* Thame (2000):

As dimensões continentais e os contrastes climáticos, populacionais e socioeconômicos fazem com que o Brasil apresente, à semelhança do restante do mundo, uma distribuição irregular da quantidade de água para os diversos usos requeridos. Apesar de sua disponibilidade hídrica per capita média anual ser da ordem de 36.000 m³ por habitante, sem considerar a produção hídrica brasileira da bacia Amazônica essa cifra reduz-se para aproximadamente 10.000 m³ /hab.ano, sendo, no entanto, ainda muito superior ao índice de 2.500 m³ /hab.ano, considerado suficiente para o exercício normal das atividades humanas.

Este mesmo autor, explicita a situação de alerta para escassez hídrica, evoluindo a um quadro de escassez absoluta de acordo com os patamares de disponibilidade hídrica (m³/habitante/ano), referindo-se ao conjunto de atividades humanas e não somente ao uso doméstico, bem como não revelando uma uniformidade no serviço de abastecimento por dia, podendo

haver oscilações de oferta ao longo de um ano, considerando ainda ser escassez absoluta, patamares inferiores a 1369 l/habitante/dia o que equivale a 500m³/hab.ano, conforme Quadro 10 .

DISPONIBILIDADE HÍDRICA (m ³ /hab.ano)	SITUAÇÃO RELATIVA À ESCASSEZ HÍDRICA
1700 – 1000	ALERTA
1000 - 500	CRÔNICA
<500	ABSOLUTA

Quadro 10: Patamares de Escassez hídrica
Fonte: Próprio autor *apud* Campos (2001, p18)

A organização Mundial de Saúde (WHO, 2011) adota outros parâmetros, como por exemplo, a distância e o tempo entre o cidadão e o manancial; a quantidade de água que se consegue obter nessas condições; e o impacto na saúde da população sugerindo um nível de prioridade de intervenção e ações a serem tomadas.

Considera-se como acesso ótimo, um nível de água portátil para dessedentação e higiene humana, entre 100 e 200l/habitante/dia, conforme figura 56.

Service level	Distance/time	Likely volumes of water collected	Public health risk from poor hygiene	Intervention priority and actions
No access	More than 1 km / more than 30 min round-trip	Very low: 5 litres per capita per day	Very high Hygiene practice compromised Basic consumption may be compromised	Very high Provision of basic level of service Hygiene education Household water treatment and safe storage as interim measure
Basic access	Within 1 km / within 30 min round-trip	Approximately 20 litres per capita per day on average	High Hygiene may be compromised Laundry may occur off-plot	High Provision of improved level of service Hygiene education Household water treatment and safe storage as interim measure
Intermediate access	Water provided on-plot through at least one tap (yard level)	Approximately 50 litres per capita per day on average	Low Hygiene should not be compromised Laundry likely to occur on-plot	Low Hygiene promotion still yields health gains Encourage optimal access
Optimal access	Supply of water through multiple taps within the house	100–200 litres per capita per day on average	Very low Hygiene should not be compromised Laundry will occur on-plot	Very low Hygiene promotion still yields health gains

Figura15: Nível de serviço e quantidade de água obtida
Fonte: WHO (2011 p.84)

Esse mesmo estudo considera em um cenário extremo, um requisito fisiológico humano básico diário de 2 litros por pessoa adulta, que pode variar de pessoa pra pessoa, em contextos regionais e climáticos entre outras

possibilidades, aumentando-se essa quantidade para 7,5 litros por pessoa/dia, considerando necessidades básicas de higiene, e cocção de alimentos. (WHO, 2011)

Neste caso, imagina-se que toda a atividade que não fosse a dessedentação humana direta ficaria comprometida, como por exemplo, a produção industrial, agrícola e até mesmo a dessedentação de animais. Porém, há de levar em consideração que também se faz importante a manutenção de serviços públicos essenciais, tais como hospitais, serviços de segurança pública e manutenção da ordem, sendo relevante ressaltar que neste cenário extremo emergirá a escassez de alimentos, provindos tanto da produção e do transporte como também da paralisação das atividades comerciais.

O Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERHI(2014) recomenda uma distribuição de água “per capita”⁴¹ em função das faixas populacionais e urbanas, como mostra o quadro 11.

Faixa de População Urbana (habitantes)	Consumo de água “per capita” (L/Hab/dia) ⁴²
<10.000	150
<20.000	175
<50.000	200
<100.000	225
<200.000	250
<600.000	275
>600.000	300

Quadro 11: Valores “percapita” em função das fixas populacionais urbanas
Fonte: INEA, 2014 r8 b p.3

Atualmente, segundo apontam Britto; Formiga-Johnson; Carneiro (2016) são ofertados para a RMRJ, 52.400l/s pelo sistema Guandu/Lajes/Acari, sendo

⁴¹ “As perdas físicas na distribuição foram determinadas a partir de coeficientes informados pelo SNIS/2010. Para os casos não informados no SNIS adotou-se a média ponderada das perdas das cidades situadas na mesma região hidrográfica, ou ainda, quando disponíveis, os valores informados pelos operadores dos sistemas de abastecimento de água. Cabe observar que as perdas informadas pelo SNIS não representam, necessariamente, fugas e extravasamentos na distribuição. Parte dessas perdas correspondem aos volumes distribuídos sem medição e/ou por ligações clandestinas. A proporção dessas perdas geralmente não é conhecida pelos operadores dos sistemas.”(PERHI, 2014 ;p3)

⁴² Valores sem perdas físicas (determinado no PERHI).

45.000L/S⁴³ provenientes da ETA Guandu; 5.500l/s do reservatório de Lajes e 1.900 L/s sistema Acari⁴⁴, para uma demanda atual da ordem de 56000l/s, o que representa um déficit de 3600l/s (34,56 l/hab./dia) relativos a uma população consumidora desta estação, estimativamente em 2020 de 10.3 milhões de habitantes, segundo IBGE (2018)

Sendo assim, adotou-se para esta pesquisa, este valor recomendado pela ONU (137l/hab.dia), em virtude da ocorrência de escassez total no fornecimento de água tratada na RMRJ, havendo assim, a necessidade de garantir a quantidade mínima para o uso doméstico, aos habitantes da região, levando-se em conta a paralisação de todos os setores produtivos e as perdas do sistema de abastecimento.

O consumo mínimo de água diário n RMRJ teria um valor obtido que seria referente à multiplicação de 10.3 milhões de habitantes vezes 137l/hab/dia (condição mínima para consumo doméstico e higiene pessoal) o que seria igual a aproximadamente, 1.40 milhões l/dia de água tratada por dia para os habitantes da RMRJ.

Considerando que o sistema Lajes/Guandu/Acari produz um total de 4.527.360m³/dia na ETA – Guandu, Britto; Formiga-Johnson; Carneiro (2016) , que o sistema, teoricamente opera em déficit em relação a produção atual , ou seja, que em caso de paralisação só restaria a água produzida até aquele momento e que o armazenamento de água estará no seu limite de capacidade, inicialmente haveria fornecimento de água já produzida e armazenada somente para o consumo humano doméstico por um tempo “T1”, equivalente a 3 dias e 5 horas, conforme calculo demonstrativo:

$$T1 = \frac{\text{produção } 4.527.360 \text{ m}^3/\text{dia}}{\text{consumo mínimo } 1.405.383 \text{ m}^3/\text{dia}} = 3,2 \therefore$$

Aproximadamente (3 dias e 5 horas)

Giori (2011) em estudo onde abordou por simulação o despejo acidental de poluentes e sua propagação em cursos d'água como consequência de acidentes durante o transporte rodoviário de produtos perigosos, em pontos

⁴³ Segundo o PERHI, a ofertade água pela ETA-Guandu é de 43000l/s com a vazão de outorga pelo INEA de 45000l/s atendendo a RMRJ relativo à Baixada Fluminense, Rio de Janeiro e Itaguaí.

⁴⁴ Oferta dependente de regime sazonal. A oferta de 1900l/s do sistema acari, foi observada no momento desta pesquisa, em 19 de Abril de 2019.

⁴⁵ Produção armazenada entendendo o sistema com capacidade máxima de produção e armazenamento

vulneráveis do sistema entre Santa Cecília e a ETA-Guandu, utilizando um modelo matemático que permitisse a previsão da presença e dispersão de poluidores no espaço e tempo ao longo da bacia, usando traçadores fluorescentes, concluiu que, no cenário mais nefasto, o tempo de recuperação seria de $T_2 = 210$ horas (8 dias e 18 horas), com a contaminação sofrendo grande diluição, com origem da simulação mais próximo a Santa Cecília.

Nesse cenário, se torna imprescindível o processo de monitoramento da qualidade da água e do deslocamento da pluma contaminante, objetivando ações mitigadoras que promovam a redução do tempo de quase 9 dias de contaminação total e de não fornecimento de água potável para a RMRJ, tempo esse bem acima da capacidade máxima de desatendimento ao consumo humano de água já apresentado.

Corroborando com esse dado, segundo relatório diagnóstico do PERHI (2014) e de acordo com informações do Inventário das Restrições Operativas Hidráulicas dos Aproveitamentos Hidrelétricos, elaborado pela ONS, existe uma previsão operacional para reserva estratégica que possui tempo de esgotamento de 8 dias, fruto do reservatório de Lajes que regulariza uma vazão em torno de $16,5 \text{ m}^3/\text{s}$, dos quais $5,5 \text{ m}^3/\text{s}$ são encaminhados, via calha da CEDAE, às duas adutoras de Lajes, conseqüentemente $11 \text{ m}^3/\text{s}$ restantes ficam armazenados no reservatório podendo ser utilizados:

[...]tanto na geração de energia elétrica como para atendimento aos demais usuários durante os períodos de manutenção ou de paralisação do conjunto de bombas da UEL de Santa Cecília e também por questões de poluição acidental na calha do rio Paraíba do Sul, e até mesmo em situações emergenciais de estresse hídrico, como ocorreu na estiagem de 2003.

Para essa utilização, há necessidade de se cumprir algumas regras operacionais atinentes a vazão para atender a calha da CEDAE, a Vazão necessária para o complemento da vazão bombeada na Usina Elevatória de Santa Cecília, com o intuito de atender à defluência mínima da UHE Pereira Passos para o rio Guandu e a vazão adicional que venha a ser definida pelo Programa Mensal da Operação do ONS, que atenda aos requisitos energéticos ou ao controle do nível d'água do reservatório, principalmente nos períodos de cheias. (PERHI, 2014)

6. DISCUSSÕES E RECOMENDAÇÕES:

Neste capítulo, serão abordados alguns aspectos descritos nos resultados obtidos, propondo-se possíveis soluções indicadas pela bibliografia e pela experiência adquirida por outros países e cidades, frente à crise de escassez hídrica, e assim, conduzir-se-á a conclusões com base nas seguintes perguntas: A RMRJ está vulnerável à ameaça de escassez hídrica? O que pode ser feito para a redução dos riscos desse desastre?

6.1 A GESTÃO GLOBAL E INTEGRADA DO DESASTRE “ESCASSEZ HÍDRICA” NA RMRJ

A escassez hídrica total, com desabastecimento de água tratada, pode tornar a vida cotidiana da RMRJ e de suas habitantes bastante complexas, em virtude principalmente, dos impactos secundários que se emergirão diante do cenário caótico a ser apresentado.

Por esse motivo, este cenário nefasto precisa ser analisado dentro do ciclo global dos desastres, onde há necessidade de respostas operacionais rápidas, já que se trata de necessidade básica da população e sua condição de vida e existência, logo, soluções e estratégias preventivas e preparativas estipuladas no período anterior à ocorrência adversa gerarão enfrentamentos eficientes e eficazes, bem como um retorno à normalidade situacional em um menor tempo possível.

Assim, o uso conflitante da água na RMRJ e que pode gerar um cenário de desastre, tem origem em eventos adversos de origem antrópicas ou naturais, encontrando uma capacidade de gestão aquém da demanda, e isso inclui protocolos, planejamento de contingências, plano de gestão de bacias, plano estratégico, infraestrutura e serviços de saneamento básico, poluição e contaminação dos corpos d'água, soluções alternativas, uso inadequado por múltiplos usuários, perda de sistema, desperdício, baixa fiscalização, oferta e demanda hídrica, baixa oferta na “produção” de água, entre outros; gerando um cenário de escassez hídrica por falta total de água, intermitência de fornecimento de água potável, grande dispêndio de valores para a gerar potabilidade à água bruta captada, baixo poder de reservação para períodos

críticos; todos estes aspectos resultando em um uso conflitante e de baixa sustentabilidade dos recursos hídricos.

6.1.1. Dos mecanismos preventivos

Estudos das ameaças, vulnerabilidades e estimativa do risco

Todos os estudos desenvolvidos para a confecção dos planos de contingência para o enfrentamento da escassez hídrica obtidos nesta pesquisa observaram tecnicamente dados científicos de evolução urbana, oferta e demanda hídrica, aspectos físicos das bacias hidrográficas dos rios Guandu e Paraíba do Sul, a população vulnerável, as ações contingenciais a serem aplicadas, entre outros.

Recomenda-se o desenvolvimento de novos estudos sobre soluções hídricas alternativas às disponíveis atualmente para a RMRJ, como se verá mais à frente neste capítulo; estudos de causa e efeito inter-relacionando o regime pluviométrico na bacia do Rio Paraíba do Sul e adjacências e o cenário cíclico de regime fluviométrico deste manancial, bem como atualização dos parâmetros para quantidade de água a ser transposta entre as bacias em tela, o que já é executada entre a Agência Reguladora, neste caso a ANA, os comitês de bacia, os usuários detentores de outorgas e os órgãos estaduais, mas que têm variado de acordo com interesses, demandas e interferências climáticas, entre outros motivos.

Vale desatacar também a possibilidade de estudos de viabilidade técnica para a implantação de novas tecnologias e inovações que estabeleçam uso mais racional do solo, das técnicas agrícolas e uso de defensivos agrícolas entre outros.

De imediato, é necessário que se faça um levantamento de todas as fontes poluidoras dos rios de influência das bacias em referência (Guandu e Paraíba do Sul), bem como, de todas as empresas instaladas no seu entorno, tipificando seus poluentes, observando tempo dispersão, depuração, efeitos quanto à saúde e ao ambiente, quantificando os produtos e verificando as condições de operação, estocagem, transporte, descarte, entre outros aspectos que estejam submetidos.

Medidas Estruturais

Inúmeras são as soluções e medidas estruturais que devam ser tomadas preventivamente com o fito de reduzir os riscos de desastres por escassez hídrica na RMRJ que foram reveladas nesta pesquisa.

A maioria delas tem necessidade de grande soma de empenho financeiro e seguem estrategicamente as condições do crescimento urbano e populacional, logo privilegiam a oferta de água, a universalização do serviço, aumento da resiliência da população com a reservação e distribuição de água potável e ampliação do sistema de tratamento.

Serão explicitadas algumas destas medidas elencadas que deverão ser intensificadas para que haja a proteção e qualidades das águas do Rio Guandu, suas nascentes e margens, como por exemplo, o completo reflorestamento da sua faixa marginal de proteção, conforme consta no Código Florestal Brasileiro, melhorando assim a qualidade de água bruta que chega para tratamento (BRITO; FORMIGA–JOHNSON; CARNEIRO, 2016), porém, possui soma de valores de projetos voltados ao replantio de áreas ribeirinhas, sempre insignificantes em relação a outras medidas estruturais de aumento de tratamento e manejo da água. (TUCCI, 2010).

Um dos caminhos interessantes para o aumento de resiliência e até mesmo solução para o consumo intermitente em algumas localidades da RMRJ seria aumentar o número de reservatórios e criação de novas estações de tratamento dispersas em toda a região de consumo, gerando um modelo menos centralizador pelo menos em sua distribuição, o que diminuiria a dependência de somente uma fonte de água tratada (ETA-Guandu), na parte oeste da RMRJ e ampliaria a rede de distribuição, lembrando que não basta somente ter o reservatório, tem que existir a água tratada e ela tem que chegar nestas estruturas de forma contínua.

Há também de diferenciar a utilização da água sem necessidade de tratamento, que pode ser utilizada na agricultura, nas indústrias e nos usos diversos, da água para consumo humano e assim, tal como acontece nas redes de proteção contra incêndio dos edifícios elevados, recomenda-se a execução de um estudo de viabilidade técnica e financeira pela CEDAE, para que se estruture uma reserva técnica de abastecimento de água potável, que

comporte o mesmo número de dias para retorno à normalidade para o cenário extremo de incapacidade de produção de água tratada pela ETA –Guandu.

Nesta pesquisa, constatou-se que a CEDAE está construindo dois reservatórios com a capacidade de 12000l /s cada, ou seja, 24000 l/s totais (ETA Novo Guandu), o que gerará a adequação entre a oferta e a demanda atual, considerando ainda incluída o desperdício de 40% de água potável segundo. (PERHI, 2014)

Sobretudo na RMRJ, cabe destacar o quanto é importante e urgente que a CEDAE reduza suas perdas, que se encontram em patamares muito superiores à média obtida por países que atingiram padrões eficientes de gestão dos recursos hídricos e de saneamento. O PERHI (2014) estimou a perda média dos sistemas de abastecimentos operados no estado em torno de 40%; somente uma redução para 30% de perdas economizaria um volume de água suficiente para atender um milhão e meio de pessoas. Da mesma forma, programas permanentes de economia de água junto aos consumidores finais, estimulando as indústrias a aplicarem métodos de racionalização e o reuso da água nos processos produtivos, devem ser estimuladas. (BRITO; FORMIGA–JOHNSON; CARNEIRO, 2016)

Tão importante quanto aumentar a produção de água, seria controlar o desperdício, bem como, ter a capacidade de estocar esse incremento, o que já adequaria à demanda e oferta de água na RMRJ em um cenário atual e futuro, flexibilizaria a manutenção e a operação e possibilitaria a implementação de novos projetos com a soma de recursos economizados. (ANA, 2010; p72)

A construção da resiliência passa também pela fiscalização das estruturas antrópicas presentes na bacia do Rio Guandu, relacionados como pontos críticos de acidentes, sendo considerados potenciais poluidores, tais como as rodovias, ferrovias, dutos, barragens, áreas de mineração, entre outros, de modo que se estabeleçam projetos e ações estruturantes, quando necessário, que mitiguem e reduzam sistemicamente os riscos potenciais instalados.

Medidas não estruturais

Uma das querelas mais preocupantes para a questão da escassez hídrica está na capacidade de gestão e governança, entendendo ser este um processo bem complexo, construído ao longo do tempo em cenários distintos,

que não permite anacronismos empíricos, mas sim, entendimento da evolução do problema.

O modelo de gestão adotado no Brasil por conta da lei 9433/1997, a PNRH, é compatível com o modelo francês, onde a divisão se dá por unidade de bacias hidrográficas, que é utilizada como unidade de planejamento e gestão dos recursos hídricos (TEDESCHI, 2003).

Esse mesmo autor afirma que, diferente da lógica do modelo inglês, centralizado de acordo com divisões político-administrativas, possuindo dez agências regionais de água, as RWA, possuem autonomia financeira com a renda principal advinda da cobrança dos serviços de fornecimento de água e saneamento, bem como integração participativa com conselhos de administração formado com representantes da sociedade civil, poder local e central, sendo o serviço privatizado e separado das agências reguladoras.

Já na Alemanha, vigora as Stadwerk, que atualmente são sociedades anônimas encarregadas da prestação de serviços diversos às comunidades e diferentemente da Inglaterra, o serviço de saneamento não é cobrado, ficando a cargo do governo e do orçamento público e não seguindo a mesma lógica de divisão administrativa das águas. (TEDESCHI, 2003)

Entende-se então que a PNRH ainda está em processo de consolidação e que muitos conflitos decorrentes de múltiplos interesses, decorrem também de uma cultura de desenvolvimento administrativo geopolítico que nem sempre considera a bacia hidrográfica como fonte para a aplicação de políticas públicas de desenvolvimento estratégico de diversas áreas.

A qualidade da gestão das águas na RMRJ e, por conseguinte, a construção da escassez hidrossocial (BRITO; FORMIGA-JOHNSON; CARNEIRO, 2016) é fruto de decisões político-estratégico de desenvolvimento econômico do Estado ao longo dos anos, onde se podem apontar diversas causas para esta crise, como: a falta ou deficiência nos serviços de saneamento básico, degradação ambiental das bacias, centralização e dependência de uma única fonte de água. (JARDIM, 2015 *apud* RIBEIRO, 2016)

Sendo assim, 91% de toda a água que abastece a RMRJ provém de uma única fonte (ANA, 2015), o sistema integrado do Rio Guandu, o que gera dependência e vulnerabilidade do sistema de tratamento e abastecimento de

água, frente às condições de variações climáticas no rio Paraíba do Sul, o que pode impactar em todas as bacias e sub-bacias atreladas a este rio (RIBEIRO, 2016)

Porém, mesmo que se utilizassem outras fontes de água além das advindas do rio Paraíba do Sul, a intermitência no serviço de abastecimento e, logo, a escassez hídrica aconteceria em alguns bairros periféricos como os da Baixada Fluminense, onde existem ainda sistemas incompletos, reservatórios inoperantes, falta de setorização do abastecimento, redes obsoletas e secas, que, segundo Formiga-Johnson *et al.* (2014) são frutos de uma política pública de saneamento implementada pela CEDAE, e marcada por uma baixa efetividade dos investimentos realizados nestas localidades, ao longo dos anos.

Se por um lado a estrutura centralizada, rígida às modificações e passível a falhas no fornecimento de água cria o espectro da escassez hídrica, por outro a ineficiência no tratamento e coleta de esgoto doméstico, com ausência de rede, infraestrutura historicamente mesclada entre galerias pluviais e esgoto, ou mesmo a existência de estação de tratamento, mas com a rede coletora aquém do volume projetado devido a instalações clandestinas, geram um quadro de poluição quando se observa lançamento de cargas nos sistemas hídricos, conforme acontece na Baixada Fluminense e os afluentes da bacia do Rio Guandu, onde os rios urbanos carregam esgoto pela cidade.

A maioria dos rios que atravessam as cidades brasileiras está deteriorada, sendo esse considerado o maior problema ambiental brasileiro. Essa deterioração ocorre porque a maioria das cidades brasileiras não possui coleta e tratamento de esgotos domésticos, jogando *in natura* o esgoto nos rios. Quando existe rede, não há estação de tratamento de esgotos, o que vem a agravar ainda mais as condições do rio, pois se concentra a carga em uma seção. Em algumas situações, é construída a estação, mas a rede não coleta o volume projetado porque existe um grande número de ligações clandestinas de esgoto no sistema pluvial, que de esgoto separado passa a misto. Muitos dos rios urbanos escoam esgoto, já que, devido à urbanização, grande parte da precipitação escoam diretamente pelas áreas impermeáveis para os rios. Não ocorrendo a infiltração, a vazão de água subterrânea se reduz, agravando as estiagens. (TUCCI, 2001;p, 47)

Não só o esgoto cloacal, mas também a macrodrenagem urbana são carreadores de poluentes para os rios, onde o lixo urbano, sedimentos diversos e a lavagem da rua por ocasião de uma precipitação pluviométrica, promovem a deterioração dos cursos d'água das cidades e os programas de recuperação

ambiental e seus investimentos ainda privilegiam reduzir somente a carga cloacal, ao molde dos afluentes do Rio Guandu. (TUCCI, 2010)

Múltiplos interesses e múltiplas preocupações tanto do poder público quanto do setor privado, refletem uma dificuldade de gestão, que vêm adquirindo contornos de crise ambiental, tornando-se frequentes os conflitos acerca da água, seus custos e, sobretudo o entendimento que todo o desenvolvimento econômico, a saúde da população da RMRJ pode ser afetada.

Assim, balizar os interesses, orientando a atuação dos órgãos gestores e outros componentes do sistema, norteando políticas públicas para o desenvolvimento econômico e ordenamento territorial, de forma sustentável são fundamentais, e os instrumentos a serem seguidos são a PNRH e o PERHI, documentos de referência para o planejamento e a gestão de recursos hídricos, bem como, os critérios para a gestão nas correspondentes bacias, devem ser seguidos de forma coordenada, embora , segundo Relatório Diagnóstico para o PEHRI(2014), existam motivos para que isso não ocorra:

[...]A cultura setorial arraigada e a relativa autonomia dos grupos técnicos que constituem a burocracia pública, e o fato de a política de recursos hídricos continuar dependente das fontes tradicionais de investimentos, que possuem mecanismos próprios de elegibilidade e priorização, justificam, em parte, essa situação. Ademais, a bacia hidrográfica não constitui um espaço de referência política para as instituições brasileiras. Para alterar esse quadro, será necessário um pacto de adesão e compromisso em torno do PERHI [...]. (PERHI, 2014; p. 361)

Um aspecto importante acerca dos conflitos por múltiplos usuários e, conseqüentemente, a difícil busca de soluções compactuadas por todos os interessados, se revela na divisão das bacias hidrográficas interestaduais, responsabilidade da ANA, correlacionando-se à divisão de bacias estaduais, no caso do Rio de Janeiro, administradas pelo INEA, sendo que o impacto de um desastre hídrico se dá nos municípios, que não administram a gestão dessas bacias. O desastre em um município pode ter sido causado em outro, muitas vezes sem uma avaliação de causa e efeito. Com o modelo de abastecimento de água existente hoje para a RMRJ, entende-se que uma crise hídrica por escassez de água na Região Metropolitana de São Paulo será o fator desencadeador para a crise hídrica fluminense.

Por outro lado, os serviços muitas vezes não disponibilizados pelos municípios como saneamento básico, (lixo e esgoto), bem como a destruição da vegetação e a ocupação irregular, principalmente sobre as nascentes, contribuem com a poluição dos mananciais, com a perda de qualidade dos corpos hídricos e com a escassez.

[...]Devido a essa grande concentração urbana, vários conflitos e problemas têm sido gerados neste ambiente, tais como: (a) degradação ambiental dos mananciais; (b) aumento do risco das áreas de abastecimento com a poluição orgânica e química; (c) contaminação dos rios por esgotos doméstico, industrial e pluvial; (d) enchente urbana gerada pela inadequada ocupação do espaço e pelo gerenciamento inadequado da drenagem urbana; (e) falta de coleta e disposição do lixo urbano. Esse processo ocorre, entre outros fatores, porque os municípios não possuem capacidade institucional e econômica para administrar o problema, enquanto os Estados e a União estão distantes para buscar uma solução gerencial adequada para apoiar os municípios. Cada um dos problemas citados é tratado de forma isolada, sem um planejamento preventivo ou mesmo curativo dos processos. Como consequência, observam-se prejuízos econômicos, forte degradação da qualidade de vida, com retorno de doenças de veiculação hídrica, mortes, perdas de moradias e bens, interrupção de atividade comercial e industrial em algumas áreas, entre outras consequências [...].(TUCCI, 2010; p.151)

Assim, há necessidade de uma revisão nas políticas nacionais e estaduais de recursos hídricos e suas estratégias, adequando – as às políticas públicas e estratégias transversais, como as de defesa civil e redução dos riscos de desastres, segurança nacional, habitação, educação, desenvolvimento sustentável e ambiental, entre outras.

E ainda, no caso da RMRJ, se torna evidente que uma melhoria na gestão dos serviços oferecidos pela CEDAE, impactará na diminuição da escassez hidrossocial, desde que, para isso, a empresa adote princípios pautados cada vez mais debruçados na perspectiva da conciliação do direito à água para a população, o que é prioritário, e preservação do recurso já escasso. (BRITO; FORMIGA–JOHNSON; CARNEIRO, 2016)

A definição com exatidão da responsabilidade e respectivos responsáveis pelos serviços de saneamento básico, somados a outros fatores como a gestão ineficiente das empresas públicas em virtude de interferências e interesses políticos e corporativos, são causas do baixo nível de cobertura dos serviços.

Essa é a pauta de sustentação da linha de pensamento a favor da privatização do setor, da forma de cobrança pelo uso da água para os diferentes usuários, o que implica em entender a “Cidade legal” e a “Cidade ilegal”, e o custo tarifário de um serviço de necessidade básica para a vida da população.

A questão é que os serviços podem ser privatizados, mas a água não, o que não quer dizer que não tenha que ser cobrada adquirindo valor perceptível, gerando sustentabilidade para o setor e, conseqüentemente, gerar mudança cultural quanto à forma de uso.

Segundo Galli e Abe (2010) e (TUCCI, 2009), o crescimento demográfico e o aumento nos padrões de consumo, resultantes do incremento da renda per capita em países como o Brasil, permite uma elevação nos padrões de consumo da população, sendo necessário mais água para a produção de alimentos e de outros bens e serviços, logo, a valorização adequada da água dentro da cadeia produtiva se torna essencial e um grande desafio no intento da eficiência, sustentabilidade e retorno econômico.

O problema está que a cobrança pela água geraria importantes mudanças na forma como se consome água embutida na cadeia de produção, para gerar produtos industrializados, na agricultura e pecuária, na produção de alimentos na utilização doméstica entre outros usos, a “Água Virtual” (TUCCI, 2009), com conseqüentes altas de preços, o que impactaria o custo de vida da sociedade, onde os menos privilegiados economicamente seriam os primeiros a sofrer com a impossibilidade do produto essencial para a vida, conseqüentemente, o ser humano encontrará uma forma de sobreviver, podendo assim ser gerado um caos social em diversas áreas como segurança, saúde e ambiente.

A titularidade desses serviços carece de uma legislação que a defina com clareza, e, em caso de concessão, ela não deveria ser onerosa, tendo como meta o atendimento ao nível desejado de cobertura dos serviços com a menor tarifa possível. (CAMPOS, 2001; p.2)

Acrescenta-se a esse grande dilema, de cobrar ou não cobrar, ou ainda, o quanto e de quem cobrar, o fator político eleitoral, que possui pilar assistencialista no fornecimento de necessidades básicas à população, como fornecimento de água em carros pipas, para aqueles que não possuem

condições de pagar pelo produto e não possuem o serviço com fornecimento pleno e constante em suas residências.

Um contraponto que revela a dificuldade para empresas públicas fornecerem o serviço de abastecimento com eficiência reside no formato de algumas legislações, pelo fato de que existam muitas restrições fiscais para o setor público, dificultando a implementação de políticas públicas e a universalização e qualidades dos serviços, em comparação com o setor privado. (CAMPOS, 2001; p.2)

Um redimensionamento dos serviços de saneamento básico, levando em consideração a “cidade legal” e a “ilegal”, onde as construções não se destinam a legalidade dos serviços, devem relacionar abastecimento de água potável a número de habitantes, a densidade demográfica de diferentes localidades e sua ocupação urbana, bem como relacionar esgotamento sanitário a número de residências ligadas à rede legal (TUCCI, 2010; p.123)

A economia de água potável por parte da população no Brasil e, dentro do escopo dessa pesquisa na RMRJ, deve ser doutrinada culturalmente para atenuar o que vigora que é a cultura do desperdício e do entendimento de que a água seja um recurso infinito e de custo insignificante.

A população não entende ou não dá a devida importância de que a água tratada é um processo que envolve vultosos custos para chegar até as torneiras, incidindo em mais custos financeiros oriundos do orçamento público para tratá-la de acordo com seu grau de poluição, e ainda assim ser utilizada sem diferenciação para beber, cozinhar alimentos, cuidar da saúde, lavar o carro, o chão, entre tantas outras atividades.

6.1.2. Dos Mecanismos Preparativos

Conforme observado nos capítulos predecessores a este, as ações propostas pelos planos de contingências desenvolvidos pelas instituições envolvidas estão divididas e sugeridas de acordo com a finalidade e responsabilidade operativa de cada órgão, dividindo-se de forma global, considerando o restabelecimento da normalidade do abastecimento da RMRJ.

Assim, são apresentados tanto protocolos envolvendo a água bruta, o manejo para a captação, quanto iniciativas envolvendo a água tratada, as

operações da ETA-Guandu, o atendimento da população, das instituições e dos múltiplos usuários, ficando evidente que, embora haja um planejamento contingencial para a resposta a escassez hídrica na RMRJ, produzidos pelos órgãos responsáveis, entende-se que existam diferenças de informações como, por exemplo, o nível de alerta e o nível do desastre a serem emitidos e entendidos pelas diversas agências, o que pode gerar ações descompassadas, principalmente em ocorrências empíricas presentes em cenários de desastres multifacetados e complexos como este.

Conforme descrito, mesmo entendendo as diferentes responsabilidades institucionais em cenários de desastres, a formatação dos planos de contingências também deveria ser única, facilitando a operação e melhorando a eficiência no cruzamento de informações, ou se integram dentro de uma mesma proposta planejada, já que as defesas civis adotam modelos ofertados pela SEDEC-DR, por meio do sistema S2ID (sistema de informações de desastres), diferente do modelo proposto pela ANA.

A diferença entre o nivelamento dos níveis de alerta e de desastres, em contraponto a uma equânime avaliação de impactos na população em meio a um cenário de tendência situacional, pode gerar diversos tipos de consequências como por exemplo, dificuldade na decretação de situação de emergência ou Estado de Calamidade Pública, haja vista os critérios pontuais e um tanto subjetivos que são adotados pela legislação brasileira para a caracterização dos desastres, conforme instrução normativa 02 de 20 de Dezembro de 2016. (BRASIL, 2016)

Essa problemática de caracterização para esse tipo de desastre, “escassez hídrica súbita”, se complica ainda mais devido ao fato de ser parametrizada subjetivamente e com indicadores não correspondentes a essa tipologia de ocorrência, de acordo com esta Instrução normativa e seu anexo V, a Codificação Brasileira de Desastres - COBRADE e seu anexo IV. (BRASIL, 2016)

Outro aspecto relevante é que, pela questão temporal e pelo fato de atravessarem ciclos políticos eleitorais das unidades federativas, os planos encontram-se desatualizados, pois foram realizadas mudanças institucionais no que tange a seus integrantes, o cadastro do aparato logístico, de recursos

materiais e humanos, serviços, localização dos recursos, entre outros, essenciais ao enfrentamento emergencial da crise.

O sistema de gerenciamento de crises adotado não são os mesmos, o que dificulta as ações de comando e controle, faltando ainda uma cultura operacional para uso adequado interagências. Além disso, não está explícito o ferramental sistêmico para ser utilizado em caso de desastres que envolvam elementos de gestão, bem como no campo político- estratégico, onde as decisões transcendam as ações operacionais e táticas, em uma abrangência de escala que envolva diferentes entes federativos, decisões governamentais integradas, entes privados e uma multiplicidade de agências envolvidas no campo da gestão política.

Especificamente neste caso, a Escola de Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro (ESDEC) e os centros universitários afins poderiam atuar previamente na capacitação e orientação técnica para todas as agências com os serviços pertinentes e necessários, propiciando uma eficiente instalação de um gabinete de crise e mobilização do GRAC estadual e seus integrantes, e sua evolução em diferentes níveis da gestão do desastre.

Há ainda que se levar em conta que o repasse federal emergencial (transferência obrigatória) de recursos para resposta a este desastre se dá mediante cartão de proteção e defesa civil (CPDC). Neste aspecto, seria interessante a previsão, no impedimento legal ou burocrático, explicitar como seria a transferência e controle de recursos da SEDEC nacional e estadual para os múltiplos órgãos envolvidos, municípios, aquisições com dispensa de licitação de acordo com a o art. 24, itens III, IV, IV e IX da Lei nº 8666/2013⁴⁶, ou ainda, como seria o fluxo que o recurso tomaria em relação ao município desde o governo federal, já que seria requerido o serviço de atendimento à

⁴⁶ Lei 8666 de 21 de Junho de 1993, art 24 – Art. 24. É dispensável a licitação: [...]III- nos casos de guerra ou grave perturbação da ordem; [...] IV- nos casos de emergência ou de calamidade pública, quando caracterizada urgência de atendimento de situação que possa ocasionar prejuízo ou comprometer a segurança de pessoas, obras, serviços, equipamentos e outros bens, públicos ou particulares, e somente para os bens necessários ao atendimento da situação emergencial ou calamitosa e para as parcelas de obras e serviços que possam ser concluídas no prazo máximo de 180 (cento e oitenta) dias consecutivos e ininterruptos, contados da ocorrência da emergência ou calamidade, vedada a prorrogação dos respectivos contratos;[...]VI - quando a União tiver que intervir no domínio econômico para regular preços ou normalizar o abastecimento;[...] IX - quando houver possibilidade de comprometimento da segurança nacional, nos casos estabelecidos em decreto do Presidente da República, ouvido o Conselho de Defesa Nacional;[...] (BRASIL, 1993)

população, recuperação da infraestrutura pública danificada, ações de promoção à saúde, ajuda humanitária, reabilitação de serviços essenciais, operações de Garantia da Lei e da Ordem – GLO⁴⁷, Operação carro-pipa⁴⁸, entre outros.

A pouca apropriação dos entes envolvidos com esta ferramenta limita as possibilidades de uso mais eficiente e eficaz do recurso público e ações a serem realizadas emergencialmente.

A complexidade deste tipo de desastre transcende a ocorrência principal, revelando impactos transversais que merecem ser mais bem pontuados e com uma ênfase participativa das instituições afins, muito maior que as já apresentadas nos planos estudados.

Um grande exemplo seria a segurança pública, quando se considera a impossibilidade de a ETA- Guandu não produzir o tratamento de água potável, devido ao cometimento de possível ato intencional àquela estrutura, onde se entende que existirá uma sensação de insegurança quanto ao retorno à normalidade, com a presença de outros possíveis ataques e a dificuldade do Estado em recuperar as instalações o mais rápido possível e atender os serviços básicos.

Sendo assim, se torna imprescindível uma boa comunicação com a população impactada com relação às medidas a serem tomadas, como por exemplo, racionamento de água, período previsto para restabelecimento, pontos de captação pública de água, aplicação de sanções etc.

Segundo Tucci (2010), se torna importante destacar que as soluções que serão dadas pela população para obtenção da água poderão ser extremas,

⁴⁷ Realizadas exclusivamente por ordem expressa da **Presidência da República**, as missões de Garantia da Lei e da Ordem (GLO) ocorrem nos casos em que há o esgotamento das forças tradicionais de segurança pública, em graves situações de perturbação da ordem. Reguladas pela **Constituição Federal**, em seu artigo 142, pela **Lei Complementar 97**, de 1999, e pelo **Decreto 3897**, de 2001, as operações de GLO concedem provisoriamente aos militares a faculdade de atuar com poder de polícia até o restabelecimento da normalidade. (<https://www.defesa.gov.br/exercicios-e-operacoes/garantia-da-lei-e-da-ordem>; acessado em 04/09/2019)

⁴⁸ Operação carro –pipa - PORTARIA INTERMINISTERIAL Nº 1, DE 25 DE JULHO DE 2012 - Dispõe sobre a mútua cooperação técnica e financeira entre os Ministérios da Integração Nacional e da Defesa para a realização de ações complementares de apoio às atividades de distribuição de água potável às populações atingidas por estiagem e seca na região do semiárido nordestino e região norte dos Estados de Minas Gerais e do Espírito Santo, denominada Operação Carro-Pipa.(Brasil, 2012) – Nota-se que o Estado do Rio de Janeiro não está contemplado nesta portaria .

não considerando a potabilidade da água e ainda, ser predatória em relação à qualidade dos mananciais, conforme relato desse autor:

Quando a cidade não tem capacidade de suprir a população, esta procura por seus próprios meios obter água perfurando poços ou comprando água (aumentando de forma exponencial o custo da água). A população pobre tende a perfurar poços rasos, já contaminados pelo esgoto enquanto que a população de maior renda perfura poços profundos, mais seguros, mas que podem produzir rebaixamento dos níveis do terreno pelo esgotamento da água. Em regiões costeiras, isto pode produzir intrusão salina. (TUCCI, 2010; P 117)

Vale o destaque que a preparação para este desastre poderia estar inclusa no sistema educacional, que deveria se apoderar com mais veemência da questão da água no Brasil, adequando-o de forma transversal a outras matérias, de forma a possuímos cidadãos mais responsáveis quanto ao uso desse recurso que é escasso.

Desta forma recomenda-se:

A junção dos planos de contingências e dos planos operativos em um só, com a integração dos recursos materiais e agências possuidoras das unidades de recursos, em cadastro digital e geolocalizado⁴⁹, todos com uma só formatação, principalmente na explicitação da matriz de responsabilidades e atividades.

Ainda nesta esteira, importante se faz a execução de testes funcionais do tipo simulado para o entendimento da capacidade de resposta, organização do gerenciamento das operações, tempo resposta, período de resiliência, estratégia de comunicação com a população, acionamento de todo tipo de recurso de ajuda humanitária, saúde, higiene e limpeza, fornecimento de água portátil, estratégia de abastecimento da população, formas alternativas de abastecimento, entre outros.

É Fundamental a execução deste exercício simulado principalmente por se tratar de ações sistêmicas, integradas e complexas, com decisões de dimensões que transcendem as divisões políticas dos entes federativos e da égide de empresas e de outras estruturas, atuando juntas no Centro de Administração de Desastres (CESTAD-RJ) ou no Centro Integrado de Comando e Controle (CICC).

⁴⁹ Existe a disponibilidade da utilização da ferramenta SIGRE - SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS e ÁGORA – Sistema de gerenciamento de ações interagências, disponibilizados para utilização pela SEDEC-RJ.

As ações estruturantes contidas no plano de contingências, principalmente de caráter preventivo, e que requerem dispêndio de muitos recursos para sua realização, devem constar em um plano estratégico integrado, para a redução de riscos de desastres, implicando em planejamento orçamentário e de requisição de apoio financeiro, bem como considerar a possibilidade de obtenção de recursos federais pela modalidade de transferência voluntária, necessitando assim, rubricas pré- estabelecidas em LOA⁵⁰ e PPA⁵¹ de Estados e Municípios.

Ainda sobre o aspecto financeiro, em um cenário emergencial onde se considere o instrumento legal de dispensa à licitação, se torna importante que as instituições envolvidas estimem e, de acordo com as prerrogativas legais, considerem adotar o regulamento federal sobre o sistema de registro de preços (Decreto nº 7.892/2013), ou de aspectos para contratações pelo regime diferenciado de contratações públicas (RDC), Lei nº 12.462/2011, o que facilita contratações e aquisições, gera maior transparência e qualidade técnica de controle, valendo envolver os órgãos de *accountability* (O'Donnel, 1998), tais como tribunais de conta, ministério público, bem como os envolvidos em planejamento e finanças, tais como secretarias de fazenda, secretarias de planejamento, órgãos de controle interno , entre outros órgãos integrantes dos planos e cenários hipotéticos, anteriormente à crise real.

Também devem ser combatidos por órgãos fiscalizadores, Polícias Civis e Ministério Público, crimes de abuso contra a economia popular, conforme ocorreu no município de Governador Valadares - MG, devido ao estouro da barragem da empresa SAMARCO em 2015⁵², onde houve aumento de preços, por exemplo, de galões de água de R\$8,00 para R\$20,00; e isso deve estar fixado em planejamento prévio, levando em consideração preço de mercado anteriormente a um desastre, entre outras nuances a serem consideradas.

As defesas civis municipais (COMDECs) da RMRJ devem ser integradas ao plano de contingências do Estado exercendo papel fundamental nas ações de resposta e mitigação, atendendo à população e remediando os efeitos da

⁵⁰ Lei de diretrizes orçamentárias - LOA

⁵¹ Plano Plurianual -PPA

⁵²Matéria publicada no endereço

https://lucasbz.jusbrasil.com.br/noticias/257177747/comerciante-que-vender-agua-mineral-por-valor-abusivo-sera-presos-em-governador-valadares?ref=topic_feed, acessado em 28 de agosto de 2019, relatando crime contra a economia popular.

crise hídrica, embora se tenha observado nesta pesquisa, a falta de planejamento de contingências para este tipo de desastre, por parte destes órgãos.

Sobre o Plano de Contingências desenvolvido pela SEDEC-RJ, há a necessidade de se pontuar e georreferenciar as informações fornecidas pela CEDAE acerca da localização dos pontos físicos alternativos para a captação e oferta de água para o público em geral, e como será transportada pelos recursos móveis, como exemplo carros-pipas, até local de armazenamento, distribuição, fornecimento a prédios públicos com serviços essenciais, ou ainda se em fontes espalhadas pela cidade, tal qual a época do Brasil Império.

No caso de estouro de barragem, há de se levar em conta a necessidade de convergência operativa entre os Planos de Atendimento de Emergências - PAE, nesse caso, principalmente o grupo Light, detentora da outorga para exploração de energia hidrelétrica e, conseqüentemente, transposição das águas da bacia do Rio Paraíba do Sul para a Bacia do Rio Guandu e os planos de contingências referentes aos órgãos envolvidos com a resposta a acidentes na bacia do Rio Guandu.

Nesse aspecto, o Plano de contingências do Guandu (PLACON – GUANDU, 2014) deverá estar integrado ao Plano de contingências da Bacia do Rio Paraíba do Sul e de todos os planos dos múltiplos órgãos e entidades possuidoras de outorga para utilização destas águas, bem como Agências Reguladoras, comitês de bacias e órgãos de resposta como Corpos de Bombeiros, Prefeituras, por meio das defesas civis municipais e entidades ambientais.

Outra questão que precisa ser desenvolvida de forma integrada apresenta características complexas, pois seria de ordem da segurança e soberania nacional, tanto pelas forças de segurança pública como as polícias Federal, Civis e Militares, órgãos de defesa, como as Forças Armadas, e todo o aparato de inteligência necessário a atenuar desde um ato intencional, acidentes aéreos entre outros, que poderiam ser cometidas diretamente à ETA-Guandu ou em outro ponto suscetível e que impactaria em colapso total no abastecimento hídrico da RMRJ.

Desta mesma forma, outras ações criminosas como a ocupação de áreas adjacentes aos mananciais, para exploração ilegal de minérios, areia, comercialização de imóveis, fruto de ocupação e construções desordenadas irregulares próximo aos mananciais, e até mesmo a reservação impróprias de nascentes para comercialização de água, exercidos principalmente por organizações criminosas, devem ser tratadas com a devida atenção e preocupação.

Mesmo entendendo o caráter sigiloso acerca deste tipo de planejamento, é fundamental que haja arcabouço jurídico para a delimitação e desocupação da área *non aedificandi*, adjacente aos mananciais ligados a bacia do rio Guandu, objeto de estudo desta pesquisa, bem como o entendimento de que uma ação antrópica intencional à ETA-Guandu se constituir crime contra a soberania nacional e até contra a humanidade, tamanha consequência que seria gerada.

Outra medida importante é a restrição total do espaço aéreo referente a ETA-Guandu, com a produção de alerta de segurança antecipados e ativação do serviço de proteção, com autorização irrestrita as ações protocolares de defesa da soberania nacional.

Importante e urgente também uma reavaliação da legislação, especificamente da portaria interministerial Nº 1, de 25 de julho de 2012, denominada operação Carro-pipa, inserindo a escassez hídrica como uma possibilidade de atendimento, aos moldes dos atendimentos de resposta à seca e à estiagem, gerando abrangência a mais estados que possam ser acometidos por esse tipo de desastre, nesse caso, o Rio de Janeiro.

6.2. OUTRAS SOLUÇÕES

Comparando com outras metrópoles mundiais, não é uma exclusividade da RMRJ estar vulnerável à ameaça de crise por escassez hídrica causadas estressores naturais, como os fatores climáticos, ou estressores antrópicos, como acidentes estruturais, atos intencionais ou mesmo falha da forma de gestão adotada, limitada pela organização e estruturas seculares.

Um dos pontos que ficou evidente neste estudo é que a vulnerabilidade hídrica da RMRJ se deve ao fato de ser dependente basicamente de uma única

fonte para atender à sua demanda de água tratada: A ETA- Guandu, que por sua vez obtém água da Bacia do Rio Guandu, que é alimentada pela transposição do Rio Paraíba do Sul, rio interestadual que atende a múltiplos interesses e necessidades.

Sendo assim, a utilização de novas fontes alternativas às já usadas, aumentariam a oferta de água, poderiam servir como mitigadores em casos emergenciais de escassez hídrica, mas não refletiriam em sustentabilidade no processo de utilização da água, promovendo controle momentâneo, pontual e não definitivo.

Transposição

A transferência de águas entre bacias e integração de sistemas, com transposição a grandes distâncias é uma medida estrutural de custo elevado e de impacto ambiental gerador de grande mobilização popular, principalmente por questões ambientais, sociais, afetivas e econômicas de múltiplos setores e interesses.

De acordo com Silvestre (2003), diversos países executam a transferência entre bacias hidrográficas, como por exemplo a Rússia, que transfere 2800 m³/s do rio Oka para o rio Volga; a Califórnia, nos Estados Unidos, transfere 73m³/s para Los Angeles e para o vale de San Joaquin, pelo American Canal; a China transfere cerca de 1000m³/s entre bacias, entre outros exemplos.

A RMRJ já tem como sua principal fonte o sistema Guandu, integrado ao Sistema do Rio Paraíba do Sul e, tendo como referência o cenário constante atual, sem que haja novas restrições hídricas e sem considerar as obras da ETA nova Guandu, conforme mostrado anteriormente, havendo um déficit hídrico nos sistemas próximos, como por exemplo, Imunana-Laranjal, que abastece Niterói, São Gonçalo e Itaboraí, vulnerável às condições climáticas e que possui a vazão atual total de 6.200 l/s, insuficiente para atender a demanda atual que é da ordem de 10.900 l/s, tornando-se necessária a ampliação da produção de água em 4.700 l/s⁵³ para atender as necessidades

⁵³ O déficit a ser considerado na região está entre 2,2m³/s e 4,7m³/s, devido a variáveis não consolidadas, tais como o nível de intermitência do sistema, a não universalização do sistema,

da população, por falta da disponibilidade de água bruta, carecendo da construção de novos barramentos como o de Guapiaçu, o que é contestado pela população e órgãos não governamentais ligados ao ambiente. (BRITO; FORMIGA-JOHNSON; CARNEIRO, 2016)

De acordo com estudos publicados pela Integral de Engenharia/Firjan (2015), se for considerada a demanda para a região até 2035, que será de 14.200l/s, o barramento em Guapiaçu será insuficiente, pois gerará um incremento hídrico para o sistema de 4000l/s a 5000l/s, resolvendo o déficit atual e custando o valor de R\$400 milhões, segundo o PERHI (2014), solução tida como uma das mais baratas, mesmo considerando as indenizações, segundo Velez *et al* (2016).

Para longo prazo, este mesmo estudo da Integral de Engenharia/Firjan (2015) propõe a ligação com o sistema ETA novo Guandu, após finalizada a execução da ampliação, o que contemplaria a demanda da porção leste da RMRJ, incluindo as cidades atingidas recentemente pela escassez hídrica e que possuem sistemas isolados de abastecimento, tais como Magé e Guapimirim.

Essa solução integraria toda a RMRJ, diminuiria o impacto causado pelos estressores climáticos, porém geraria mais municípios dependentes da produção de água oriunda do rio Guandu, se tornando parte do problema para os cenários de desastres apontados por esse trabalho como o colapso estrutural da ETA –Guandu e consequente interrupção do fornecimento de água potável, não representando assim, solução específica para tal emergência .

Neste caso, como solução alternativa, esta pesquisa recomenda a realização de estudo de viabilidade técnica, econômica e socioambiental por parte do INEA e respectiva Secretaria Estadual do Ambiente e Sustentabilidade, CEDAE, entre outros envolvidos, acerca da possibilidade de se construir de médio a longo prazo, a interligação dos sistemas da RMRJ(Guandu e Imunana-Laranjal) à represa de Juturnaíba , na Região dos lagos onde, mesmo entendendo a grande distância entre elas, poderiam haver

estruturas de represamento de água intermediários a esta e que poderiam funcionar beneficiando os dois sistemas, conforme demanda .

Outro estudo necessário seria a viabilidade técnica, econômica e socioambiental, para a captação de água de um afluente do Rio Grande que desce a Serra de Friburgo conforme sugerido por Carneiro (2017)⁵⁴ e interligação aos sistemas, sobretudo o Imunana-Laranjal.

A questão da construção de barramento e todo o impacto desta obra no rio Guapiaçu, em Cachoeira de Macacu devem ser considerados, bem como as soluções alternativas , como a criação de pequenos e múltiplos barramentos e represamentos, nos rios que passam nas áreas urbanas da região serrana, disciplinando o fluxo de água, evitando alagamentos e enxurradas e gerando “reserva de equilíbrio”, podendo ser transposta em uma grande integração do sistema estadual.

Outra possibilidade que também demandaria volumosos recursos técnicos e financeiros, requerendo estudo de viabilidade técnica, econômica e socioambiental, seria a captação e transporte de água advinda dos aquíferos subterrâneos localizados em Campos dos Goytacazes, somente em situação de grande interferência climática na oferta de água bruta para os sistema da RMRJ, revelando um cenário de estiagem local, não devendo esta ser uma solução definitiva para falta de água potável desta região, havendo inúmeras ações estruturais e sistêmicas a serem tomadas anteriormente a esta, se constituindo **apenas como uma solução emergencial voltada a segurança hídrica dos sistemas** (grifo nosso).

Ainda como sugestão, destacam-se a possibilidade de realização de estudo de viabilidade técnica, econômica e socioambiental para a criação de mais reservatórios distribuídos estrategicamente nas diversas regiões, a serem utilizados de forma complementar, operacional ou emergencial.

Brito, Formiga-Johnson, Carneiro (2016) apontam ainda a importância de se observar os mananciais disponíveis nas bacias contribuintes à Baía de Guanabara, que poderiam ser utilizadas de forma emergencial, porém:

[...]possuem vazões muito reduzidas, além de apresentarem, em sua grande maioria, comprometimento na qualidade de suas águas. Entretanto, algumas alternativas locais poderiam ser retomadas ou implementadas como complementação do abastecimento de

⁵⁴ Disponível em :<https://projeto colabora.com.br/ods6/sao-goncalo-e-niteroi-sem-agua/>

localidades situadas no fundo da Baía de Guanabara, que hoje não são atendidas por sistemas públicos de abastecimento. (BRITO; FORMIGA–JOHNSON; CARNEIRO, 2016)

A transposição e o armazenamento de água são processos de alto custo, de grande possibilidade de inviabilidade técnica e jurídica de impacto socioambiental e econômico, devendo ser parte de uma decisão estratégica de desenvolvimento do Estado ou até mesmo do país, já que o caminho da água será o caminho do estabelecimento de atividades econômicas e, conseqüentemente, de pessoas.

Fato é que a RMRJ não deve possuir uma única fonte para tratamento e abastecimento de água potável e a atração de outros setores pode surgir como saída, incluindo assim, múltiplos interessados, como o setor elétrico, o turismo, os municípios consorciados, o setor de esporte e lazer, as indústrias, o setor agrícola e a participação da sociedade, diversificando a utilização, gerando solidez ao sistema integrado e diluindo os custos das medidas estruturais de forma sustentável.

De qualquer forma, de nada adiantará a integração das regiões hidrográficas fluminenses por transposição, com represamento de água, criando equilíbrio e suficiência momentânea ao sistema, se toda a estrutura for constituída em meio a uma gestão não sustentável, onde todo o investimento se tornaria apenas o adiamento do problema para gerações futuras, não atendendo aos objetivos da PNRH em seu artigo nº2:

- I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
- II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.
- IV - incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais. (BRASIL, 2016)

Aquíferos subterrâneos

Uma alternativa presente na RMRJ e que poderia ser utilizada em uma situação extrema seriam os recursos hídricos subterrâneos. Porém, é importante ressaltar que estes dependem da recarga do aquífero, que é função

do balanço hídrico; e da capacidade do aquífero em armazenar água e em regularizar os períodos de estiagens dos rios. (TUCCI, 2001; p45)

De acordo com Leal(1999) apud Tucci, (2001; p 45):

Os aquíferos podem ser classificados de acordo com as características geológicas em: (a) sistemas porosos: rochas sedimentares; (b) sistemas fissurados: rochas cristalinas e cristofilianas; (c) sistemas cársticos: rochas carbonáticas com fraturas. O sistema fissural ocupa 53,8 % do País, com grande irregularidade na distribuição da água subterrânea. As bacias sedimentares ocorrem em cerca de 42% da extensão do País.

O Estado do Rio de Janeiro é constituído predominantemente por rochas cristalinas, e suas águas subterrâneas estão espacialmente mais distribuídas em aquíferos fissurais, estando os aquíferos porosos nas planícies litorâneas e bacias sedimentares, cobrindo apenas cerca de 20% do Estado.

Martins *et al* (2006) destacam que :

[...]apesar da maior parte do território do Estado do Rio de Janeiro ser constituída por rochas cristalinas, a intensa atividade tectônica é responsável pela ocorrência de diversas zonas de cisalhamento, algumas de expressão regional, como o Graben do Paraíba do Sul e o Gráben Guanabara, que possibilitaram acumulação excepcional de água. Por outro lado, a água que ocorre nas rochas cristalinas do Estado do Rio de Janeiro possui, em sua grande maioria, um valor bastante baixo de sólidos totais dissolvidos, o que lhe confere um paladar agradável, sensação de leveza, ou seja, água típica para consumo humano. Martins *et al* (2006)

Sobre a Potencialidades médias dos aquíferos subterrâneos no Estado do Rio de Janeiro e com base nos trabalhos desenvolvidos no Estado por Caetano (2000), CPRM (2001), Capucci (2003) e Bettini (2004), estes autores apresentam, as espessuras médias e saturadas, além de dados como área de ocorrência, capacidade específica e qualidade das águas, conforme figura 60:

Vazões específicas (m ³ /h/m)	Aquíferos	Tipo de aquífero	Província Hidrogeológica	Qualidade da água
q > 12	Aluvião de Campos	Poroso, livre a semiconfinado	Bacia de Campos	Ferro > padrões
3 < q < 12	Emborê	Poroso, confinado		STD ± 150 ppm
0,5 < q < 3	Barreiras Recente		Poroso, semiconfinado a livre	Bacia de Resende
	Multicamadas Resende	Bacia de Macacu		
	Macacu	Bacia do Guandu		
	Piranema	Poroso, livre		
	Gráben do Paraíba	Fissural, livre, localmente confinado.		boa
q < 0,5	Barreiras Primitiva	Poroso, livre	Bacia de Campos	má, ferro e cloretos
aleatórias		Fissural, livre,.	-	Boa em geral

Figura 16: Tabela de potencialidades médias de água subterrânea do Estado do Rio de Janeiro

Fonte: Martins *et al* 2006

Em estudo desenvolvido pela Fundação COPPETEC e o Instituto Estadual do Ambiente (2014) sobre a Avaliação do Potencial Hidrogeológico dos Aquíferos Fluminense, com o objeto de subsidiar a elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos, levantou-se dados de cadastros de poços tubulares profundos outorgados pelo INEA e poços cadastrados pelo projeto Rio de Janeiro da CPRM, complementados por outras fontes.

Ao todo se chegou ao número até a data da publicação de 634 poços outorgados pelo INEA e 1625 cadastrados pelo CPRM, conforme Figura 61 de distribuição dos poços profundos no estado do Rio de Janeiro, porém, segundo estudos complementares, há a possibilidade de existirem poços não cadastrados que poderiam revelar um número entre 3000 e 5000 poços profundos (INEA, 2014).

Sendo assim, devido à dificuldade de se obter os dados fidedignos acerca do número exato de poços profundos perfurados, sua contribuição para o balanço hídrico, bem como seu atual estado de funcionamento, foram considerados como poços em operação pelo INEA, entre cadastrados e não cadastrados:

[...]no mínimo, o mesmo número de poços identificados (2.249), totalizando, desta forma, 4.498 poços tubulares profundos[...] no estado do Rio de Janeiro, equivalendo a um volume total de água subterrânea explotada em poços tubulares profundos no estado do Rio de Janeiro entorno de 9,82 m³/s, (INEA, 2014; p8).

A captação de mais $4,6\text{m}^3 / \text{s}$ é, também, obtida por poços tubulares profundos pelas concessionárias fluminenses, de acordo com a Fundação CEPERJ (Centro Estadual de Pesquisa e Estatística), porém:

[...] a consulta aos processos no INEA não identificou poços pertencentes a concessionárias ou serviços autônomos municipais de abastecimento de água. Cabe ressaltar, entretanto, que esse volume já estaria incluído na estimativa de poços não cadastrados. (INEA, 2014; p8).

Região Hidrográfica	Número de Poços Outorgados (Inea)	Número de Poços CPRM (2000)
I	2	32
II	72	123
III	60	209
IV	45	193
V	414	618
VI	3	53
VII	9	101
VIII	20	9
IX	9	277
Total	634	1 615

Figura 17: Tabela de distribuição de poços cadastrados por região hidrográfica do Estado do Rio de Janeiro.
Fonte : INEA (2014)

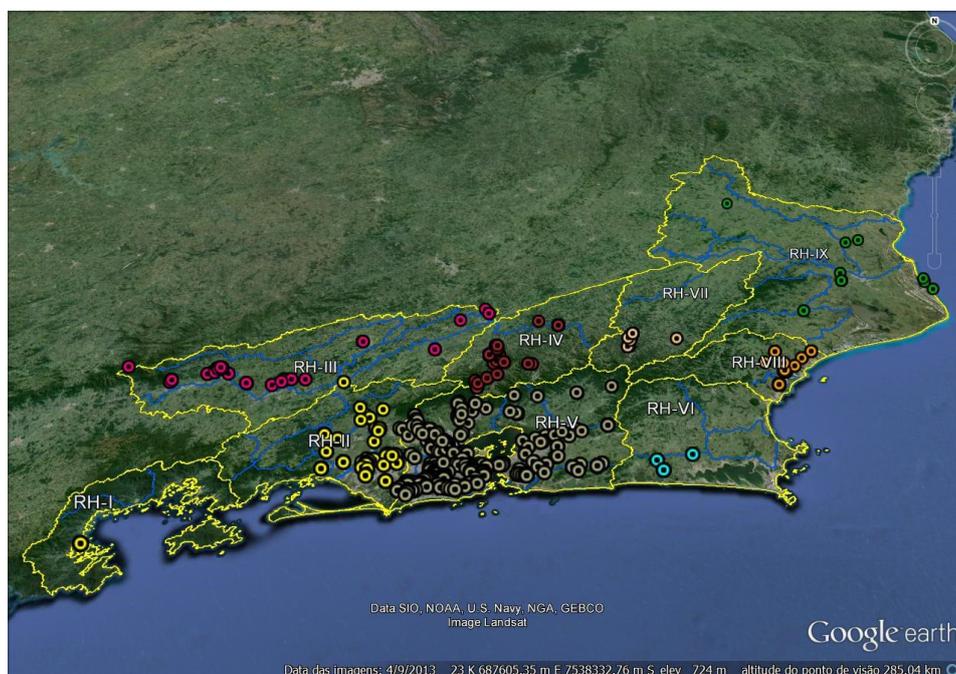


Figura 18 : Localização dos poços outorgados no Estado do Rio de Janeiro pelo INEA (com base em imagem Google Earth).
Fonte: INEA (2014)

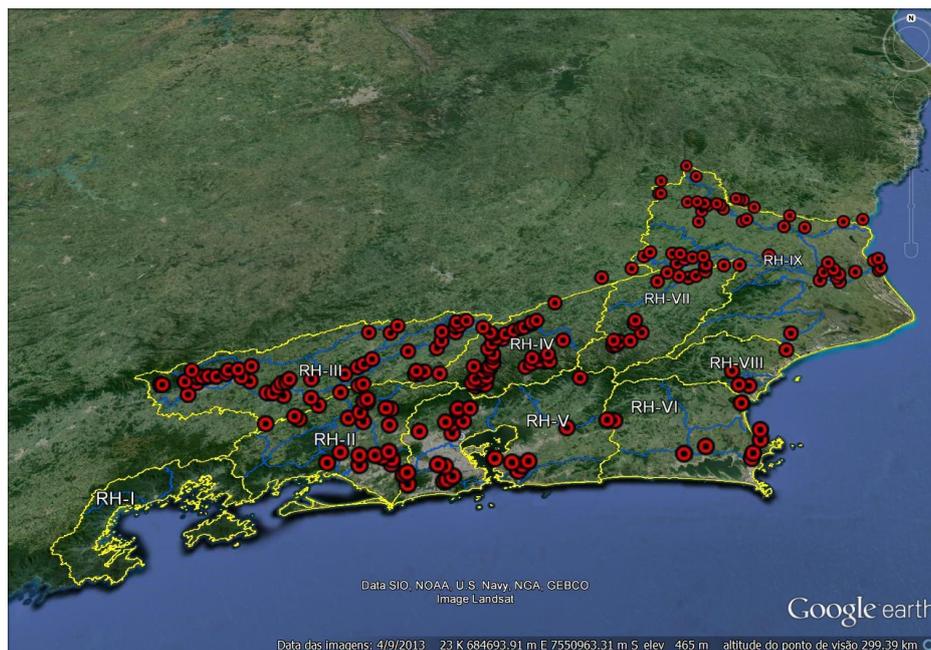


Figura 19: Localização de 1.615 poços tubulares profundos catalogados pelo Projeto Rio de Janeiro (CPRM, 2000) (com base em imagem *Google Earth*)
Fonte: INEA (2014)

O IBGE (2010) aponta ainda a captação de poços rasos e minas d'água por mais de quinhentos mil domicílios, para uso domiciliar, que não são considerados para o sistema de gestão de recursos hídricos, mas que refletiria em uma média estipulada de 2,9m³/s de água captada⁵⁵, número esse que pode ser significativo se avaliados conjuntamente, carecendo melhor exploração em estudos referentes a este tipo de captação, bem como a quantidade utilizada para a irrigação, quanto à presença de operações aleatórias dos sistemas de abastecimento convencionais.

Estimativa do volume explorado de águas subterrâneas (m ³ /seg)				
Poços profundos (Inea)	Poços profundos (CPRM)	Poços profundos não cadastrados	Poços rasos	Total
1,05	3,86	4,91	2,90	12,13

Figura 20: Tabela estimativa de exploração de águas Subterrâneas (m³/s) no Estado do Rio de Janeiro
Fonte: INEA (2014; p9)

Tão importante quanto localizar os poços existentes e a quantidade de água explorada destas fontes, é entender o potencial hídrico que poderá ser

⁵⁵ Considerou-se a média de quatro habitantes por domicílio e a utilização de pelo menos 125 litros diários de água por habitante (ANA, 2007).

utilizado em uma crise hídrica, conforme Figura 21 CPRM(2000) *apud*.INEA(2014).

Região Hidrográfica	R I	R II	R III	R IV	R V	R VI	R VII	R VIII	R IX
Vazão Média por Região Hidrográfica (m ³ /hora)	4,75	6,64	8,66	9,71	3,12	2,95	13,90	3,29	18,90
Número de poços avaliados	24	94	152	174	485	23	101	6	200

Figura 21: Tabela de vazões médias encontradas em poços perfurados no sistema cristalino, divididas por regiões hidrográficas.

Fonte: CPRM(2000) *apud*.INEA(2014)

A qualidade dos aquíferos subterrâneos fluminense, não possuem restrições regionais quanto ao uso, tanto pela quantidade quanto pela qualidade, com contaminações naturais ou antrópicas pontuais que não geram impedimento à utilização e que, de acordo com a disponibilidade instalada segundo INEA (2014), existe a possibilidade e condições para a ampliação da exploração das águas subterrâneas na maioria das Regiões Hidrográficas, com exceção de algumas áreas da Região Hidrográfica V e na parte litorânea da Região Hidrográfica VI, neste caso, devido ao baixo potencial e o risco de salinização do aquífero.

É oportuno salientar que o potencial hídrico subterrâneo, em aquíferos profundos, apesar de ser cem vezes maior que o volume dos rios e lagos, geralmente de boa qualidade, constitui uma atividade de risco que exige tecnologia avançada de investigação hidrogeológica e perfuração de poços, de altíssimo custo, para a captação de águas subterrâneas situadas em lençóis superiores a 1.000 m de profundidade. (CAMPOS, 2001; p9)

Recomenda-se a utilização das águas subterrâneas com poços tubulares profundos previamente e estrategicamente georreferenciados para fins estritamente de mitigar os efeitos de uma escassez hídrica total e local, não sendo interessante na maioria dos casos a substituição das fontes convencionais, sem a comprovação de sustentabilidade, referente ao equilíbrio entre bombeamento e a recarga dos aquíferos em função do tempo e a demanda.

Cumprir destacar, no entanto, que as quantidades de água da Terra, armazenadas nos diferentes reservatórios naturais, têm variado ao longo do tempo, uma vez que o ciclo hidrológico, responsável pelo movimento de enormes volumes de água ao redor do mundo, ocorre de forma muito variável e dinâmica. Em relação aos rios, esse

movimento é rápido, pois uma gota de água permanece armazenada na calha fluvial, em média, cerca de 16 dias. No entanto, o tempo para que uma gota atravesse lentamente um aquífero profundo pode estender-se por milhares de anos (OMM/UNESCO, 1997). Nesse sentido, vale dizer que a contribuição de um componente do ciclo hidrológico para a circulação global de água não depende apenas do volume armazenado, mas, principalmente, do seu período de renovação. (CAMPOS, 2001; p9)

Há ainda a necessidade de aprofundamento nos estudos sobre números de poços, oferta de água, quantidade explorada, contaminantes e fontes poluidoras, impacto geológico entre outros aspectos, e para isso, Batista (2015) afirma que [...] seu uso pode ser justificado desde que suas limitações sejam reconhecidas.

Esse mesmo autor explicita que análises criteriosas dos efeitos do bombeamento de poços podem revelar aspectos de superexploração⁵⁶ do aquífero, como hidráulico, relacionado à exaustão física do aquífero; qualidade da água, com padrões inaceitáveis; econômicos, relativos ao custo do bombeamento; ecológico, relacionado à diminuição da vazão de rios e de outros corpos d'água, extinção de flora e fauna; geotécnico, revelando perda de estabilidade de terrenos; e social relativo à distribuição da água. (BATISTA, 2015)

Tucci, (2010) ainda destaca outras problemáticas acerca da exploração de água em áreas urbanas:

Bombeando água subterrânea junto com a redução de infiltração pelas áreas impermeáveis, pode provocar rebaixamento dos níveis de terreno, piorando as condições de cheias em áreas baixas, além do próprio efeito da maré em cidades costeiras. Em resumo, águas urbanas em países em desenvolvimento estão numa espécie de ciclo de contaminação [...] (TUCCI, 2010; p118)

Em caso de crise hídrica, a RMRJ poderá ser abastecida pelos pontos de captação previamente estabelecidos, estudados, testados e operacionalizados, porém, destaca-se que de nada adianta aumentar a oferta hídrica com acréscimos de origem subterrânea no uso cotidiano sem que se resolvam antes as questões de desperdício dos recursos convencionais, da poluição dos mananciais, da distribuição, onde hoje o serviço de abastecimento não atende a todos os moradores, ao controle das águas subterrâneas

⁵⁶ Não há definição técnica deste termo sendo usado irrestritamente quando os efeitos da exploração são percebidos. (BATISTA, 2015)

explotadas, sejam elas de poços profundos ou de rasos, o lançamento e vazamento de esgoto, entre outros fatores.

Tucci(2010) revela que os principais problemas para contaminação de águas em áreas urbanas ao molde da RMRJ são:

Contaminação das fontes de abastecimento (rios e águas subterrâneas) pelo desenvolvimento urbano e despejo de efluentes sem tratamento nos rios que escoam para estas fontes. Falta de tratamento de esgoto: grande parte das cidades não possui coleta ou tratamento de esgoto. O esgoto é despejado nos rios sem tratamento, poluindo rios urbanos e destruindo o meio ambiente. • A urbanização aumenta as áreas impermeáveis, produzindo aumento das cheias e diminuição da infiltração para os aquíferos. Áreas impermeáveis e canalização dos rios urbanos aumentam cerca de sete vezes as cheias, a produção de sedimentos e a qualidade da água pluvial. • Ocupação das áreas de risco como, por exemplo, as de inundação e as de escorregamento de encostas. • Contaminação dos rios provenientes da água pluvial urbana e da agricultura. • Retirada da água subterrânea junto com a redução da infiltração produz o rebaixamento do solo e aumenta as inundações em áreas baixas. • A falta de serviços em resíduos sólidos diminui a capacidade dos rios devido à sua sedimentação, com aumento das inundações. A combinação de todos estes fatores mantém a área urbana em risco. Considerando que a área urbana é o motor econômico do país, esta condição insustentável pode levar a um risco importante para o desenvolvimento [...] (TUCCI, 2010; p118)

Vale lembrar que em caso extremo a população dará um jeito de resolver a falta de água duradoura, por ser uma questão de vida ou morte, conforme observado nas preocupações com a segurança pública e, por isso, a perfuração prévia de pontos de emergência para captação de água subterrânea bem como o controle da abertura de novos poços diminui o risco de contaminação ou má utilização deste recurso, o que poderia inviabilizar toda a estratégia de resposta a esse desastre.

O México sofre com a escolha da utilização das águas subterrâneas, pois, apresenta efeitos de instabilidade geológica por processos de subsidência e salinização em zonas costeiras.

Cidades como Toluca, Querétaro e Cidade do México sofrem com o rebaixamento dos níveis freáticos nas formações aluvionares, gerando subsidência nos terrenos das cidades que chega a 10 metros de desnível, refletindo em fissuras, recalque e rebaixamento em edificações, dificuldade de manutenção das estruturas enterradas, destruição de estradas entre outros.

Cidades como Califórnia e Las Vegas nos Estados Unidos apresentaram problemas semelhantes de subsidência. Já Portugal apresentou problemas

com a qualidade da água gerando poluição difusa, principalmente por contaminação de nitratos de origem agrícola. (CHAMBEL, 2016)

Dessalinização da Água

Uma forma de inserir resiliência aos sistema de abastecimento de água potável na RMRJ é a inserção da tecnologia de dessalinização de água do mar , de poços salobras, processos de drenagem , lagos ou fontes de reuso, com grau de salinidade elevado.

Ao redor do mundo, esta tem sido uma solução estratégica encontrada por diversos países, para o suprimento de água potável, como exemplo o Qatar, que depende 100% da dessalinização para seus usos cotidianos, sejam domésticos, sejam industriais, fomentando o interesse e o rápido avanço tecnológico neste setor.(VIEIRA, 2018)

Dessalinização em Números	
Plantas de dessalinização ao redor do mundo	18.426
Capacidade de produção	86,8 milhões de m ³ /dia
Países que possuem planta de dessalinização	150
Número de pessoas que dependem de alguma forma da água proveniente da dessalinização	Mais de 300 milhões de pessoas

Figura 22: Tabela de dessalinização em números, segundo a *Internacional Dessalinacion Association* até 2015
Fonte: Vieira (2018; p.16)

Posição no ranking	País	Capacidade em operação - m ³ /dia
1	Arábia Saudita	9.170.391
2	Emirados Árabes Unidos	8.381.299
3	Espanha	3.781.314
4	Kuwait	2.586.761
5	Argélia	2.364.055
6	Austrália	1.823.154
7	Qatar	1.780.708
8	Israel	1.532.723
9	China	1.494.198
10	Líbia	1.048.424

Figura 23: Tabela dos 10 países que lideram em capacidade a instalação de dessalinização
Fonte: Vieira (2018; p.17)

Logo, a RMRJ que possui mananciais como poços, açudes, um litoral acessível, e outras fontes impróprias para o consumo pelo grau de salinidade; e ainda vento e sol, dando suporte natural como fonte de energia para o processo, dentro as várias técnicas aplicadas, poderia considerar a adoção dessa tecnologia, atribuindo-lhe um caráter de utilização estratégica e complementar em situações de crise por escassez hídrica, o que diversificaria a fonte para obtenção de água.

A utilização de energia para a realização do processo, mais de 50% do custo da operação, ainda faz com que o custo operacional seja alto porém, tanto as inovações tecnológicas como a utilização de energia eólica ou solar tem decrescido esse custo, conforme demonstra Tundisi e Tundisi (2010):

Há varias tecnologias disponíveis para a dessalinização. Os custos que eram elevados há 10 anos (**US\$ 1,00 m³**) estão mais reduzidos (**US\$ 0,30 m³**), o que pode viabilizar o processo de dessalinização. Uma das técnicas muito utilizadas é a da osmose reversa, em que a água do mar (costeira ou água salobra de estuários) é dessalinizada a um custo energético de 3 a 5 kwh m³ [...].Os custos desta dessalinização variam, dependendo da tecnologia, da disponibilidade de energia e do acesso às áreas costeiras ou estuarinas. Em geral estes custos apresentam valores de **€\$ 900 a 550 m³ dia-1** para a dessalinização por membranas até **€\$ 1.600 m³ dia-1** para a destilação de múltiplos estágios [...] (TUNDISI, TUNDISI; 2010 p187)

Esta tecnologia ainda carece maior desenvolvimento, já que possui alguns desafios como a dispersão dos rejeitos altamente concentrados, a poluição térmica gerada, a necessidade de a água dessalinizada para abastecimento do público precisar ser recomposta com sais minerais e CO₂ e CaCO₃, podendo ser uma alternativa, sua utilização em outros setores como a irrigação em pequena escala, ou um plano B, para compor ação pontual de alto custo, para mitiação, e não solução, de uma crise por escassez hídrica na RMRJ.

Água de Chuva e Reuso

Uma possibilidade que se considera como alternativa à gestão de águas na RMRJ, aumentando sua resiliência hídrica e diminuindo sua dependência a uma só fonte, está no uso de águas pluviais e no reuso de águas, sejam elas de fontes industriais e domésticas, entre outras, reinserindo de alguma forma a água em seu ciclo natural ou otimizando sua utilização, evitando o consumo

inadequado de água tratada para outros fins, disciplinando o recurso e controlando os impactos quando fora de controle, principalmente em áreas urbanas endêmicas de alagamentos e enchentes, e ainda servindo de estoque para situações de estiagem.

Muitos países e cidades do mundo enxergam essa perspectiva, como por exemplo a Austrália, que em 1994 implantou um dos primeiros sistemas integrados de gerenciamento de água, chamado Águas Sensíveis ao Design Urbano (WSUD), tendo como princípio conectar o design de águas urbanas ao ciclo hidrológico (CITY OF MELBOURNE WSUD GUIDELINES, 2012 *apud* RIBEIRO, 2016).

As soluções são integradas, envolvendo uma análise completa do ciclo da água e intervenções descentralizadas nas bacias hidrográficas.

O WSUD tem como objetivo regular o ciclo hídrico no meio urbano melhorando a saúde pública, enfrentando enchentes e secas, melhorando a qualidade dos corpos hídricos, garantindo o abastecimento, fortalecendo os serviços ecossistêmicos, proporcionando lazer para a população e se adaptando às mudanças climáticas (FERGUSON; FRANTZESKAKI; BROWN, 2013 *apud* RIBEIRO 2016).

Um grande desafio à RMRJ, seria integrar a captação da água da chuva, à drenagem urbana, ao tratamento local da água de reuso, ao abastecimento, à renaturalização de corpos hídricos, a promoção de legislação pertinente quanto à utilização da água de reuso, ao tratamento de esgoto entre tantos outros aspectos.

Metrópoles como Londres e Nova Orleans desenvolveram projetos voltados ao enfrentamento das inundações, diminuindo o escoamento superficial, utilizando captação de água de chuva, biorretenção, pavimentos permeáveis e telhados verdes (LONDON SUSTAINABLE DRAINAGE ACTION PLAN, 2015). Seul, Nova York, Seattle possuem projetos de adaptação a recursos hídricos, tendo como base a resiliência e sustentabilidade e Melbourne, na Austrália, de acordo com City Of Melbourne Wsud Guidelines, (2012) produziu medidas como a redução do consumo, o investimento em fontes alternativas e o tratamento de água residuária com o propósito de consumo e melhora da qualidade dos corpos hídricos, sempre voltada a mitigação dos impactos de abastecimento de água ocasionado pela forte seca

que enfrentou no período de 1996 a 2010 (WELLS, 2015), atendendo ao maior número de demandas como por exemplo, a implantação da coleta de chuvas com o fito de aumentar a oferta, descentralizando fontes de abastecimento e reduzindo vazão para enchentes (RIBEIRO, 2016)

Estas experiências nos revelam que os serviços de abastecimento convencionais de interesses compartimentados dificultam a produção de um quadro estrutural mais resiliente, como acontece no Estado do Rio de Janeiro, como também a dificuldade de implantação da utilização da água de reuso na produção, na agricultura entre outros, envolvendo um aspecto de economia circular, porém não aplicados por diferentes motivos, inclusive falta de conhecimento técnico, monitoramento inadequado, carência de legislação realmente incentivadora, carência de investimentos e tecnologia de custo elevado.

Como proposta, essa pesquisa recomenda evolução na legislação brasileira sobre a água de reuso⁵⁷, bem como o reuso e captação obrigatórias de águas pluviais, muito incipientes⁵⁸ e “tímidas”⁵⁹ no Brasil.

Deve ser avaliada a possibilidade da proposta de “créditos em água” ao molde dos créditos em carbono, com critérios estabelecidos tanto para não poluidores, como para consumidores autossustentáveis e ainda para produtores ou recicladores de água, gerando o tal “crédito”, o que poderia ajudar na real valoração deste recurso, sendo esta proposição não desenvolvida por esta pesquisa, carecendo melhor desenvolvimento posterior.

⁵⁷ O Diário Oficial da União publica a [Lei nº 13.501/2017](#), que acrescenta um objetivo à Política Nacional de Recursos Hídricos. Segundo o novo texto, a [Lei nº 9.433/97](#), também conhecida como Lei das Águas, passa a ter o seguinte objetivo: incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais.

⁵⁸ O projeto de lei federal 7818 de 20149, ainda em trâmite na câmara, “*Estabelece a Política Nacional de Captação, Armazenamento e Aproveitamento de Águas Pluviais e define normas gerais para sua promoção*”, define os usos não potáveis para a água residuária da chuva. Esta determinação permite o reúso de água pluvial para irrigação paisagística, irrigação de jardins e hortas, lavagem de roupa, descargas sanitárias, lavagem de pisos e calçadas, lavagem de veículos, usos industriais, recarga de aquíferos, usos urbanos não potáveis, uso na aquicultura, uso em construções, controle de poeiras e dessedentação de animais. Todos esses parâmetros estão adequados à definição de água não potável da ABNT 15527 de 2007. (RIBEIRO, 2016)

⁵⁹ Projeto de lei s/n - 2015 Dr Roberto Sales -Dispõe sobre a obrigatoriedade de construção de sistemas de captação e armazenamento de água da chuva para fins não potáveis nas edificações do poder público federal.

Experiência de outros países

África do Sul

Na África do Sul, Cidade do Cabo, o nível dos reservatórios chegou a um patamar alarmante, pela longa estiagem, iniciando-se assim uma contagem regressiva para o dia sem água nas torneiras, 18 de abril de 2018, sendo este o “Day zero” (DIA ZERO em tradução livre) para o colapso total de escassez hídrica.

Estabeleceu-se um comitê consultivo pelo poder público e a sociedade civil, onde foram definidas duas estratégias: A diversificação das fontes de abastecimento hídrico, que eram dependentes das condições pluviométricas e a redução da demanda hídrica.

Assim, as fontes foram diversificadas com a implantação de novas tecnologias, como dessalinização, a recuperação de água e esgoto e a perfuração de aquíferos; e a demanda foi diminuída com reajustes de tarifas e um sofisticado gerenciamento de pressão.

Em outra perspectiva, visando à diminuição da demanda, foram propostas mudanças de comportamento e no padrão de consumo das pessoas e instituições onde, por imposições governamentais, e para evitar o colapso, a cidade impôs um limite de 50 litros diários de água per capita, aplicando penalidades financeiras em caso de uso excessivo.⁶⁰

“No Dia Zero, toda a distribuição de água seria interrompida para casas e comércio, com exceção de hospitais, escolas e algumas poucas instituições fundamentais ao funcionamento da cidade. Depois, os habitantes teriam de buscar água, diariamente, em 200 postos espalhados pelo município, onde poderiam captar no máximo 25 litros.” (disponível em <https://www.juntospelaagua.com.br/2018/10/22/o-que-salvou-a-cidade-do-cabo-da-falta-de-agua-em-2018/>)

O resultado é que com a percepção quanto ao risco de escassez hídrica iminente, as ações de racionamento e economia de água alcançando assim, em 18 meses a redução de 50% do consumo de água, adiando o “DIA ZERO” que nunca aconteceu, até que ações estruturantes foram tomadas para mitigar

⁶⁰ Disponível em <https://g1.globo.com/natureza/noticia/como-a-cidade-do-cabo-esta-se-adaptando-para-um-futuro-de-agua-escassa.ghtml>; acessado em 10/05/2019

a situação mais crítica, culminando com o retorno de um período chuvoso que voltou a encher os reservatórios⁶¹.

Com ações estruturantes de médio e longo prazo e visando uma mudança permanente na abordagem do uso de água, a Cidade do Cabo executou a exploração de aquíferos e dessalinizadores, complementando as demais soluções.

França

O modelo Francês de gestão de águas é um dos mais bem sucedidos da Europa ocidental, inspirando e servindo como referência para formatação da legislação brasileira em vigor, a PNRH, seus conceitos, suas práticas gestoras, estruturas funcionais como os Comitês de bacia, com ampla participação da sociedade, possuindo desafios que obrigaram o aprimoramento dos instrumentos e das políticas relacionados à segurança hídrica. (MACHADO, C., 2003)

Desta forma, segundo Melo (2016), a França considera duas questões relacionadas à segurança hídrica: a gestão do risco quantitativa e a qualitativa. A primeira trabalha de forma preventiva em relação ao risco de escassez, visando o equilíbrio entre a oferta e a demanda, classificando as “zonas de rateio de água” em seus planos diretores e locais, permitindo medidas diferenciadas e rigorosas quanto à cobrança; ou gestão de crises por representantes locais da administração do governo central, onde ocorrendo um cenário nefasto, a autoridade de água toma medidas temporárias para restringir ou suspender alguns tipos de uso da água, facilitando as operações de enfrentamento aos efeitos da escassez hídrica.

Já sobre a gestão de risco qualitativa, a França possui diversos arcabouços como:

[...] um policiamento para garantir a conformidade com as normas de qualidade das águas, com regulamentos para controlar a pressão exercida pela indústria sobre os recursos hídricos: tarifas para as emissões de poluentes, limites de qualidade para as descargas de águas residuárias na rede de esgotos ou no meio ambiente e acordos contratuais - por iniciativa de autoridades locais, agências de água e empresas privadas que usam água potável ou produzem água engarrafada - para incentivar os agricultores a reduzir os insumos poluentes. (MELO, 2016).

⁶¹ Disponível em <https://www.juntospelaagua.com.br/2018/10/22/o-que-salvou-a-cidade-do-cabo-da-falta-de-agua-em-2018/> acessado em 10/05/2019.

De acordo com Braga e Ferrão (2015), na França, os governos municipais são reunidos em torno de Bacias hidrográficas, por CLE (Comissão Local de Água), facilitando seus processos decisório, relativos a investimentos comuns em saneamento e abastecimento, produzindo seus planos diretores locais para a gestão dos recursos hídricos, diferentemente do Brasil, que não possui essa instância local, e em que os municípios se envolvem menos com os comitês de bacia, geralmente não possuem um plano para dar suporte ao plano de bacias hidrográficas.

Como exemplo, os planos diretores municipais desenvolvidos no Brasil abordam o uso e ocupação do Solo, e em geral, não contemplam recursos hídricos e redução dos riscos de desastres.

Na França, os governos, de forma acordada e integrada, podem decidir pela concessão dos serviços públicos em seus territórios, amenizar ou mesmo evitar problemas e reduzir o risco de desastres relacionados com a água. (BRAGA, FERRÃO; 2015)

Em relação à segurança física dos mananciais, MELO (2016) também destaca que “As informações confidenciais sobre captações de água potável, incluindo a localização exata, não são publicadas e o acesso às fontes é estritamente regulado, ajudando a dar segurança ao recurso contra o risco de terrorismo.”

Muitos outros aspectos são relevantes sobre a forma com a França executa a gestão hídrica, organizando múltiplos interesses, considerando a regionalidade e a participação local no processo decisório, porém, obedecendo ao limite de escopo desta pesquisa destaca-se a capacidade de gestão daquele país, o instrumento de fortalecimento da segurança hídrica, de modo a ser observada a evolução sistêmica, problemas e soluções advindos e resultados alcançados, para que se promovam as adequações necessárias ao modelo de gestão vigente no Brasil.

Austrália

Muito se pode aprender com a seca do milênio⁶², termo que se refere a um período de extrema escassez hídrica ocorrida em diversas cidades da Austrália entre 1997 e 2009; e dentre vários aspectos, destacam-se a gestão da crise e a forma de ponderar e relativizar o cenário; as medidas estruturais e não estruturais executadas, com avaliação de sucessos e insucessos; a oportunidade de avanço tecnológico em meio à crise, entre diversos outros pontos que extrapolariam o limite deste estudo em lide, mas que refletem em um dos piores cenários encontrados propostos nesta pesquisa, para a crise hídrica na RMRJ, que seria não haver água bruta a ser tratada pela ETA –Guandu.

Em seu relatório, Turner, A *et al* (2016) identifica as formas adotadas pelas companhias de águas urbanas e agências de águas na Austrália para sobreviver e enfrentar a crise, tais como inovações tecnológicas, investimentos na oferta, diminuição de demanda, capacidade de gestão hídrica para a resposta, além de outras que não resultaram em eficiência plena, seja pela tomada de decisão estratégica mau adotada, seja o alto grau de investimento “desnecessário”, entre outros aspectos.

Segundo estes autores, vale destacar que na Austrália, um dos grandes e fatores de sucesso foi o uso eficiente das águas urbanas onde economizou-se “[...]mais água a um menor custo e com maior velocidade que as opções no campo da oferta de água. (TURNER, A.*et al*, 2016)

As soluções à crise hídrica naquele país possuem características amplas, tendo ocorrido de forma diferente nas diversas localidades e cidades, de acordo com suas peculiaridades e, desta forma, foram aplicadas considerando-se cinco dimensões: A gestão da crise e as oportunidades; as parcerias e o trabalho integrado; a comunicação adequada; regras definidas; e decisões factíveis. (TURNER, A.*et al*, 2016)

Em termos de gestão da crise e oportunidades, o país é propenso à secas e é altamente dependente dos regimes de chuva, e este evento adverso abriu a

⁶² Termo atribuído em relatório desenvolvido para o governo da Califórnia -USA, com as experiências da Austrália, conforme Turner, A., White, S., Chong, J., Dickinson, M.A., Cooley, H. e Donnelly, K., 2016. Managing drought: Learning from Australia, preparado por Alliance for Water Efficiency, Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sydney e Pacific Institute for the Metropolitan Water District of Southern California, San Francisco Public Utilities Commission e Water Research Foundation.

perspectiva de estarem submetidos a um cenário de mudanças climáticas de evolução crescente, o que seria uma variável a ser considerada nas escolhas a serem tomadas para o enfrentamento do problema, gerando uma relação custo-benefício; eficiência e real necessidade, evidenciando uma preocupação acerca da possibilidade e da necessidade de diversificar as fontes de água com a adoção de medidas que englobassem avaliação da eficiência hídrica, substituição de fontes, incremento no reúso, e fontes de água não dependentes da chuva, como a dessalinização.

Assim, a conscientização gradativa acerca da crise hídrica, bem como a intensificação da vontade política, abriu oportunidades para aplicação de inovações tecnológicas, grande soma de investimentos financeiros para soluções técnicas e mudanças políticas para a utilização do recurso hídrico.

Outro aspecto, segundo (TURNER, A.*et al*, 2016), foi a aplicação de novos tipos de planejamento, como o princípio da prontidão, onde o poder público tem a possibilidade jurídico - financeira de estar “pronto para construir”, estando o recurso financeiro contingenciado para a necessidade de execução da obra, como por exemplo, em Sidney, onde houve a possível construção de uma usina dessalinizadora, em caso de alarme por decréscimo no nível do reservatório.

Essa abordagem de planejamento explicita maior flexibilidade para grandes investimentos de capital, organizando os gastos e tornando-os modulares. Também permite a opção de interromper a finalização de uma obra, caso haja uma mudança nas condições, demonstrando outro prisma de enfrentamento da crise de forma racional, multidisciplinar e econômica.

Outras cidades australianas resolveram construir usinas de dessalinização, transposições, sistema interligados de reservatórios, entre outras medidas, a um custo alto e de benefícios pequenos, pois passada a crise não se fizeram usuais tais estruturas, demonstrando que a tomada de decisões responsivas à crise, não pelo planejamento e pelo estudo técnico prévio resulta em prejuízos econômicos irrecuperáveis por décadas, gasto de energia, termos contratuais desfavoráveis **com aprisionamento tecnológico** (grifo nosso) de longo prazo. (TURNER, A.*et al*, 2016)

As parcerias e a integração entre os diversos setores da sociedade tais como estados, agências, serviços públicos, pesquisadores e indústrias, compartilhando conhecimento, contribuíram para o enfrentamento, sendo um

grande desafio atual do governo e da sociedade, a permanência de programas findado o período crítico.

A comunicação adequada gerou envolvimento do público para a execução de programas de economia de água, e em muitos locais, os governos e as empresas de serviços públicos de água conseguiram sucesso nesse engajamento. Neste aspecto, os casos de insucesso foram exatamente nas cidades onde se decidiu por não inserir a comunidade no processo decisório, influenciando nas questões de transparência. (TURNER, A. *et al*, 2016)

As regras definidas geraram um caráter de incentivo e estímulo de investimento para os diversos setores, que buscaram a eficiência hídrica baseado em parâmetros, com metas pré-estabelecidas e as decisões factíveis, privilegiando as decisões mais baratas para soluções com cenários de tendência incerta devido as múltiplas variáveis intangíveis, otimizaram os diversos processos e evitou arrependimentos com uma possível escolha mal dimensionada ou falha.

Foram investidos R\$6 bilhões⁶³ em infraestrutura para o combate ao desperdício e gerar economia de água, bem como foram estabelecidas estruturas de canalização para o retorno água de reuso para a utilização residencial em ações diferentes da dessedentação, tais como jardinagem, lavagem de roupas, entre outras ações que não necessitassem do emprego de água potável.

Alguns incentivos foram executados para que os cidadãos usassem dispositivos domésticos hidroeconômicos como troca de vasos sanitários, chuveiros, bicas, máquinas de lavar, refletindo na conexão entre a gestão permanente da crise; a indústria ecologicamente adaptada e com uma perspectiva de crescimento devido ao novo nicho de demanda; e a população cônica dos seus deveres.

China

⁶³ Disponível em <http://g1.globo.com/natureza/noticia/2015/05/veja-solucoes-de-seis-paises-para-vencer-falta-de-agua-e-o-desperdicio.html>

A China com sua imensa população e tamanho geográfico usa 600 bilhões de metros cúbicos de água por ano, ou cerca de 1.100 l/hab/dia, abaixo da metade da definição internacional de estresse hídrico.

Há ainda disparidade regional sobre a distribuição de água, onde 80% é encontrada ao sul, especialmente na bacia do rio Yangtzé, sendo que metade da população e mais de dois terços das terras agrícolas estão ao Norte do País.

A escassez hídrica em Pequim pode ser associada à Arábia Saudita, com apenas 275 l/ pessoa / dia.

Além disso, as águas urbanas disponíveis na China são contaminadas , com recomendações de não serem usadas sequer para a agricultura, além de possuir uma precificação inadequada , com valores baixos em comparação com países europeus.

O crescimento industrial chinês se dá dependente de água, como as indústrias de carvão, petroquímicas, mineração entre outras, sendo o custo da crise hídrica para o país, segundo o banco Mundial, na ordem de 2,3% de seu PIB, prejudicando seus planejamento de expansão e crescimento econômico.

Sua gestão para o enfrentamento de crises hídricas locais, tem como base medidas estruturais, como longas transposição de rios, como o “Projeto de Transposição de Águas Sul-Norte, que ligava o Yangtzé ao Rio Amarelo, trazendo água do sul úmido para o norte seco. Viajando 3.000 km de túneis e canais, tendo transferido 9,6 bilhões de metros cúbicos de água em 5 anos, beneficiando 53,1 milhões de pessoas, de acordo com a Comissão de Construção do Projeto de Desvio de Água Sul-Norte do Conselho de Estado, gabinete chinês.

A criação de barragens como a nos limites superiores do Brahmaputra, Mekong e de outros rios estão destinados a ter um impacto em países à jusante como em Bangladesh, Índia e Vietnã o que poderia gerar desequilíbrios e instabilidades regionais, só aumentando a oferta ao abastecimento de água momentaneamente em 7%.

Outra medida são as formas de reservação de águas em cisternas por várias cidades distribuídas pelo governo, além de outros 4 mil reservatórios de médio e grande portes e outras medidas como o desenvolvimento de um sistema de etiquetas para mictórios, vasos sanitários e pias, visando definir o grau

de eficiência hídrica que esses produtos possuem, incentivando a aquisição destes materiais.⁶⁴

Segundo De Stefano (2019) a crise da água está levando a China em utilizar medidas desesperadas, mas em última análise inúteis.

7. CONCLUSÃO

A Região Metropolitana do Rio de Janeiro, sua população, produção de bens e tudo o que envolve a vida cotidiana desta grande metrópole e circunvizinhança está em condições vulneráveis à hipótese de um desastre por escassez ou estresse hídrico, e este cenário crítico pode ter origem em diversos fatores desencadeadores, sejam de origens naturais ou antrópicas, com evolução súbita ou gradual, com características dolosas ou culposas, não sendo apenas uma relação biofísica entre o número de habitantes, a oferta atual de água, mas sim sobre a forma como a água é gerida, desde sua nascente até o consumo humano e de múltiplos usos, além da forma como é consumida e utilizada pelos usuários finais.

As soluções existentes perpassam, em geral, pelos aspectos pontuais e localizados, que em vezes, desconsideram a multidimensionalidade e a complexidade da gestão de recursos hídricos, o que implica em processos de aumento de “produção” e oferta de água, sem necessariamente privilegiar adequadamente a gestão por demanda ou a redução de perdas e desperdícios, apesar de alguns desses indicadores e metas constarem no Plano Estratégico da CEDAE(2015), bem como ser objetivo explícito constante na Lei nº 3239 (Política Estadual de Recursos Hídricos), que versa sobre a importância de se garantir a disponibilidade de água em volume e qualidade compatíveis com as demandas atuais e futuras de seus usuários.

Para ocorrência deste cenário nefasto, não existe “plano B”, ou outra fonte alternativa, pronta para uso imediato e que comporte a demanda da região, de forma emergencial. Isso porque, a oferta de água para a RMRJ depende de uma única fonte, que é o Rio Guandu, que por sua vez, depende

⁶⁴ No Brasil, adota-se o selo Procel de eficiência energética, onde identifica-se princípio semelhante.

do Rio Paraíba do Sul, exigindo então a execução e aperfeiçoamento do planejamento estratégico de recursos hídricos, com ações orçamentadas e financeiramente exequíveis; que contenham ações preventivas, preparativas e mitigatórias em diversas áreas, considerando os múltiplos usuários, gerando assim, a atenuação dos efeitos negativos sobre a população da região.

A Lei nº 9.433(Política Nacional de Recursos Hídricos) fomenta outras práticas de gestão de recursos hídricos, em detrimento de ações emergenciais, que devem ser substituídas por ações de planejamento e gestão da água de forma integrada, participativa e descentralizada, agindo também em diversos aspectos, da demanda e da oferta deste recurso, porém, embora exista o planejamento estratégico com intento de previsão orçamentária para algumas dessas ações, nem sempre existe empenho financeiro para a execução de diversos destes projetos, alguns deles emergenciais.

Sendo assim, medidas estruturais e não estruturais devem agir sobre a demanda, incentivando e promovendo a economia de água, com uso mais racional e evitando desperdícios e perdas, sejam pelos usos individuais; seja pela intervenção humana na estrutura do sistema de abastecimento, com captação clandestina e vazamentos; seja pela falta de incentivo para uma utilização autossustentável dos setores econômicos interessados, entre outros.

Deve ser considerada a utilização e aplicação de novas tecnologias, que gerem pontuais economias domésticas no uso contumaz, como por exemplo, o implemento de selos ou certificação de qualidade e sustentabilidade para vasos sanitários, mictórios, pias, com o grau de eficiência hídrica do produto de forma explícita para o consumidor; incentivo governamental desde o desenvolvimento de pesquisa e inovação a esses novos produtos, até o incentivo para aquisição; sistemas de monitoramento ,detecção e avaliação de desempenho para falhas na rede do sistema de abastecimento .

Essas medidas, também devem agir sobre a oferta, considerando a diminuição da poluição dos rios e mananciais contribuintes ao Rio Guandu, o planejamento urbano e seus estressores antrópicos, a ampliação e a melhor qualificação dos serviços de saneamento básico, manutenção e preservação das áreas adjacentes às fontes, rios e mananciais, penalização, fiscalização educação e cultura bem implantados e adequados à importância do risco.

Os Planos de contingências existentes devem ser reavaliados, com maior integração e participação dos órgãos que venham a responder aos efeitos desse desastre, bem como, devem ser testados rotineiramente, até como forma de conscientização dos usuários.

A segurança física das instalações deve ser redobrada, seja no aspecto jurídico, restringindo espaço aéreo, ocupação e uso do solo adjacente aos mananciais, estações de tratamento, reservatórios e transposições, incluindo-se planejamento setorial dos órgãos de segurança pública de segurança nacional.

Recursos hídricos alternativos como águas subterrâneas devem ter seus pontos de captação mapeados e georreferenciados, para utilização emergencial, bem como o suporte logístico para as diversas ações emergenciais.

Há necessidade de incentivo à utilização de águas alternativas e de reuso, tanto no processo produtivo, como na utilização de atividades que não exijam tratamento de água com fins de dessedentação.

Havendo iniciativas para diminuição da demanda de água, mesmo lembrando que esse decréscimo afeta a receita do fornecedor, se faz necessário o aumento da capacidade de reservação de água por parte da CEDAE, o que consta tanto no PERHI, quanto no plano estratégico da CEDAE, estando essas obras em andamento, no entanto, tão importante quanto aumentar essa capacidade, seria a descentralização dos reservatórios e de estações de tratamento, com consequente expansão da rede, com a integração com outros sistemas pelo Estado , entre Estados e com outras fontes como as subterrâneas, aliviando o estresse hídrico em diversas regiões, dentro de uma perspectiva de demanda futura, já que não seriam obras somente para o presente, sendo este um fator problemático pois os efeitos positivos muitas vezes transcendem a ciclos políticos eleitorais de 4 anos, o que deixa de ser prioridades entre políticas com características de “governo” e não de “Estado”.

Torna-se imperativo a reavaliação da legislação brasileira que versa sobre a qualificação deste tipo de desastre, bem como a forma de repasse de recursos emergenciais para as áreas afetadas com a crise hídrica, já que os

critérios utilizados não contemplariam e não caracterizariam esta ocorrência altamente impactante para a sociedade como desastre.

O tempo de resistência sem a água por parte do usuário do sistema na RMRJ, em relação a uma escassez hídrica contínua, se apresenta curto em relação ao tempo necessário para o restabelecimento do serviço em muitos dos cenários apontados nesta pesquisa, o que carece planejamento não só para a resposta ao desabastecimento e a dessedentação humana e animal, durante a vigência do cenário adverso, como também um plano de recuperação emergencial, tendo como base os piores cenários apontados nesta pesquisa: Escassez de água bruta, ou destruição da estrutura física da ETA- Guandu ou dos reservatórios do sistema Lajes-Guandu.

O imponderável humano, também pode agir sobre as estruturas de captação, armazenamento, tratamento, transporte e abastecimento de água, o que torna importante a revisão sobre as leis que qualificam atos intencionais com essas características, bem como as diversas medidas para a proteção e segurança do sistema.

A água, apesar de ser considerada como o petróleo do século XXI e se caracterizar pela importância estratégica para o desenvolvimento social e econômico na política contemporânea, possui caráter de necessidade básica e vital, sendo esta, uma notável diferença entre as duas substâncias, já que o ser humano não bebe petróleo e sobrevive sem ele, mesmo entendendo sua grande importância em toda a cadeia produtiva, porém sem a água, não seria possível a sobrevivência.

Nesse ponto, deve se destacar três aspectos socioeconômicos inerentes à água: O preço, o custo e o valor deste recurso vital.

A precificação da água é uma questão importante e em discussão mundialmente, mostrando-se como parte da solução, desde que residam com base em estudos conclusivos de eficiência, factibilidade e realidade social, econômica e cultural brasileira.

Já o custo da água, se revela não só como gerador de impacto econômico individual, mas também social, devendo ser atrelado diretamente aos mecanismos de cultura econômica do recurso, gerando o entendimento da socialização das perdas e de sua importância na cadeia de produção, da percepção da importância de investimentos no setor, muitas vezes não

observável pelo consumidor e tido pelos governantes como não prioritários, não constando como parte de uma agenda política e midiática preventiva.

E por fim o valor da água, que adaptando o conceito de Daher (2013), seria uma relação entre a os benefícios (funcionais, sociais, emocionais) perceptíveis pelo usuário em relação aos seus custos (financeiros, psicológicos). Segundo esta adaptação, a carência ou o bom serviço poderiam gerar a importância do recurso, grande se bem ofertado, imenso se escasso, gigante ao infinito se ausente, o que em uma relação com o custo, geraria a escala de valor mais consciente e o entendimento por parte de todos os setores da sociedade, de qual é o real valor da água.

BIBLIOGRAFIA

ABIQUIM; **Guia para implantação de plano de contingências para a crise hídrica**. Disponível em abiquim.org.br, acessado em : 30 de abril de 2019

ABREU,J.G.; CARVALHO T.A.; **MANUAL DE ELABORAÇÃO DE MONOGRAFIA**. 1ªEd, Rio de Janeiro, ESCBM, 2015. 116p.

AGENERSA; **manual de procedimentos para a prestação dos serviços públicos de saneamento básico aprovado pela deliberação AGENERSA Nº. 115, de 26 de junho de 2007 – Art. 3º**. Rio de Janeiro: 2007.

AGENERSA; **Processo Nº E-12/003.492/2015. Plano de contingências adotado pela CEDAE**. Deliberação Rio de Janeiro, 2015.

AGENERSA; **Processo Nº E-12/003/100.142/2018. Plano de contingências para o verão 2018/2019 para os sistemas de esgotamento sanitário e saneamento básico**, Rio de Janeiro: 2018.

AGEVAP, **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – Resumo Diagnóstico dos Recursos Hídricos Relatório Final**. Elaborado por Fundação COPPETEC. Resende, 2006.

AGEVAP, **Avaliação dos impactos de novas transposições de vazão no rio paraíba do sul r4: demandas de uso da água consuntivos e não Consuntivos**. São Paulo, 2013. 96 p

ALMEIDA, G. M.; **A Domesticação da Água: os acessos e os usos da água na cidade do Rio de Janeiro entre 1850 a 1889**. Dissertação (mestrado), UNIRIO, 2010. 208 p.

ANA. Atlas Brasil – **ABASTECIMENTO URBANO DE ÁGUA – PANORAMA NACIONAL**. V1. Brasília 2010 72p

ANA. Atlas Brasil – **Abastecimento urbano de água: Resultado por estado**. V2 Brasília 2010 92p

ANA. **O Comitê de Bacia Hidrográfica: prática e procedimento**. Brasília: SAG, 2011. 81 p.

ANA. **Oficina sobre escassez hídrica e racionamento preventivo**. Apresentação em PPT. Disponíveis em : <https://www.ana.gov.br/> acessado em 09 de Julho de 2019.

ANA. **Plano de Ações Complementares para a Gestão da Crise Hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul**. Brasília 2015. 60p.

ANA. **RESOLUÇÃO Nº 1188, DE 29 DE SETEMBRO DE 2016**.

ANA. **RESOLUÇÃO No 288, DE 28 DE MARÇO DE 2016.**
 ANA. **RESOLUÇÃO No 561, DE 30 DE MAIO DE 2016.**

ANA. **RESOLUÇÃO No 65, DE 28 DE JANEIRO DE 2016.**

ANA. **Resolução s/n Modelo de plano de Contingencias e emergências por parte dos prestadores de serviço de abastecimento de água e de esgotamento sanitário.** ABAR, 2009. Disponível em <https://www.ana.gov.br/> acessado em 09 de janeiro de 2019.

ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras** –Edição Especial. -- Brasília: 2015.163p.

ANA. **RESOLUÇÃO CONJUNTA DAEE;IGAM;INEA; Nº 1382 DE 07 DE DEZEMBRO DE 2015.**

ANA; **CONTAS ECONÔMICAS AMBIENTAIS DA ÁGUA: BRASIL 2013-2015**
 CEAA. 2018 Disponível em : <https://www.ibge.gov.br/> Acesso em : 30 jun 2019

BANCO MUNDIAL, **Secas no Brasil: política e gestão proativas** – Brasília: ;, 2016. 292 p.

BARRAQUÉ, B.;. Eau (et gaz) à tous les étages : **comment les Européens l'ont eue, et comment le Tiers Monde pourrait l'avoir** In: **Acc s aux services essentiels dans les PED**, Paris : IDDRI, 2005, p. 1-15.

BARROS, A.B.; BARROS, A.M.A.; **Proposta de um sistema de gestão de recursos hídricos municipal ou consorciado integrado aos planos estadual e federal, conforme a Lei Nº 9.433/97**, RAP – Revista de Administração Pública, ISSN 0034-7612, vol. 34 (2), março/abril 2000, p. 121-32.

BARROS, A.B.; BARROS, A.M.A.; **A difícil aplicabilidade da política de águas no Brasil** . Inter Science Place- Revista científica internacional Ano 2 - N º 07 Maio/Junho – 2009

BARROS C. M. *ET AL*; **Análise comparativa entre os sistemas de gestão da água: Brasil, Estados Unidos, Alemanha, África do Sul.** São Paulo. 2015.

BARBOSA,L.V.;ABRANTES,E.T.; SEIXAS FILHO, J.T.; **O estado da arte da represa Ribeirão das Lajes. semioses disponível em:**
<http://dx.doi.org/10.15202/10.15202/1981-996X.2016v10n1p71> acessado em : 26 DE Janeiro de 218

BECK, U.; **Sociedade de Risco. Rumo a uma outra modernidade.** São Paulo: Editora 34, 2013.

BENCHIMOL, Jaime Larry. Pereira Passos: **Um Haussmann tropical. A renovação urbana da cidade do Rio de Janeiro no início do século XX**. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes, Departamento Geral de Documentação e Informação Cultural, 1992.

BERGAMINI, C. W. **Motivação nas organizações**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

BICUDO, C.E.de M.; TUNDISI, J.G.; SCHEUENSTUHL, M.C.B. , orgs. **Águas do Brasil: análises estratégicas** . São Paulo, Instituto de Botânica, 2010. 224 p.

BRASIL. **lei 8666 de 21 de junho de 1993**, artigo 24 – Brasília, 21 de junho de 1993

BRASIL; **MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE**. Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981

BRASIL; **Política Nacional de Recursos Hídricos**. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Brasília: 1997

BRASIL; **Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, Senado Federal**, Brasília: 1988

BRASIL; MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria n.º 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências**. Brasília: 2004

BRASIL, **Decreto Nº 5.113, de 22 de Junho de 2004** , Art 20 – Brasília, 22 de junho de 2004.

BRASIL; Ministério da Saúde. **ANVISA. Resolução RDC nº 274, de 22 de setembro de 2005**

BRASIL; Ministério da Saúde. **Portaria MS n.º 518/2004**– Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2005. 28 p. – (Série E. Legislação em Saúde)

BRASIL; Ministério da Saúde. **Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da qualidade da água para consumo humano**. Brasília: 2006.

BRASIL; Ministério da Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde**. Brasília: 2006. 212 p. – (Série B. Textos Básicos de Saúde)

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano Nacional de Recursos Hídricos. Síntese Executiva -. Brasília: MMA, 2006.135p.

BRASIL, Secretaria Nacional de Segurança Pública, **Curso de Sistema de Comando de Incidentes**. 2ª Ed. SENASP. Brasília. 2008.

BRASIL. **DECRETO 7217 DE 21 DE JUNHO DE 2010**. Brasília: 2010.

BRASIL; Ministério da Saúde. **PORTARIA Nº- 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Brasília: 2011

BRASIL; **Ministério da Saúde. Portaria no 2.914, de 12 de dezembro de 2012. Dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Secretaria de Vigilância em Saúde**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 14 dez. 2011. Seção 1, p. 39-46.

BRASIL; **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC**. Brasília: D.O.U. de 11/4/2012.

BRASIL. Ministério da integração nacional e Ministério da Defesa . **PORTARIA INTERMINISTERIAL Nº 1, DE 25 DE JULHO DE 2012 - Cooperação para operação carros –pipa** Brasília. MI. 2012

BRASIL; Ministério da Saúde. **Avaliação da Vigilância da qualidade da Água no Estado do Rio de Janeiro – Ano base 2011**– Brasília : Ministério da Saúde, 2012. 12 p.

BRASIL; Ministério da Saúde. **Plano de Contingência para Emergência em Saúde Pública por Seca e Estiagem**. Brasília: 2014.40 p.

BRASIL, **Decreto 8572 de 13 de novembro de 2015**, Art 20 – Brasília, 13 de Novembro de 2015.

BRASIL; Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**. V 2 : estratégias setoriais e temáticas : portaria MMA nº 150 de 10 de maio de 2016 / Ministério do Meio Ambiente. --. Brasília: MMA, 2016. 2 v.295

BRASIL; Ministério da Saúde. **Indicadores institucionais do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para consumo humano – 2016** – Brasília : Ministério da Saúde, 2017. 58 p.

BRASIL. **INSTRUÇÃO NORMATIVA 02 DA LEI 12608** – Brasília: 20 de Dezembro de 2016.

BRITTO, A.L.; FORMIGA-JOHNSON, R.M.; CARNEIRO, P.R.F.
Abastecimento público e escassez hidrossocial na metrópole do Rio de

Janeiro - Ambiente & Sociedade n São Paulo v. XIX, n. 1 n p. 185-208 n Jan.- Mar. 2016

BRITTO, A.L.; * QUINTSLR, S. **Redes técnicas de abastecimento de água no Rio de Janeiro: História e dependência de trajetória.** Revista Brasileira de História & Ciências Sociais - RBHCS Vol. 9 Nº 18, Julho - Dezembro de 2017.

CAETANO, L.C.; PEREIRA, S.Y. **Água subterrânea no município de Campos Dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil: Uma opção para o abastecimento** Revista Águas Subterrâneas 2000

CAMPOS, J. D. **Cobrança pelo Uso da Água nas Transposições da Bacia do Rio Paraíba do Sul Envolvendo o Setor Elétrico.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro/COPPE, Rio de Janeiro, 2001.

CAMPOS, J. D; Azevedo, J. P. S. **Subsídios para a cobrança pelo uso da água dos usuários na bacia do rio Guandu, beneficiários das transposições da bacia do Paraíba do Sul.** Rio de Janeiro.2000.

CAMPOS, J.D. **Desafios do gerenciamento dos recursos hídricos nas transferências naturais e artificiais envolvendo mudança de domínio hídrico.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil, Recursos Hídricos). Universidade Federal do Rio de Janeiro/COPPE, Rio de Janeiro, 2005.

CASTRO, Antônio Luiz Coimbra. **Glossário de Defesa Civil, estudos de riscos e medicina de desastres.** Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Brasília – DF, 5^o edição. 1998.

CARVALHO, Paulo Roberto Werneck de.; **Plano de contingência para instalações industriais que processam e estocam produtos perigosos: uma abordagem a partir do modelo para instalações nucleares de geração de energia elétrica-** Dissertação – (Mestrado Profissional em Defesa e Segurança Civil) – Universidade Federal Fluminense Niterói: 2015. 37f.

CARMO, R.; VALÊNCIO, N; **Segurança humana no contexto dos desastres** São Carlos: RiMa Editora, 2014. 210 p.

CAVALHRES BATISTA, J.; **Super exploração de águas subterrâneas: o caso de recife.** Dissertação de mestrado em ciencias USP – São Paulo. 2015

CBMPR. **Manual de sistema de comando de incidentes-nível operações.** 1ªED, Paraná. 2009

CEDAE/RJ. **No Brasil, a história do abastecimento começa no Rio de Janeiro.** Disponível em: . Acesso em: 21 ago. 2009.

CEDAE/RJ **EIA/RIMA das obras de proteção da tomada d'água da CEDAE no Rio Guandu**. Relatório Final. Rio de Janeiro. 2009.

CEDAE/RJ. **Norma geral para projeto e construção de estações elevatórias de água nt-2.200-000.000-spt-04-001**. Rio de Janeiro. 2006. 52 p.

CEDAE/RJ **Sistemas de abastecimento de água do da Cidade do Rio de Janeiro, com ênfase no Guandu**. Apresentação. Rio de Janeiro. 2018

CEDAE/RJ. **Plano estratégico 2017-2021**. Disponível em : www.cedae.com.br
Acessado em 29 de dezembro de 2018.

CEDAE/RJ. **ETA Guandu**. Disponível em : www.cedae.com.br , acessado em 29 de dezembro de 2018.

CEDAE/RJ **Apresentação PPT**. SAERJ , disponível em : www.cedae.com.br , acessado em 29 de dezembro de 2018.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES – CEPED. **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012**. 2. ed. rev. ampl. Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. Disponível em: . Acesso em: 22 ago. 2017.

CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISA EM ENGENHARIA E DEFESA CIVIL – CEPED. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. **Seca e Estiagem no Brasil – Conheça os Dados, Referências e Outras Informações, até 2012**. In: sítio eletrônico do CEPED/UFSC. Disponível em: <http://www.ceped.ufsc.br/seca-e-estiagem-no-brasil-conheca-os-dados-ate-2012/>>. Acesso em: 05 ago18.

CEIVAP. **Avaliação dos impactos de novas transposições de vazão no rio paraíba do sul r2, r3 e r4**. São Paulo. 2013.

CERHI. **RESOLUÇÃO CERHI-RJ Nº 107 DE 22 DE MAIO DE 2013. aprova nova definição das regiões hidrográficas do estado do rio de janeiro e revoga a resolução CERHI nº 18 de 08 de novembro de 2006**. Rio de Janeiro.2006

CIRILO J. A. ; Montenegro S. M.G.L.; Campos J. N. B. **A questão da água no semiárido brasileiro. Águas do Brasil: análises estratégicas** São Paulo, Instituto de Botânica, 2010. 224 p. cap 5 p.81-91

COGNATIS ; **Consumo per capita de água: vale a pena entender essa questão**. Disponível em <https://www.cognatis.com.br/consumo-per-capita-de-agua-vale-a-pena-entender-essa-questao/> acessado em 23 de fevereiro de 2019

COMITÊ GUANDU. **Relatório Executivo do Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do rio Guandu, da Guarda e Guandu Mirim.** Seropédica. 2018 96p.

COMITÊ GUANDU. **Plano de trabalho do Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do rio Guandu, da Guarda e Guandu Mirim** Seropédica. 2016 104p.

COMITÊ GUANDU **Relatório de Prognóstico da Região Hidrográfica II (Relatório Parcial 03 – RP03) referente a atualização e aperfeiçoamento do Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim, pertencentes a Região Hidrográfica II do Estado do Rio de Janeiro.** Seropédica. 2017 345p.

COMITÊ GUANDU. **Relatório de Diagnóstico da Região Hidrográfica II , Tomos I e II, referente a atualização e aperfeiçoamento do Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim, pertencentes a Região Hidrográfica II do Estado do Rio de Janeiro.** Seropédica. 2017 527p.

COMITÊ GUANDU. **Relatório Consolidado: Monitoramento da qualidade da água do rio Pirai à montante de Tócos, na região hidrográfica II – Guandu** . Seropédica. 2016

COMITÊ GUANDU **.Relatório Sobre a Situação da Bacia Região Hidrográfica II - Guandu 2011/2012**

COMITÊ GUANDU. **Plano de Contingências para abastecimento de água (Guandu) . relatório final – produto 6 - Sumário executivo.** Londrina. 2015. 137 P

COMITÊ GUANDU. **Plano de Contingências para abastecimento de água (Guandu). PRODUTO P6 – Volume III: Capacidade Institucional, Mobilização e Interação dos Atores Envolvidos.** Seropédica. 2015 349p.

COMITÊ GUANDU. **Plano de Contingências para abastecimento de água (Guandu). Produto P6 Volume II: Diagnóstico das Áreas Estudadas** Seropédica. 2015 186p.

COMITÊ GUANDU. **Relatório Final do Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Guandu, da Guarda e Guandu Mirim, PERH-Guandu.** Seropédica. 2018 627 P.

COMITÊ GUANDU. **Plano associativo de combate às queimadas e incêndios florestais na bacia hidrográfica dos rios Guandu, Guandu-Mirim e da Guarda** .Seropedica 2012 436P.

COMITÊ GUANDU. **Bacia hidrográfica dos rios Guandu, da Guarda e Guandu-Mirim experiências para a gestão dos recursos hídricos** . Ed INEA. Rio de Janeiro . 2012 340p

COMITÊ GUANDU. **Definição das Metas do PERH-Guandu e Diretrizes e Estudos para os Instrumentos de Gestão do Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do rio Guandu, da Guarda e Guandu Mirim** Seropédica. 2017 269p.

COMITÊ GUANDU. **Avaliação e proposta de aperfeiçoamento do arranjo institucional, recomendações para os setores usuários, estratégias e roteiro para a implementação do Plano (RP-06) do Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do rio Guandu, da Guarda e Guandu Mirim** Seropédica. 2017; 83p.

COMITÊ GUANDU. **Propostas de Ações, Intervenções e Programa de Investimentos do Plano (RP-05) do Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do rio Guandu, da Guarda e Guandu Mirim**. Seropédica. 2018; 377p.

COSTA , L.F. ; *ET AL.* **Crise hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul: enfrentando a pior estiagem dos últimos 85 anos**. Revista INEANA V3 N^o1 Rio de Janeiro 2015 P26-47

CORREIA, D.C.; **Os acidentes envolvendo o transporte de produtos perigosos nas rodovias federais do estado do Rio de Janeiro** . **Dissertação de Mestrado** (Mestrado profissional em defesa e segurança civil – UFF). Niterói. 2016 57p.

DAHER, E.; **Administração de marketing: os caminhos e desafios profissionais**. Londrina: Eduel, 2013.

DETONI, M.J.M.; **Proposta de modelo para a elaboração de planos de contingência para riscos diversos**. dissertação (Curso de Mestrado Profissional em Defesa e Segurança Civil da Universidade Federal Fluminense), Niterói, 2016.

FEICHAS, SUSANA ARCANGELA QUACCHIA.; **Fatores que facilitam e que dificultam o funcionamento do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul**.

FEMA. **ICS 100 Manual**. *Federal Emergency Management Agency*. Disponível em <http://training.fema.gov/EMIWeb/IS/is100alst.asp> Acesso: 13 Fev 2019

FEMA. **ICS 200 Manual**. *Federal Emergency Management Agency*. Disponível em http://training.fema.gov/EMIWeb/IS/IS200A/ICS200_SM.pdf Acesso: 13 Fev 2019.

FERNANDES , L.S. ; *et al.* **Águas do Rio: um panorama geral da disponibilidade hídrica no Estado fluminense.** Revista INEANA V3 N°1 Rio de Janeiro 2015 P6-25

FERREIRA, Mateus Vidotti. **Análise das pressões do uso e ocupação da terra sobre trecho da faixa de dutos Rio - Belo Horizonte.** 2009. 184 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2009.

FERREIRA, N.S.A. **As pesquisas denominadas “estado da arte”.** Educação & Sociedade, ano XXIII, no 79, Agosto/2002 257p.

FERREIRA, WILSIMARA ANTUNES.; **Avaliação preliminar de indicadores de qualidade de água da Bacia Hidrográfica formadora do Rio Guandu** (dissertação de mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Química. 2007. 117f.

FIRJAN; **Pesquisa impactos da escassez de água.** Rio de Janeiro. 2014.

FIRJAN; **Saneamento no estado do Rio de Janeiro Cobertura e Oportunidades de Investimentos.** Rio de Janeiro. 2017.

FORMIGA JOHNSON , R.M. ; *et al.* **Segurança hídrica do Estado do Rio de Janeiro ante a transposição paulista de águas da Bacia Paraíba do Sul: relato de um acordo federativo.** Revista INEANA V3 N°1 Rio de Janeiro. 2015. P48-69

FREITAS, Marco Aurélio Vasconcelos de; SANTOS, Afonso Henriques Moreira. Importância da água e da informação hidrológica. In: _____. **O estado das águas no Brasil.** Brasília: ANEEL, 1999.

G1. Aterro sanitário é risco para aquífero no Rio, diz ambientalista. Disponível em :<http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2015/06/aterro-sanitario-pode-ser-risco-para-aquifero-no-rio-diz-ambientalista.html> .Acessado em 06 de Dezembro de 2018.

G1. Reservatório de santa branca que abastece o rj atinge volume morto . Disponível em :<http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2015/01/reservatorio-de-santa-branca-que-abastece-o-rj-atinge-volume-morto.html> . acessado em 09 de janeiro de 2019

G1.Manutenção da Light pode afetar abastecimento de água no Rio e em outros municípios Disponível em : <https://oglobo.globo.com/rio/manutencao-da-light-pode-afetar-abastecimento-de-agua-no-rio-em-outros-municipios-22703278> acessado em 09 de janeiro de 2019.

GALL, N. **“Lutar por cada gota de água ou morrer” Água na China Braudel Papers** N. 47 2012

GALVÃO, WOUGRAN SOARES; MENESES, PAULO ROBERTO. **Avaliação dos sistemas de classificação e codificação das bacias hidrográficas brasileiras para fins de planejamento de redes hidrométricas**. Anais XII GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 2ª. ed. São Paulo: Atlas, 1989.

GIL, A. C.. **Como elaborar projeto de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 94 2002.

GIORI, JACQUELINE ZARDO **Análise dos Efeitos de Despejos Acidentais de Poluentes em Corpos Hídricos usando Traçadores Fluorescentes - Estudo do Caso: Bacia do rio Guandu/RJ** Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2011.

IMGA; **Estratégias para segurança hídrica em Minas Gerais relatório final**. Belo Horizonte. 2016.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Banco de dados do Censo 2010**. Disponível em. Acesso em: julho/2018

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) **Perfil dos municípios brasileiros : 2015** . IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais. - Rio de Janeiro : IBGE, 2016.61 p.

INPE, Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2511-2518.

INEA; **Ambiente das águas no Estado do Rio de Janeiro – Rio de Janeiro 2001**.SEMADS. 230 p .

INEA; **Elaboração do plano estadual de recursos hídricos do Estado do Rio de Janeiro R8 – Cenário econômico e demográfico**. Elaboração: Fundação COPPETEC Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente, Rio de Janeiro. 2013.

INEA; **Elaboração do plano estadual de recursos hídricos do Estado do Rio de Janeiro r3-a – temas técnicos estratégicos rt-04 - Fontes Alternativas para o Abastecimento do Estado do Rio de Janeiro, com Ênfase na RMRJ**, Elaboração: Fundação COPPETEC Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente, Rio de Janeiro. 2014.

INEA; **Elaboração do plano estadual de recursos hídricos do Estado do Rio de Janeiro R3-B – temas técnicos estratégicos RT-06 - Avaliação do Potencial Hidrogeológico dos Aquíferos Fluminenses, Elaboração:** Fundação COPPETEC Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente, Rio de Janeiro. 2014.

INEA; **Elaboração do plano estadual de recursos hídricos do Estado do Rio de Janeiro R8 B. Cenários de demandas e balanço hídrico**. Elaboração:

Fundação COPPETEC Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente, Rio de Janeiro. 2014

INEA; **Elaboração do plano estadual de recursos hídricos do Estado do Rio de Janeiro R7 – Relatório Diagnóstico**, Elaboração: Fundação COPPETEC Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente, Rio de Janeiro. 2014.

INEA; **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro – PERHI** . Relatório Síntese. Rio de Janeiro .2014 125 p

INEA; **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro – PERHI** . Relatório gerencial. Rio de Janeiro .2014 69 p.

INEA; **Diagnóstico dos acidentes ambientais no Estado do Rio de Janeiro, 1983-2016 : enfoque no transporte rodoviário de produtos perigosos** /Instituto Estadual do Ambiente. – Rio de Janeiro, 2017. 136 p.

JUNIOR,H.M.; **Desenvolvimento econômico, social e vulnerabilidade na região metropolitana do rio de janeiro. territórios em números: Insumos para políticas públicas a partir da análise do IDHM e do IVS de municípios e unidades da federação brasileira.** Cap 9 Rio de Janeiro p271-295.

KETTELHUT, Júlio Thadeu Silva *et. al.* **Aspectos legais, institucionais e gerenciais.** In: FREITAS, Marco Aurélio Vasconcelos de. **O estado das águas no Brasil.** Brasília: ANEEL, 1999.

LAKATOS, E.M. **Fundamentos de metodologia científica.** 5. Ed. – São Paulo : Atlas 2003.

Lessa, T.M.; **Análise multitemporal do uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do rio Guandu, Rio de Janeiro** monografia(Engenharia ambiental-ufrrj). Seropédica. 2015 65p.

LIGHT. **Contribuições da LIGHT Serviços de Eletricidade S.A. Audiência Pública nº 004/2005.** Rio de Janeiro.2005

LIGHT. **Encaminhamento de Cheias no Rio Pirai GTAOH/CEIVAP Reunião de 12/12/2016 DISPONÍVEL EM : <https://docplayer.com.br/56255139-Encaminhamento-de-cheias-no-rio-pirai-gtaoh-ceivap-reuniao-de-12-12-2016.html> ACESSADO EM: 10 DE OUTUBRO DE 2018.**

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Recursos hídricos: direito brasileiro e internacional.** Malheiros: São Paulo, 2002.

MACHADO, Fernando Henrique. **Proposição de indicadores de segurança hídrica: seleção, validação e aplicação na bacia hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim, Jundiaí - SP, Brasil / Fernando Henrique Machado, 2018. 255f.:**

MARTINS, A. M. *et al.* **HIDROGEOLOGIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO Síntese do estágio atual do conhecimento.** Anais do XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 2006 17p. Disponível em <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/issue/view/1185/showToc> acessado em 29 de Janeiro de 2019

MELO, M.C.; **Segurança hídrica para abastecimento urbano: Proposta de modelo analítico e aplicação na bacia do rio das Velhas, Minas Gerais.** Tese de Doutorado COPPE/UFRJ. Engenharia civil. Rio de Janeiro.2016.

MESQUITA. **Plano de contingências de proteção e Defesa Civil .PLANCOM, para deslizamentos , estiagens e enchentes 2017/2018.**Mesquita . 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE.; **Avaliação da Vigilância da Qualidade da Água no Estado do Rio de Janeiro – Ano base 2011.** Brasília. 2012

MOTA, A.C.Y.H.A.; **Accountability no brasil: os cidadãos e seus meios institucionais de controle de seus representantes.** Tese de doutorado USP. Ciência política. São Paulo .2006.

NASCIMENTO , R.L.; *et al* **Efeitos da estiagem na qualidade da água. trabalho academico Apresentado em: 12/08/18** Mestrado profissional em defesa e segurança civil. UFF Disciplina: Qualidade de água - segurança hídrica professora Dr^a Angela Maria Abreu de Barros

NASCIMENTO, F. M. F. **Aquíferos do Estado Do Rio De Janeiro.** XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVIII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. 2012

O'DONNELL, Guillermo. **Accountability horizontal e novas poliarquias.** Revista Lua Nova. São Paulo: CEDEC, Nº 44, 1998.

OLIVEIRA, ARIANA BAZZANO DE.; **O fim da guerra fria e os estudos de segurança internacional: o conceito de segurança humana.** 2009 AURORA ano III número 5 - DEZEMBRO DE 2009 pg 68-79

OLIVEIRA, S.R.L.; **Propostas para redução de acidentes no transporte rodoviário de produtos perigosos: um estudo no rio de janeiro no período de 2004 a 2010.** Dissertação de mestrado (Mestrado profissional em defesa e segurança civil – UFF). Niterói. 2011. 181p.

ONS. **Estimativa das vazões para atividades de uso consuntivo da água em bacias do sistema interligado nacional – sin.** Relatório Final 2005.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. Ministério da Saúde. **Desastres Naturais e Saúde no Brasil**. Brasília, DF: OPAS, Ministério da Saúde, 2014. 49 p.

PENNA, B.C; **Gestão de recursos hídricos: Aspectos teórico-práticos da Bacia do Rio Guandu – Rj**. Programa de Pós-Graduação em Geologia Teses Defendidas - Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ - Vol. 29-2 / 2006 p. 261-267 Doutorado

PEREIRA, J.S.; **Um breve histórico da agências francesas de água**. XV *Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*.

PINTO, Nilza Medeiros. **Rio de Janeiro refém das Águas do Guandu: a aplicação da Lei 9433/97 e desenvolvimento do processo legal de distribuição das águas de abastecimento ao longo da história de crescimento da cidade do Rio de Janeiro**, 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010. Disponível em: . Acesso em 03 ago. 2010

PORTO, M.F.A. ; PORTO, R.R.; **Gestão de bacias hidrográficas. Estudos avançados**, 2008

PRATES, A.M.Q. ; **Articulação intergovernamental: o caso dos consórcios públicos intermunicipais no brasil**.

SEDEC - RJ , **Plano de contingências para crise hídrica – PLANCOM**, Rio de Janeiro, 2015.

QUARANTELLI, E.L (ed) (1998) **Introdution: The basic question, its importance, and how it is addresses in this volume. what is a disaster? perspective on the question**. London and New York: Routledge. p 1-8.

QUEIROZ, E.M. **Consórcio em Defesa Civil: Alternativa para o enfrentamento de desastres de origem hídricanos Municípios de pequeno porte, no Estado do Rio de Janeiro, Brasil**. Dissertação apresentada à Universidade Federal Fluminense como exigência para conclusão de Programa de Mestrado Profissional em Defesa e Segurança Civil. Niterói. 2010.

QUEIROZ, E.M.; BARROS, A.B.; **Território e bacias hidrográficas: reflexões a propósito da gestão de recursos hídricos e seus possíveis desdobramentos sobre as práticas de Defesa Civil frente aos desastres de origem hídrica**. Inter Science place Ano 4 - N^o 16 Janeiro/Março – 2011, disponível em: www.inter-scienceplace.org p. 46 – 68 acessado em: 04 de novembro de 2018.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. Água doce no mundo e no Brasil. In: _____ et al. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2002. [pasta ag 21, pg 239]

REBOUÇAS, A.C. **Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez.** BAHIA ANÁLISE & DADOS Salvador, v. 13, n. ESPECIAL, p. 341-345, 2003

RIOS, J.L.P.; **O plano diretor de abastecimento de água da região metropolitana do Rio de Janeiro.** Revista DAE – SABESP nº 169, 1991 p 1-7

RIO DE JANEIRO; **Plano municipal de saneamento básico da cidade do rio de janeiro drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.** Rio de Janeiro. 2015 192P

RIO DE JANEIRO; **Plano de contingências- verão.** Rio de Janeiro. 2019 39p.

RIBEIRO, P.S. **Resiliência hídrica: O potencial de reúso de água de chuva no município do Rio de Janeiro**, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro. Monografia do Trabalho de Conclusão de Curso (Ciências Ambientais). Rio de Janeiro 2016

ROBBINS, S. **Comportamento organizacional.** São Paulo: Prentice Hall, 2002.

ROCHA, Mônica de Aquino Galeano da Hora. **Avaliação do risco de galgamento pela passagem da cheia decamilenar sobre a barragem de Juturnaíba, localizada na bacia do rio São João, Estado do Rio de Janeiro..** Dissertação (Mestrado em Defesa e Segurança Civil) – Programa de Pós-graduação em Defesa e Segurança Civil, Universidade Federal Fluminense, 2017. Niterói, 2017. 125 f

SAMPAIO, J. R. **A gestão das pessoas e a motivação: O Maslow desconhecido.** HSM Management, São Paulo, n. 25. out. 2005.

SANTANA, Marcos Oliveira. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil / MMA.** Secretaria de Recursos Hídricos, Universidade Federal da Paraíba; Marcos Oliveira Santana, organizador. Brasília: MMA, 2007.

SANTOS B. B. M. **Segurança hídrica da região metropolitana do Rio de Janeiro: contribuições para o debate**. Ambiente & Sociedade n São Paulo v. XIX, n. 1 n p. 103-120 n jan.-mar. 2016

SANTOS, Thereza Christina Carvalho; CÂMARA, João Batista Drummond (Org.): **Perspectivas do meio ambiente no Brasil** GEO Brasil 2002. Brasília: Ibama, 2002.

SCHIAVETTI, A.; Camargo, A.F.N.; .Conceitos de bacias hidrográficas : teorias e aplicações /- Ilhéus, Ba : Editus, 2002. 293p

SENADO FEDERAL, **Temas e agendas para o desenvolvimento sustentável**. Senado Federal Subsecretaria de Edições Técnicas, Brasília. 2012. 263 p

SENADO FEDERAL; **Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981**. Brasília. 1981.

SENADO FEDERAL. **Agenda 21 - Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. 3.ed. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições, 2001. 598 p.

SILVA, Carlos Henrique R. Tomé; **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável no Brasil**. Senado Federal. Brasília. 2012 .

SILVA, M. B.; HERREROS, M. M.A. G.; Borges F. Q.; **Gestão integrada dos recursos hídricos como política de gerenciamento das águas no Brasil**
Data de submissão: 01-04-2014 Aceite: 25-05-2015 Rev. Adm. UFSM, Santa Maria, v. 10, número 1, p. 101-115, JAN. - MAR. 2017

SILVA, O.T.; **O ponto de ruptura: a reestruturação espacial da região metropolitana do Rio de Janeiro**. Tese (Doutorado geografia humana – USP) São Paulo. 2016. 363p.

SILVESTRE, M.E.D. **Água doce no brasil: razões para uma nova política**. UFC. FORTALEZA . 2003 134p

SIQUEIRA, A.; de desastres relacionados à água: aplicabilidade de bases conceituais das Ciências Humanas e Sociais para a análise de casos concretos– São Carlos: RiMa Editora, 2015.

SOUZA, A.S.; BARROS, A, B.; **A classificação de desastres no brasil :uma avaliação da efetividade dos parâmetros adotados atualmente no brasil para a caracterização de desastres . Rio de janeiro, 2019 18p.**

SOUZA, A.S.; **Implantação e implementação de uma plataforma virtual sistêmica pela secretaria de estado de defesa civil, visando o fortalecimento da estratégia para redução de riscos de desastres no estado do Rio de Janeiro**. Monografia (Curso Superior de Comando - CBMERJ) (ESCBM/CSBM). Rio de Janeiro. 2016. 135p.

SWYNGEDOUW, ERIC. **Social Power and the Urbanization of Water. Flows of Power**. Oxford: Oxford University Press, 2004.

TEDECHI, W.; **Gestão intergovernamental da política de recursos hídricos: estudo de casos da dinâmica do comitê para integração da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul – CEIVAP**. UFMG. Dissertação de mestrado (administração) Belo Horizonte. 2003 217p

THOMAS, O et al. **Impactos da mudança climática na qualidade da água da superfície em relação à produção da água de beber.** Versão traduzida do artigo: "Impacts of climate change on surface water quality in relation to drinking water production" - I. Delpla, A.-V. Jung, E. Baures, M. Clement, O. Thomas et al. / *Environment International* 35 (2009) 1225–1233. In: *Revista de Saúde Meio Ambiente e Sustentabilidade, INTERFACEHS*, volume 6, nº 2, artigo, agosto 2011. Disponível em: <http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/wp-content/uploads/2013/08/1_TRADUCOES_vol6n2.pdf>. Acesso em: 05ago18.

TRINDADE JUNIOR, A. P. ; **Gestão de bacias hidrográficas: uma análise institucional do Comitê de Bacia Guandu sob a perspectiva da sustentabilidade.** Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil– 2012. 140 f.

TUCCI C. E. M.; **Urbanização e recursos hídricos** Águas do Brasil: análises estratégicas São Paulo, Instituto de Botânica, 2010. 224 p. cap 7 p.113 -128

TUCCI , C..E.;M.; HESPANHOL, I; NETTO, O.M.C.. *Gestão da água no Brasil – Brasília : UNESCO, 2001. 156p.*

TUCCI, E.M.; **Hidrologia, ciência e aplicação.** 2ED.UFRGS/ABRH . Porto Alegre .2001

TURNER, A., WHITE, S., CHONG, J., DICKINGSON, M.A., COOLEY, H. E DONNELLY, K. ; ***Managing drought: Learning from Australia***, preparado por Alliance for Water Efficiency, Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sydney e Pacific Institute for the Metropolitan Water District of Southern California, San Francisco Public Utilities Commission e Water Research Foundation. 2016

UNESCO. **Relatório mundial das nações unidas sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos e o manejo dos recursos hídricos em condições de incerteza e risco.** Visão geral das mensagens centrais WWDR4 2012 17p.

United Nations International Strategy for Disaster Reduction – UNISDR. **Sendai framework for disaster risk reduction 2015–2030.** Acesso em: 10. jun. 2017.

UNISDR. **"Terminologia sobre a Redução de Risco de Desastres do UNISDR – 2015"**, Genebra, maio de 2015 (<http://www.unisdr.org/we/inform/terminology>).

VALENCIO, N.; *et al* **O sistema Nacional de defesa civil (SINDEC) frente às mudanças climáticas: Desafios e limitações da estrutura e dinâmica institucional.** In: *Sociologia dos desastres: Construção , interfaces e perspectivas no Brasil.* 1 ed. São Carlos/SP.RiMa, 2009b,v1 ,p.19-33.

VALENCIO,N.; *et al* ;**Sociologia dos desastres – construção, interfaces e perspectivas no Brasil** organizado por Norma Valencio, Mariana Siena, Victor Marchezini e Juliano Costa Gonçalves – São Carlos : RiMa Editora, 2009. 280p

VALENTE, Ancelmo Arantes; **Minimização de conflitos pelo uso da água na gestão de recursos hídricos : estudo de caso na bacia hidrográfica do Ribeirão Pirapitingüi – Vale do Paraíba / Valente, A.**; il. Dissertação (mestrado) – Universidade de Taubaté, Departamento de Economia, Contabilidade e Administração, 2007. 218f

VAZ , V.B.J. **A represa de Ribeirão das Lajes e os efeitos socio espaciais no planalto da serra do mar no sul do estado do Rio de Janeiro.** UERJ. Rio de Janeiro. 2012.

VELEZ,L.D. ET AL **Barragem em Cachoeira de Macacu: Aspectos ambientais, sociais e seus recursos hídricos** . XIII SEGeT . 2014 10p.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projeto e relatórios de pesquisa em administração**. 15ed. Sao Paulo: Atlas, 2014. 96p

VIANA, V. J.,FORMIGA –JOHNSON , R.M., **REDUÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES ASSOCIADOS A INUNDAÇÕES: NOVA ABORDAGEM NAS POLÍTICAS PÚBLICAS BRASILEIRAS** . semioses –Revista Científica. v. 11, n. 3 (2017)
<http://apl.unisuam.edu.br/revistas/index.php/Semioses/article/view/1713>

VIANA, V. J., 2009, **Riscos ambientais associados ao transporte de produtos perigosos na área de influência da ETA Guandu – RJ**. Dissertação de M.Sc., PEAMB/UERJ, Rio de Janeiro, RJ.

VIEIRA, R.; **Sistema de energia renovável para dessalinização de água**. dissertação de mestrado UERJ. Rio de janeiro. 2018. 134p.

VITALE, S.P.S.M; **Gestão da bacia do paraíba do sul e políticas urbanas ambientais: uma integração possível**. Tese(doutorado arquitetura e urbanismo) UPM. São Paulo. 2014.

WHO ; **Guidelines For Drinking-Water Quality** - 4th ed. Genebra .2011 564 p

WATERAID. **A lacuna da água . A situação da água no mundo 2018**. Austrália .2018 24P.