



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO ENGENHARIA AMBIENTAL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**GOVERNANÇA HÍDRICA E A ESCASSEZ DE ÁGUA: UMA ANÁLISE NO
SEMIÁRIDO PARAIBANO (2012-2018)**

MAURÍCIO TIMÓTEO DE SOUZA FILHO

João Pessoa - PB
Junho de 2018

MAURÍCIO TIMÓTHEO DE SOUZA FILHO

**GOVERNANÇA HÍDRICA E A ESCASSEZ DE ÁGUA: UMA ANÁLISE NO
SEMIÁRIDO PARAIBANO (2012-2018)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental
da Universidade Federal da Paraíba, como um dos
requisitos para a obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Ambiental.

Orientadora: Prof. Dra. Ana Cristina Sousa da Silva

João Pessoa - PB
Junho de 2018

S729g Souza Filho, Maurício Timótheo de

Governança Hídrica e a escassez de água: uma análise no Semiárido paraibano (2012-2018). / Maurício Timótheo de Souza Filho. – João Pessoa, 2018.

101f. il.:

Orientador: Prof. Dra. Ana Cristina Sousa da Silva.

Monografia (Curso de Graduação em Engenharia Ambiental) Campus I - UFPB / Universidade Federal da Paraíba.

1. Governança hídrica 2. Adaptação 3. Variabilidade Climática
4. Escassez I. Título.

BS/CT/UFPB

CDU: 2.ed.504(043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

MAURÍCIO TIMÓTHEO DE SOUZA FILHO

**GOVERNANÇA HÍDRICA E A ESCASSEZ DE ÁGUA: UMA ANÁLISE NO
SEMIÁRIDO PARAÍBANO (2012-2018)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em 11/06/2018 perante a seguinte Comissão Julgadora:

A. C. S. da Silva

Prof. Dra. Ana Cristina Sousa da Silva
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO

Adriano Rolim da Paz

Prof. Adriano Rolim da Paz
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO

Cristiano Almeida

Prof. Cristiano das Neves Almeida
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO

Elisangela M. R. Rocha

Prof. Elisangela Maria Rodrigues Rocha
Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

“O mundo tem o tamanho que você der!”

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por me proporcionar a dádiva da vida, pelas oportunidades concedidas e por estar sempre presente, e a Nossa Senhora, por sua poderosa interseção e por zelar-me.

Agradeço a minha família pelo apoio e bem querer, especialmente a meus pais, Maurício e Márcia, que sempre se esforçaram ao máximo para que eu tivesse um caminho com as melhores condições e possibilitando-me as ferramentas necessárias para alcançar meus objetivos e buscar meus sonhos, permitindo que eu entenda que a maior delas é o amor que nos une.

Aos amigos que a engenharia me deu, a exaltar o grupo TMN, o qual desejo continuamente ter comigo, presentes desde o início da minha caminhada, também com momentos ímpares vividos além do cenário acadêmico.

Grato à Coordenação de Engenharia Ambiental, ao corpo docente do curso, dados os ensinamentos não somente para o enriquecimento profissional e, particularmente, a minha orientadora, Prof. Dra. Ana Cristina Sousa da Silva, por sua confiança, compromisso, sabedoria e seriedade desempenhados ao desenvolvimento do presente trabalho.

Por fim, a todos que, de alguma maneira, contribuíram para minha formação estudantil e como ser humano.

RESUMO

Analisar a governança hídrica para adaptação à variabilidade climática é de fundamental importância para compreender os períodos de escassez e o quanto a disponibilidade de água é influenciada por sua gestão. O Semiárido brasileiro apresenta condições naturais caracterizadas pela variação do seu clima, configurando-se um cenário de vulnerabilidade e constatação de eventos extremos históricos, de modo que, o presente estudo, embasou-se no período de 1997 até 2018. Abordando-se a estrutura socioecológica, variáveis e interações, que envolvem os açudes do estado da Paraíba, buscou-se, em referência as Políticas e Planos de Recursos Hídricos e seus Sistemas de Gerenciamento, por meio de um diagnóstico institucional, examinar documentos, investigar atos administrativos, e a conjuntura do corpo hídrico do reservatório Epitácio Pessoa, localizado no município de Boqueirão, ao longo do tempo. Com a análise desenvolvida sobre o princípio institucional Limites Claramente Definidos projetado originalmente por Elinor Ostrom, para bens de uso comum, considerou-se sua aplicabilidade estrutural, para a adaptação às mudanças climáticas. Indicada como principal problema da região, a seca é determinada por causas naturais, mas seus impactos são agravados diante da deficiência de sua governança. Essa questão é evidenciada nos resultados obtidos por esse trabalho, em que se confirma retiradas de água superiores as vazões regulamentares e falhas no processo de fiscalização, necessitando-se adotar ações de racionamento no abastecimento e suspensão de diversos usos da água em períodos de crise. Aponta-se o dever de execução do sistema de gerenciamento existente, com a efetivação das regras, normas e dispositivos estabelecidos, atuando para implementar, fielmente, a política de recursos hídricos. O trabalho desenvolvido proporciona uma avaliação da governança, oportunizando o fortalecimento institucional, com utilidade para traçar mecanismos que atendam o processo adaptativo à variabilidade climática, e para identificar problemas na gestão da água em outros sistemas que apresentem vulnerabilidade à escassez hídrica.

Palavras-chave: Governança hídrica; Adaptação; Variabilidade Climática; Escassez.

ABSTRACT

Analising the water governance for adaptation to climate variability is of fundamental importance to understand periods of scarcity and how much water availability is influenced by its management. The brazilian Semi-arid presents natural conditions characterized by its climate variation, seting up a scenario of vulnerability and verifying historical extreme events, so that, the present study is based in the period of 1997 until 2018. Approaching the socioecological structure, variables and interactions, that involves the state of Paraíba's reservoirs, sought, in reference to the policies and plans for water resources and their Management Syshtems, through an institutional diagnosis, examine documents, investigate administrative acts, and as Epitácio Pessoa's reservoir, located at the municipality of Boqueirão, water body conjuncture over time. With the developed analysis about the institutional principle "Clearly Defined Boundaries" designed originally by Elinor Ostrom, for goods in common use, it was considered its structural applicability, for adaptation to climate change. Indicated as the principal region problem, the drought is determined by natural causes, but its impacts are aggravated by the governance's deficiency. This question is evidenced in the results obtained by this work, in which it is evident water withdrawals higher than the regulatory flow and failures in the supervision process, requiring itself adopt rationing measures at the supply and suspension of many uses of water in crisis periods. Points-if the management system existent duty of execution, with the rules, standards and devices stablished effectiveness, acting to implement accurately the resources' water politic. The desinvolved work provides a governance evaluation, giving the opportunity to the institutional strengthening, with utility to trace mechanisms that meet the adaptive process to climate variability, and to identify water management problems in other systems that presents water scarcityvulnerability.

Keywords: Water governance; Adaptation; Climate variability; Scarcity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Número de Municípios por Estado no Semiárido Brasileiro.....	24
Figura 2 - Semiárido Brasileiro.....	24
Figura 3 – Delimitação do Semiárido na Paraíba.....	25
Figura 4 – Bacias Hidrográficas do estado da Paraíba.....	26
Figura 5 – Histórico de secas no Brasil.....	31
Figura 6 - Registro de secas por município, 2003 – 2015.....	32
Figura 7 – Principais Fatos Históricos da Gestão de Recursos Hídricos no Brasil.....	35
Figura 8 - Estrutura do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).....	36
Figura 9 – Reservatórios abordados no estudo de caso.....	44
Figura 10 – Metodologia Analítica.....	46
Figura 11 – Base Teórica e Instrumentos de Gerenciamento Analisados.....	49
Figura 12 – Interações do SSE.....	55
Figura 13 – Modelo de Cobrança Proposto pela Deliberação CBH- PB nº 01/2008.....	65
Figura 14 – Série Histórica do volume armazenado Reservatório Curemas/Mãe D'Água.....	68
Figura 15 – Série Histórica do volume armazenado Reservatório Engenheiro Ávidos.....	69
Figura 16 – Série Histórica do volume armazenado Reservatório Lagoa do Arroz.....	69
Figura 17 – Série Histórica do volume armazenado Reservatório Epitácio Pessoa.....	70
Figura 18 – Análise Integrada dos Reservatórios.....	70
Figura 19 – Série Histórica Reservatório Epitácio Pessoa.....	73
Figura 20 – Análise de Crise Hídrica Reservatório Epitácio Pessoa (2012 – 2017).....	74

Figura 21 – Representação da influência da chegada das Águas do PISF ao volume Reservatório Epitácio Pessoa.....	78
Figura 22 – Distribuição das Retiras de água ao longo de 2012 – 2017.....	83
Figura 23 – Série Temporal Normativa.....	85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Domínio e Extensão dos Rios.....	47
Tabela 2 – Coeficientes para determinação da evaporação real.....	53
Tabela 3 – Síntese da análise do Sistema de Gerenciamento.....	56
Tabela 4 – Número de outorgas por Domínio de Rio.....	58
Tabela 5 – Competência de fiscalização para barragens.....	61
Tabela 6 – Histórico para Implementação e Execução de Cobranças.....	66
Tabela 7 - Síntese do evento extremo para o período de 1997 – 2000.....	72
Tabela 8 - Síntese do evento extremo para o período de 2012 – 2018.....	72
Tabela 9 – Dados para a determinação da Vazão retirada observada.....	80
Tabela 10 – Vazões de garantia regulamentares para o reservatório Epitácio Pessoa.....	81
Tabela 11 - Vazões regularizadas para o reservatório Epitácio Pessoa definidas em notas técnicas pela ANA.....	81
Tabela 12 – Vazões Retiradas observadas e de referência no PERH e NT 08/2009.....	82
Tabela 13 – Porcentagem equivalente das Vazões Retiradas perante as Regulamentações.....	82

LISTA DE ABREVIATURAS

AESA - Agência Executiva de Gestão de Águas da Paraíba

ANA - Agência Nacional de Águas

Art. - Artigo

BNB - Banco do Nordeste

CAGEPA - Companhia de Água e Esgotos do Estado

CBH - Comitês de Bacias Hidrográficas

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

CERH - Conselho Estadual de Recursos Hídricos

CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente

DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

FERH - Fundo estadual de recursos hídricos

GARH - Gestão adaptativa dos recursos hídricos

GIRHG - Gestão integrada de recursos hídricos

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICWE - International Conference on Web Engineering

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

INSA - Instituto Nacional do Semiárido

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

km - Quilômetros

l - Litros

m – Metros

mm - milímetros

n º - Número

NT - Nota técnica

OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

PERH - Política Estadual de Recursos Hídricos

PISF - Projeto de Integração do Rio São Francisco

PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos

SECTMA - Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente

SINGREH - Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SNIRH - Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos

SSE - Sistema Socioecológico

s - Segundos

SUDENE - Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste

UNDP - United Nations Development Programme

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 PROBLEMÁTICA.....	15
1.2 JUSTIFICATIVA.....	17
2 OBJETIVOS.....	18
2.1 OBJETIVOS GERAIS.....	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	18
3.1 CONCEITUAÇÕES TEÓRICAS.....	18
3.2 SISTEMA SOCIOECOLÓGICO.....	20
3.3 SEMIÁRIDO.....	23
3.4 COMPOSIÇÃO HÍDRICA DO ESTADO DA PARAÍBA.....	26
3.5 VARIABILIDADE CLIMÁTICA.....	27
3.6 SECA.....	28
3.7 GOVERNANÇA DE RECURSOS HÍDRICOS.....	33
3.7.1 A gestão brasileira e paraibana de recursos hídricos.....	34
3.7.2 Instrumentos de gerenciamento.....	38
3.7.3 Governança adaptativa.....	39
3.7.4 Propostas institucionais para a governança da adaptação.....	41
4 METODOLOGIA.....	42
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	43
4.2 ETAPAS ANALÍTICAS.....	45
4.3 IDENTIFICAÇÃO DE VARIÁVEIS E INTERAÇÕES DO SSE.....	46
4.4 POLÍTICAS E PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS E SEU SISTEMA DE GERENCIAMENTO.....	48
4.5 DIAGNÓSTICOS INSTITUCIONAIS DA GOVERNANÇA HÍDRICA PARA ADAPTAÇÃO À VARIABILIDADE CLIMÁTICA.....	50
4.5.1 Estudo da variação volumétrica nos reservatórios.....	51
4.5.2 Análise da Gestão Hídrica do Reservatório Epitácio Pessoa.....	51
4.5.2.1 Determinação das Vazões de Retiradas.....	51
4.5.2.2 Análise Documental e do gerenciamento do recurso hídrico.....	54
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
5.1 IDENTIFICAÇÃO DE VARIÁVEIS E INTERAÇÕES DO SSE.....	55

5.2 POLÍTICAS E PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS E SEU SISTEMA DE GERENCIAMENTO.....	56
5.2.1 Outorga.....	57
5.2.2 Fiscalização.....	58
5.2.3 Cobrança.....	63
5.3 DIAGNÓSTICOS INSTITUCIONAIS DA GOVERNANÇA HÍDRICA PARA ADAPTAÇÃO À VARIABILIDADE CLIMÁTICA.....	68
5.3.1 Estudo da variação volumétrica nos reservatórios.....	68
5.3.2 Análise da Gestão Hídrica do Reservatório Epitácio Pessoa.....	73
5.3.2.1 Determinação das Vazões de Retiradas.....	80
5.3.2.2 Análise Documental e do gerenciamento do recurso hídrico.....	84
6 CONCLUSÃO.....	88
REFERÊNCIAS.....	90
ANEXO A – DOMÍNIO DOS CORPOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS ESTADO DA PARAÍBA.....	99
ANEXO B – CURVA COTA X ÁREA X VOLUME EPITÁCIO PESSOA.....	100
ANEXO C – VALORES ARRECADADOS COM A COBRANÇA DE ÁGUA BRUTA.....	101

1 INTRODUÇÃO

A qualidade de vida do ser humano e um meio ambiente equilibrado dependem da disponibilidade da água. O Semiárido brasileiro é uma região que sofre com a variabilidade climática, que em seus eventos extremos provocam como principal problema a seca, reduzindo o fornecimento hídrico deste território.

Seca trata-se de um evento climático extremo que está produzindo impactos sobre a sociedade, não dependendo apenas de suas características hidrológicas, mas também da governança.

É necessário adaptar-se, prática usual em que indivíduos, comunidades e civilizações ajustam suas atividades e modos de vida com o intuito de obter vantagens de novas oportunidades. Entretanto, muitas vezes é imposta por mudanças externas indesejáveis (NELSON; ADGER; BROWN, 2007, apud Silva, 2014). Preparar-se para melhor aproveitar as situações ou pela necessidade de superar adversidades é um grande e contínuo desafio.

Silva (2014), afirma que a existência de incertezas faz parte de processos naturais de sistemas ecológicos, de processos sociais, como o crescimento da população e o crescimento econômico, e das interdependências entre eles. A gestão integrada de recursos hídricos é composta por sistemas sócioecológicos (SSE) e, por isso, envolvida por imprecisão. Entretanto, almejando a capacidade adaptativa, ressalta-se a importância de questões relacionadas com a governança (LEBEL et al., 2006). Segundo Knieper et al. (2010), muitos problemas surgem a partir de falhas na administração.

A variabilidade climática vem provocando impactos diversos sobre os usuários de recursos hídricos no Semiárido brasileiro (VIEIRA, 2003; VIEIRA; RIBEIRO, 2010; GALVÃO et al., 2001). Muitas alternativas foram introduzidas como forma de convivência, como a construção de grandes e pequenos reservatórios de água, cisternas, poços e dessalinizadores de água (MOLLE, 1994; SILANS, 2004), além de normas, planos de recursos hídricos e sistemas de gerenciamento elaborados. Apesar das diversas soluções instaladas, como também da política nacional de recursos hídricos, impactos adversos persistem.

Elinor Ostrom (1990), por meio de uma estrutura de princípios institucionais, contribuiu para a compreensão de como a sociedade pode influenciar a sustentabilidade dos recursos naturais, e Huntjens et al. (2012) os refinaram para entender a governança da adaptação às mudanças climáticas em mecanismos complexos de água, como bacias hidrográficas. Sendo assim, uma combinação entre o aprimoramento de Huntjens e as diretrizes originais da Ostrom para analisar sistemas complexos surge como uma alternativa muito interessante para identificar problemas na gestão da água. Aplicada, inicialmente, por Silva (2014) em sua Tese de Doutorado, analisando a governança da água do Semiárido brasileiro, de 1997 a 2013, e o presente trabalho busca a atualização de parte de sua pesquisa, progredindo a 2018, em que uma nova crise hídrica foi constatada.

Para o caso de estudo, consideram-se reservatórios do Semiárido paraibano, de modo a caracterizá-los em relação as suas conjunturas de armazenamento e análise de secas. Essa apreciação explica-se por serem as fontes mais importantes de abastecimento das áreas urbanas e rurais. Examina-se o sistema sócioecológico que rege essa região.

1.1 PROBLEMÁTICA

O Semiárido paraibano apresenta alta suscetibilidade aos impactos decorrentes das variabilidades e mudanças climáticas, tendo à seca como principal resultado, influenciando em todos os aspectos da vida do Nordeste.

Segundo Freitas, as causas das secas são climáticas, o Nordeste é muito influenciado pelo fenômeno El Niño e pelas temperaturas da superfície do Oceano Atlântico, sofrendo também com a influência de frentes frias vindas do sul e de ventos trazendo umidade do Atlântico, resultando, em geral, em precipitações menores do que a média histórica, 800 mm por ano, que nos casos de seca extrema, a queda é superior a 50%. Apesar de uma precipitação anual média relativamente alta, ela é concentrada em poucos meses. Outro fator importantíssimo trata-se dos níveis de evapotranspiração, ultrapassando dois mil milímetros por ano.

Seca significa falta de água para a agricultura, para o consumo humano, para os animais domésticos e selvagens. Os impactos também são econômicos, sociais e ambientais. A questão é que, na história do Nordeste e do Semiárido, particularmente,

o problema da seca cai em esquecimento quando o fenômeno passa, mas e quando ela voltar? Por que não estar preparado?

Atualmente, o problema da degradação de terras e da desertificação representa grande ameaça para as condições de vida no Semiárido (CGEE, 2016). A seca vem sendo responsável por diversas dificuldades econômicas, ambientais e sociais, ocasionando a essa região problemas sob tudo no abastecimento da população da maioria dos municípios. A escassez hídrica também dificulta o desenvolvimento da agricultura e da pecuária.

Rodolfo Teófilo, historiador e escritor que foi um dos fundadores da Academia Cearense de Letras, publicou uma das mais realistas visões sobre essa seca e seu impacto nos cultivos e fornecimento alimentício, bem como da peste. No livro *A Fome*, de 1890, com ultima edição em 2011, relata:

A peste e a fome matam mais de 400 por dia! O que te afirmo é que, durante o tempo em que estive parado em uma esquina, vi passar 20 cadáveres: e como seguem para a vala! Faz horror! (...) E as crianças que morrem nos abarracamentos, como são conduzidas! Pela manhã os encarregados de sepultá-las vão recolhendo-as em um grande saco: e, ensacados os cadáveres, é atado aquele sudário de grossa estopa a um pau e conduzido para a sepultura.

Como dito, as causas das secas são climáticas, porém, por que tão danosas? Nada pode ser feito?

Diante de todas as ações realizadas até hoje, como a construção de reservatórios, poços para captação de água, adutoras, as políticas de regulamentação, o cenário apresenta-se insuficiente e desordenado.

Nos anos 1980, durante uma seca brava, o ditador do regime militar então vigente, João Figueiredo, declarou que só restava rezar para chover. Diante disto, surgem então, os seguintes questionamentos, objetos do presente estudo:

O que dizer dos aspectos políticos? Como pode ser avaliada a execução das políticas públicas referentes à governança hídrica no Semiárido paraibano?

1.2 JUSTIFICATIVA

Alcançar uma interpretação melhorada dos processos de governança da água, concentrando-se em suas dinâmicas mutáveis em conexão com sistemas humanos, é de suma importância, pois exalta a relevância do tema e proporciona oportunidades de adaptação diante das problemáticas expostas. Buscando apoiar o desenvolvimento sustentável da sociedade, a pesquisa foca-se nos sistemas hidrológicos como uma interface em mudança entre o ambiente e a sociedade, cujas relações são essenciais para determinar a segurança hídrica e para estabelecer prioridades na gestão ambiental.

O ciclo hidrológico, desde bacias a escalas globais, está, há milhares de anos, intimamente ligado à atividade humana, impactando diretamente em 83% da área terrestre da Terra (Sanderson et al., 2002). Oitenta por cento da população mundial vive sob alta ameaça à segurança da água. Não é de se admirar, então, que a hidrologia seja agora complementada pela sócio-hidrologia (Sivapalan et al., 2012, Di Baldassarre et al., 2015, Sivapalan e Blöschl, 2015) e o ciclo hidrológico pelo ciclo hidrossocial (Linton e Budds, 2014). No presente trabalho, essas interações são tratadas como composições de sistemas socioecológicos.

A pesquisa hidrológica trata como urgente entender e prever as interações entre o homem e água, de modo a apoiar o uso sustentável de recursos hídricos sob condições climáticas e ambientais variáveis, apontando para avanços na ciência da hidrologia, sociedade e da mudança. Os riscos hidrometeorológicos também têm implicações de longo alcance para a segurança hídrica, com consequências políticas, sociais, econômicas e ambientais. É preciso usar o conhecimento de mais alto nível nos processos de tomada de decisão para a governança da água.

O Semiárido da Paraíba é dependente de ações governamentais e políticas públicas, em que as medidas demonstram-se incertas, necessitando investir em pesquisas para o desenvolvimento de novos alcances, amenizando a situação de vulnerabilidade diante das variabilidades climáticas.

- Os diversos problemas que as Bacias Hidrográficas enfrentam, como a escassez e contaminação da água decorrente tanto do aumento da demanda quanto do uso desordenado e dos desperdícios, indicam a necessidade de implementar uma

gestão participativa e descentralizada, com ações efetivas visando minimizar os danos gerados.

2 OBJETIVOS

Para o presente trabalho selecionaram-se objetivos gerais e específicos permitindo uma melhor compreensão da temática abordada.

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Avaliar como a combinação entre a variabilidade climática e a governança pode afetar a disponibilidade da água e aumentar os impactos de eventos extremos, através de uma análise do sistema socioecológico que envolve o Semiárido paraibano.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apontar as variáveis e as interações do sistema socioecológico para reservatórios de modo a configurar sua estrutura.
- Identificar como os instrumentos de gerenciamento Outorga, Fiscalização e Cobrança são aplicados.
- Investigar possíveis falhas na Governança Institucional dos Recursos Hídricos para adaptação à variabilidade climática.
- Desenvolver um Diagnóstico Institucional a respeito da situação hídrica no Semiárido Paraibano, com foco ao reservatório Epitácio Pessoa.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 CONCEITUAÇÕES TEÓRICAS

Os principais conceitos abordados no presente trabalho são apresentados a seguir:

Sistemas socioecológicos: Sistemas que integram subconjuntos sociais e suas relações de interdependência com o meio ecológico, unidades biofísicas e biológicas não humanas (ANDERIES; JANSSEN; OSTROM, 2004, apud Silva, 2014).

Resiliência é a capacidade de um sistema e de seus componentes de recuperar-se dos efeitos de um evento perigoso, de forma oportuna e eficiente, garantindo a preservação, restauração ou melhoria de suas estruturas essenciais e funções básicas (IPCC, 2012). Está ligado a habilidade de adaptação às mudanças.

Vulnerabilidade é a propensão ou predisposição para ser adversamente afetado (IPCC, 2012), indica fragilidade.

Política ambiental consistente de princípios doutrinários que conformam as aspirações sociais e/ou governamentais no que concerne à regulamentação ou modificação no uso, controle, proteção e conservação do ambiente (PORTAL EDUCAÇÃO).

Governança são as estruturas e processos pelos quais as pessoas em sociedades tomam decisões e têm poder de ação (STOKER, 1998; LEE, 2003; LEBEL et al., 2006; FOLKE ET al., 2005).

Governança hídrica trata-se, pois, dos processos de tomada de decisão sobre o gerenciamento do recurso hídrico, abrangendo os métodos políticos, econômicos, sociais e administrativos governamentais, a sociedade civil e o setor privado (UNDP, 2004).

Gestão integrada de recursos hídricos (GIRH) é uma abordagem baseada nos ecossistemas, que considera as relações entre os sistemas de recursos naturais e objetivos sócioeconômicos, com vista a integrá-los (UNDP, 2004). Refere-se a atividades operacionais (HUNTJENS, 2011).

Gestão adaptativa dos recursos hídricos (GARH) é um processo sistemático de melhoria contínua das políticas e práticas de gestão, com objetivo de aumentar a capacidade de adaptação do sistema, a água (PAHL-WOSTL, 2007).

Instituições são estruturas sociais estabelecidas. Conjuntos de regras, procedimentos e programas que definem práticas sociais e atribuem funções para os participantes, regendo suas interações (YOUNG, 2002).

Variabilidade climática são as variações de clima em função dos condicionantes naturais do globo terrestre e suas interações (TUCCI, 2002).

Mudança climática é uma alteração no estado do clima que pode ser identificada por mudanças na média e/ou na variabilidade das suas propriedades e que persiste durante um período prolongado. A mudança do clima pode ser devida a processos naturais internos ou externos, ou oriunda de ações antropogênicas. (IPCC, 2012).

3.2 SISTEMA SOCIOECOLÓGICO

Todos os recursos utilizados pelos seres humanos são incorporados em Sistemas Socioecológicos complexos (SSE) (OSTROM, 2009). Trata-se, na literatura, do reconhecimento de uma natureza empiricamente indissociável do homem, determinando preceitos acoplados homem ambiente ou homem-natureza, usados como sinônimos para se referir a sistemas desse caráter (TURNER et al, 2003).

Anderies, Janssen e Ostrom (2004, apud Silva, 2014) definiram o sistema socioecológico como um sistema ecológico intrinsecamente ligado com e afetado por um ou mais sistemas sociais. Um sistema ecológico pode ser definido como um sistema interdependente de organismos ou unidades biológicas. “Social” significa “tender a formar relações de cooperação e interdependência com os outros de uma mesma espécie” (MERRIAM-WEBSTER DICTIONARY, 2004). Assim, os sistemas sociais e ecológicos contem unidades que interagem de forma interdependente e cada um deles pode também conter subsistemas interativos.

Há um crescente reconhecimento de que para compreender e antecipar o comportamento de sistemas sociais e ecológicos é necessário levar em conta a dinâmica que emerge nas interações entre eles (GALLOPÍN, 2006; YOUNG et al, 2006).

O paradigma dos sistemas socioecológicos é uma ferramenta analítica útil para a investigação científica relevante à tomada de decisão, identificando-se três componentes: o subsistema ecológico, o subsistema social e o sistema unido. Por um lado, tem-se a virtude de aproximar as dimensões ambientais e humanas, mas é necessário entender que a concepção do SSE será sempre uma construção social, não podendo ser confundido com a realidade (CANNON; MÜLLER-MAHN, 2010). Em outras palavras, o recorte é centrado naquelas relações homem-natureza que são relevantes da perspectiva humana, dado o seu interesse. Neste contexto, há inúmeras formas de conceber um SSE, cada qual diferindo na ênfase dada ao comportamento humano, suas relações, os processos biofísico-ecológicos, bem como a economia (ANDERIES; NORBERG, 2008).

Enxergar as relações antrópicas com o meio foi passo importante para romper os limites da ecologia e adotar a pesquisa das humanidades. Nesse diálogo, emerge a visão de que os ecossistemas são provedores de serviços ambientais e que a interação homem-natureza deve ser considerada nas decisões tomadas pelos subsistemas sociais (CONSTANZA, 1997; TURNER, 2010). É nesse contexto que a abordagem sócioecológica desdobra-se do olhar biológico em aproximação à visão analítica da vulnerabilidade, identificando-se três frentes de pesquisa, a gestão ambiental adaptativa, dos recursos de uso comum e a tomada de decisão. Suas fronteiras são difusas e pouco rígidas, diferindo, principalmente, pelo objeto de análise: ecossistemas, sistemas de governança e ação resolutiva, respectivamente.

A gestão ambiental adaptativa tem forte apelo entre cientistas naturais (HOLLING; MEFFE, 1996). A transição entre estados alternativos de ecossistemas são analisados a luz da influência humana e suas implicações na gestão dos recursos ecossistêmicos.

A gestão de recursos de uso comuns compreende a construção ou desmanche de resiliência social como objetivo político para evitar tragédias (HARDIN, 1968). Tem como foco de pesquisa a governabilidade. O subsistema ecológico é compreendido a partir dos serviços ambientais e recursos naturais de uso coletivo (ENGLE; LEMOS, 2010; OSTROM, 2009). Já o subsistema social é composto por seus usuários e seus sistemas de governança, normas, tradições, organizações e atores (OSTROM, 2009; CUMMING et al, 2006). Assim, enfatizam-se as condições e

processos socioeconômicos e político-institucionais que condicionam as interações socioambientais: diversidade, inovação, aprendizado, memória, desenvolvimento e auto-organização (WEB; BODIN, 2008; NORBERG et al, 2008; ENGLE; LEMOS, 2010). Diversidade está relacionada à variedade institucional, de conhecimento e de práticas culturais (NORBERG et al, 2008).

A última frente de pesquisa dedica-se a compreender o processo de tomada de decisão em sua essência, considerando todos os aspectos de situação, informação e a busca da resolução, influenciados pelo comportamento individual, coletivos e suas causas e consequências.

A noção de escala sociológica é espaço-temporalmemente menos explícita quando comparada àquelas adotadas na geografia e ecologia (GIBSON et al., 2000). Segundo Tilly, isso se deve ao fato das tradições teóricas das ciências sociais terem tratado os processos sociais de forma abstrata, sem especificar o tempo e espaço no qual ocorrem (TILLY, 1984). Contudo, na pesquisa em sistemas sócioecológicos, a escala social e espaço-temporalmemente é explícita, definida a partir das conexões entre representação e poder, de tal forma que “diferentes níveis de organização (social) hierarquizadas respondem e agem em um determinada escala espacial e temporal, as quais podem variar de pequena a grande” (CUMMING et al., 2006).

Reconhecendo que o uso que as pessoas fazem da natureza está embutido no sistema social e econômico, seus valores, relações sociais e políticas, direito de uso, leis, governança, mercado e relações econômicas, entre outros, a interação socioeconômica e biofísica determina o sistema socioecológico (MACHILIS et al., 1997; PICKETT et al., 1997, BERKES e FOLKE, 1998; REDMAN et al., 2004; LIU et al., 2007; OSTROM, 2009).

Elinor Ostrom, juntamente com outros autores, apresenta alguns exemplos sobre interações entre sistemas sócioecológicos envolvendo os recursos hídricos: entre os recursos e usuários, se existe água disponível para atender a necessidade dos usuários, a água insuficiente pode ser um problema em potencial; forças externas sobre os usuários devido à grandes mudanças no sistema político podem levar a conflitos, incertezas, migrações e aumento de demanda pela água (ANDERIES; JANSSEN; OSTROM, 2004, apud Silva, 2014).

Este arcabouço permite identificar variáveis importantes que devem ser levadas em consideração em análises que envolvam a gestão integrada dos recursos hídricos, pois o mesmo permite uma visão integrada de interações entre os recursos naturais e sistemas sócioeconômicos.

3.3 SEMIÁRIDO

Espaço associado ao fenômeno climático das secas e das consequências sobre a população local. Entretanto, como não determinado ao longo de todo o Nordeste e buscando melhor administrar esse fato, o Governo Federal criou, por intermédio da Lei 1.348/51, a área denominada de Polígono das Secas, o Semiárido, que correspondia a 85% da macrorregião nordestina. Inicialmente, os critérios utilizados para sua delimitação geográfica foram baseados nas precipitações pluviométricas iguais ou inferiores a 800 mm/ano, em que os municípios seriam inseridos para a atuação do DNOCS, e, posteriormente, da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), órgãos que mais tarde se juntaram ao Banco do Nordeste (BNB) e Ministérios, em combate aos efeitos da estiagem e suas consequências.

Em sua primeira delimitação (Lei nº 7.827, de 27 de setembro de 1989), foi definido como a região inserida sob atuação da SUDENE, com primeira atualização em 1995, por meio da Portaria nº 1.181 da mesma. Em 09 de março de 2005, pela Portaria Interministerial nº 01, definiu-se os critérios para inclusão de municípios, que além da precipitação pluviométrica média anual, adotou-se o índice de aridez de até 0,5, entre 1961 e 1990, calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial e risco de seca maior que 60%. Na época, representavam 1.135 de cidades (SUDENE, 2017).

Criado o Grupo de Trabalho (GT-2014), mantiveram o raciocínio, atualizando os dados para 1981 – 2010, com a nova delimitação composta por 1.189 municípios. Após solicitações dos estados e recálculo dos indicadores, acatando sugestões do GT-2014 e da SUDENE, o Conselho Deliberativo (CONDEL), por meio da Resolução nº 115, de 23 de novembro de 2017, definiu o novo Semiárido com 1.262 municípios, dos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais (SUDENE, 2017) (Figura 1).



Figura 1 – Número de Municípios por Estado no Semiárido Brasileiro.
Fonte: SUDENE, 2017.

O perímetro delimitado para toda a área do Semiárido Brasileiro pode ser visto na Figura 2, enquanto para o estado paraibano na Figura 3.



Figura 2 – Semiárido Brasileiro
Fonte: SUDENE, 2017.

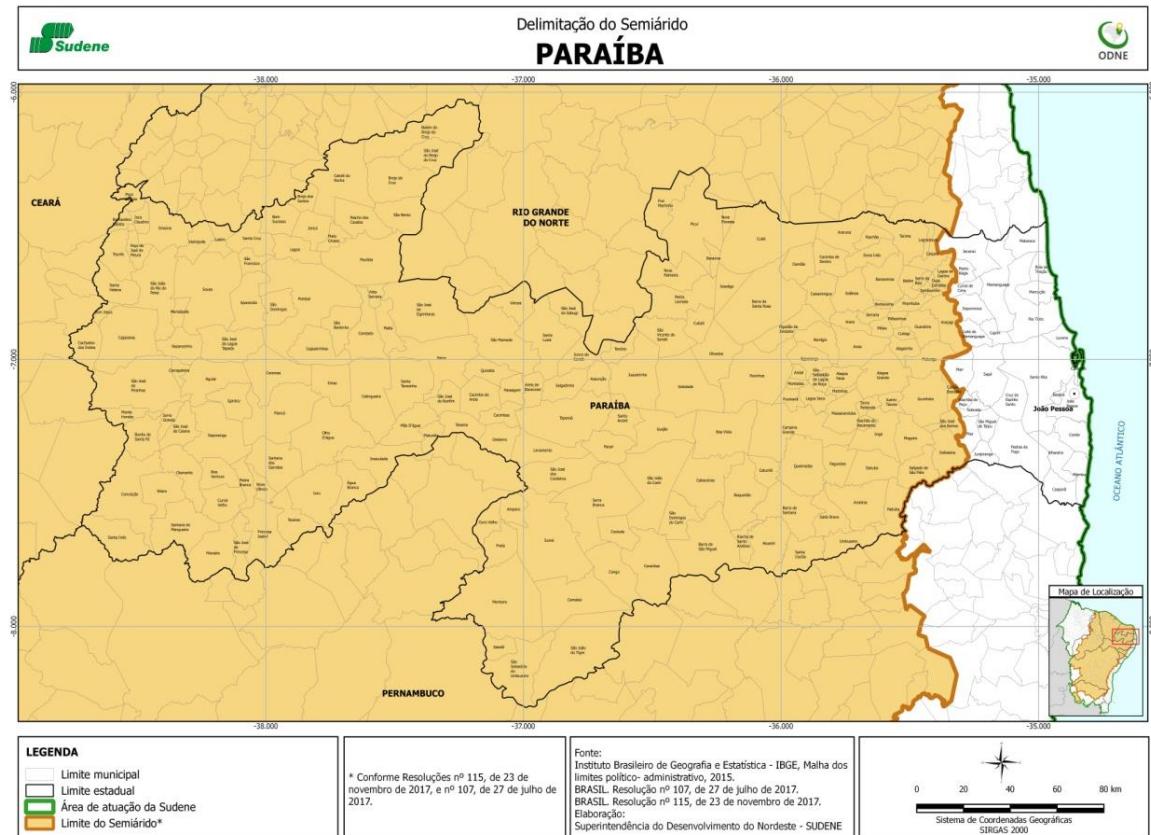


Figura 3 – Delimitação do Semiárido na Paraíba.

Fonte: SUDENE, 2017.

A ocupação da região semiárida sempre ocorreu em uma perspectiva de exploração excessiva, levando inclusive à exaustão de parte dos recursos naturais. Aliada a esta exploração predatória estabeleceu-se uma estrutura social concentradora de renda e de poder, responsável pela relativa estagnação e baixos índices socioeconômicos, em que a pressão da população sobre a natureza, originalmente frágeis, leva à deterioração ambiental, provocando um ciclo de pobreza e miséria, tornando a região cada vez mais vulnerável (SALES, 2003).

O clima no Semiárido tem como sua principal característica a alta variabilidade espacial e temporal, manifestando-se em um padrão de variação sazonal, interanual e decadal (SOUZA FILHO, 2003). Devido às incertezas originadas, a adaptação à variabilidade climática demanda adaptações e ajustes dos instrumentos e práticas de gestão de recursos hídricos.

3.4 COMPOSIÇÃO HÍDRICA DO ESTADO DA PARAÍBA

Localizado na região Nordeste do Brasil, o estado da Paraíba está limitado ao sul com Pernambuco, oeste com o Ceará, leste com o oceano Atlântico e ao norte com o Rio Grande do Norte. Sua área compreende 56.469,744 km², envolvendo 223 municípios, com uma população que ultrapassa 4 milhões de habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. Sua economia basea-se na indústria, agricultura, pecuária e no turismo (IPEA, 2011).

Majoritariamente composto pelo clima semiárido, que apresenta uma área de 43.513,65 km² representando 77,1% do total do Estado, com o maior número de habitantes, o que espelha as dificuldades enfrentadas pela população que nela vive, pois, dada a escassez relativa de recursos naturais que a caracteriza, está sujeita a condições de insustentabilidade de ordem econômica e social (AESÁ, 2007).

A respeito de sua composição, o estado da Paraíba está dividido em onze Bacias Hidrográficas: Rio Abiaí, Rio Camaratuba, Rio Curimataú, Rio Gramame, Rio Guaju, Rio Jacu, Rio Mamanguape, Rio Miriri, Rio Piranhas, Rio Trairi e Rio Paraíba, onde se encontra o objeto de estudo do presente trabalho, o reservatório Epitácio Pessoa (Figura 4).

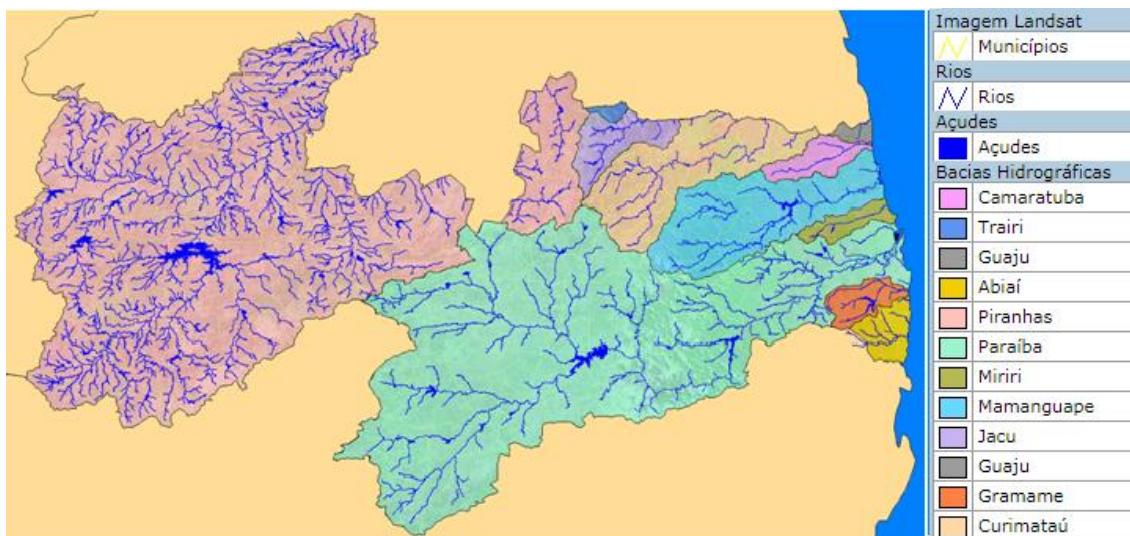


Figura 4 – Bacias Hidrográficas do estado da Paraíba.

Fonte: AESA.

3.5 VARIABILIDADE CLIMÁTICA

A história tem mostrado que o clima é um condicionante fundamental no desenvolvimento da população em diferentes partes do globo (Diamond, 1997). Mesmo considerando o avanço no último século da tecnologia, a variabilidade climática pode produzir impactos significativos no desenvolvimento dos países e comprometer a sustentabilidade das populações.

As alterações climáticas se refletem nas modificações de variáveis como precipitação, temperatura, vento, radiação, umidade, representativas do clima. Estas mudanças não alteram somente as vazões para uma bacia existente, mas também os condicionantes naturais que dão sustentabilidade ao meio natural como a fauna e flora.

A variabilidade hidrológica é entendida com as alterações que possam ocorrer nas entradas e saídas dos sistemas hidrológicos, e seus principais efeitos estão relacionados com a variabilidade natural dos processos climáticos, os impactos da modificação climática e efeitos do uso da terra e alteração dos sistemas hídricos (TUCCI, 2002). Ela afeta todos os usos dos recursos hídricos e a conservação ambiental associada.

O gerenciamento dos recursos hídricos na região semiárida depende muito da variabilidade do clima, especialmente a distribuição de chuvas, e tem sido estudada com algum grau e detalhamento pelos centros climáticos do Brasil e do Nordeste (MARENGO 2002, 200 a, b, SOUZA FILHO 2003). Porém, ainda resta conhecê-la com as incertezas associadas à mudanças futuras, seja devido à variabilidade natural do clima ou à ação antropogênica, que determina incrementos na concentração de gases de efeito estufa na atmosfera. Mudanças climáticas no Brasil ameaçam intensificar as dificuldades de acesso à água. A combinação das alterações do clima, seja pela quantidade de chuva acompanhada de altas temperaturas e altas taxas de evaporação e, com a competição por recursos hídricos, podem levar a uma crise potencial, sendo os mais vulneráveis os agricultores pobres, de subsistência na área do Semiárido do Nordeste.

A relação entre a variabilidade climática e sua influência em sistemas socioecológicos determina a ligação de vulnerabilidade e sustentabilidade de um ambiente, fato este que pode ser visto de acordo com Marengo (2008, p. 155):

Uma mudança de variabilidade climática aumenta a vulnerabilidade de um sistema ecológico e aumenta as incertezas no processo de administração da água. O termo vulnerabilidade denota um limite onde uma pessoa ou sistema pode ser afetado. Por outro lado, sustentabilidade significa a capacidade de um sistema manter-se em uma determinada condição. Então, a vulnerabilidade denota o ponto onde a sustentabilidade pode ser comprometida. Concluindo, no presente contexto, vulnerabilidade e sustentabilidade são conceitos correlatos, onde uma frágil sustentabilidade de um sistema é entendida como mais vulnerável (MARENGO, 2008, p.155).

Na história das civilizações é comum a identificação do movimento e sustentabilidade de povos em função da disponibilidade hídrica ou combinações de fatores de clima, solo, água e outros fatores físicos. As frequentes secas que ocorrem no Nordeste explicam muito da história desta região do país e inclusive o movimento da população atingida para outras partes do país.

3.6 SECA

O que é a seca, esse fenômeno tão impactante, do ponto de vista estritamente físico? A seca é um fenômeno climático que afeta drasticamente uma região, além de provocar graves danos econômicos e sociais. Corresponde a uma característica temporária do clima de uma região, provocada pela ocorrência de precipitações pluviométricas abaixo da normal, por certo período de tempo, o que não deve ser confundido com aridez que é uma característica permanente do clima, resultante de normais pluviométricas muito baixas (AZEVEDO, 1994).

Segundo Campos (1994, p. 14-15, apud Silva, 2014), o conceito de seca está relacionado com o ponto de vista do observador. O mesmo traz a definição para três tipos de secas:

Seca climatológica refere-se à ocorrência, em um dado espaço e tempo, de uma deficiência no total de chuvas em relação aos padrões normais. Esse tipo de seca tem causas naturais da circulação global da atmosfera e pode resultar em redução na produção agrícola e no fornecimento de água para cidades e outros usos.

A seca edáfica tem como causas básicas a insuficiência ou distribuição irregular das chuvas e pode ser identificada como uma deficiência da umidade, em termos do sistema radicular das plantas, que resulta em considerável redução da produção agrícola. Esse tipo de seca, associado à agricultura de sequeiro, é a que maiores impactos causa no Nordeste

Semiárido. Os efeitos são severas perdas econômicas e grandes transtornos sociais como: fome, migração, desagregação das famílias, etc.

A seca hidrológica, ou de suprimento de águas, pode ser entendida como a insuficiência de águas nos rios ou reservatórios para atendimento das demandas de águas já estabelecidas em uma dada região. Essa seca pode ser causada por uma seqüência de anos com deficiência no escoamento superficial ou, também, por inadequado gerenciamento dos recursos hídricos acumulados nos açudes. O resultado desse tipo de seca é o racionamento, ou colapso, em sistemas de abastecimento da água das cidades ou das áreas de irrigação (CAMPOS, 1994, p. 14-15).

Trata-se de uma deficiência de precipitação ao longo de um período prolongado de tempo, provocando a escassez de água, com impactos resultantes da interação do evento natural e demanda do uso da água, seja para abastecimento da população, agricultura e pecuária. Assim, as atividades humanas podem exacerbar os impactos da seca.

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a história das secas na região Nordeste possui relatos desde o século dezesseis. As duras consequências da falta de água acentuaram um quadro que em diversos momentos da biografia do Semiárido chega a ser assustador: migração desenfreada, epidemias, fome, sede, miséria. Pesquisadores e historiadores datam da época da colonização portuguesa na região. Até a primeira metade do século 17, quem ocupava as áreas mais interioranas do Semiárido brasileiro era a população indígena. Uma das primeiras noticiadas aconteceu entre 1580 e 1583. As capitâncias tiveram seus engenhos prejudicados, as fazendas sofreram com a falta de água e cerca de cinco mil índios desceram o sertão em busca de comida.

Somente no século seguinte a região conhecida como o Polígono das Secas passou a ser ocupada. A presença foi intensificada após uma Carta Régia que proibia a criação de gado em uma faixa de dez léguas desde o litoral em direção aos sertões.

Nos anos 1700, diversas estiagens atingiram a região, deixando rastros alarmantes nas capitâncias. A do Maranhão, Ceará e Rio Grande do Norte foram as mais prejudicadas. Rebanhos, homens, mulheres e crianças morreram em grande número (MARQUES, OLIVEIRA, 2016). A infraestrutura dos engenhos não acompanhou com a mesma velocidade o crescimento populacional e a fome se espalhou de forma acelerada.

Décadas mais tarde, se abateria sobre a região o período que foi conhecido como a "Grande Seca". Teve início em 1876 e durou pouco mais de três anos. Os efeitos foram catastróficos. Há quem estime que doenças, fome e sede dizimaram mais da metade da população do Ceará, que tinha 800 mil habitantes. Mesmo considerando-se exageros na estimativa, o cenário causou choque em estudiosos dessa época.

Após essa catástrofe, as autoridades do Império começaram a ter uma maior preocupação com o assunto. O imperador D. Pedro II chegou a cunhar a célebre frase: "Não restará uma única joia na Coroa, mas nenhum nordestino morrerá de fome". A história, contudo, não registra que o fato tenha ocorrido. Informações da época dão conta de meio milhão de pessoas mortas de fome, período que já acontecia o êxodo rural maciço que marcaria a região.

Desde quando começou a série histórica no século dezenove, em 1845, nunca se constatou um período de seis anos consecutivos com chuvas abaixo da média e estiagem prolongada na região, que normalmente já possui um índice pluviométrico reduzido em comparação a outros lugares do país. Porém, de acordo com o levantamento do INMET, a seca que castigou o Semiárido brasileiro de 2012 a 2017, no que diz respeito a disponibilidade de água, foi a pior já registrada.

Uma perspectiva da evolução histórica das secas no Brasil pode ser observada na Figura 5.



Figura 5 – Histórico de secas no Brasil.

Fonte: INMET, 2017.

A alta variabilidade espacial e temporal da pluviometria no Semiárido nordestino torna difícil a previsibilidade e o monitoramento das secas, ainda mais sua intensidade e seus efeitos sobre a economia regional. Esforços nesse sentido têm se concentrado no estabelecimento de índices de seca que, convenientemente interpretados, podem fornecer informações valiosas para o planejamento agrícola e o gerenciamento das disponibilidades hídricas da região. Considerando o Sistema

Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - SNIRH, o número de registros de secas por município entre 2003 e 2015 é apresentado na Figura 6.

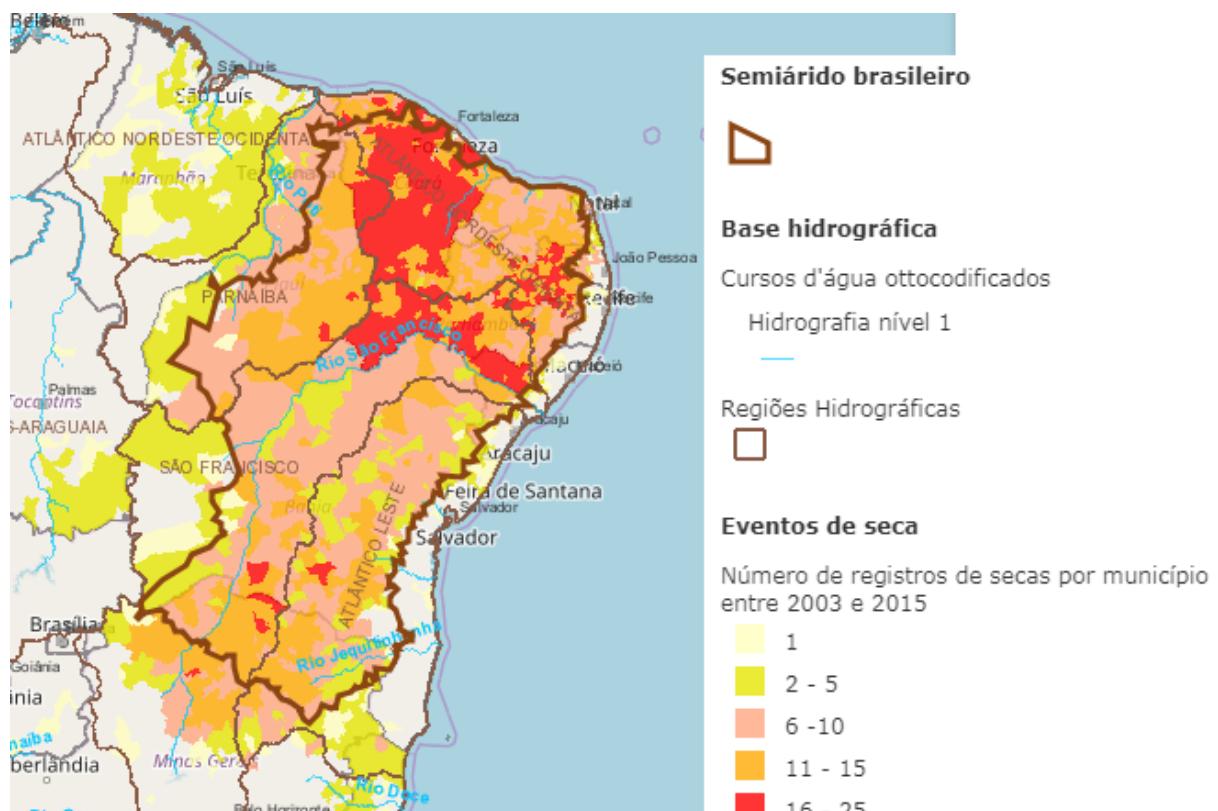


Figura 6 - Registro de secas por município, 2003 – 2015

Fonte: ANA, 2017.

Contudo, a despeito das ferramentas disponíveis para sua prevenção, poucas são as ações com base nestes estudos, os quais poderiam apontar saída para tamanha problemática.

Quando ocorre uma seca prolongada, a produção agrícola se perde, a pecuária fica estagnada ou dizimada e as reservas de água de superfície são comprometidas. Nessas condições, a parcela mais pobre da população rural torna-se inteiramente vulnerável ao fenômeno. De acordo com a história, a sobrevivência daqueles contingentes de pessoas tem dependido das políticas oficiais de socorro, do recurso à emigração para outras regiões ou para as áreas urbanas do próprio Nordeste (DUARTE, 2000).

3.7 GOVERNANÇA DE RECURSOS HÍDRICOS

As mudanças climáticas e a demanda populacional, juntamente com a urbanização e aspirações por padrões de vida mais elevados, apresentam um quadro desafiante para a sustentabilidade do planeta (bogardi et al., 2012). para uma alocação justa e a proteção dos recursos hídricos, é necessária uma estrutura integrada de gestão e governança da água, sendo este um processo problemático.

Para Leff (2000), tratar da questão sustentável é assumir a complexidade da realidade através de um método interdisciplinar que reintegre conhecimento e conscientização ambiental, que é influenciada por um campo de relações homem e natureza, dependentes de diferentes rationalidades, matérias e escalas de tempo e espaço. Para isso, demanda-se uma integração entre as ciências ecológicas e a sociedade, atingindo além do elo de conhecimento e práticas científicas, para a inclusão de instituições e atores sociais múltiplos.

A água é um recurso natural insubstituível, finito e vulnerável (ICWE, 1992). Escasso, sofre mundialmente uma crescente preocupação, despertando a necessidade de soluções adequadas, não apenas para tratar problemas atuais, mas também para solucionar questões posteriores (ENGLE; LEMOS, 2010; UNDP, 2006). O grande desafio para o planejamento de uso dos recursos hídricos é a atuação frente às incertezas futuras, que são de bases socioambientais, fundamentais para a determinação da sustentabilidade (MILLY et al., 2008; UNDP, 2011).

A Gestão Integrada dos Recursos Hídricos (GIRH) e a Gestão Adaptativa de Recursos Hídricos (GARH) compõem a gestão contemporânea das águas (ENGLE et al., 2011, apud Silva, 2014), com o propósito de superação dos desafios associados à conjuntura atual e futura, considerando a complexidade da realidade e o tratamento da questão ambiental.

Tanto a GIRH quanto a GARH visam: (1) aumentar a eficiência através da integração de sistemas sociais, ecológicos e hidrológicos, (2) adicionar legitimidade e promover a aceitação do público através da participação de partes interessadas, cooperação, descentralização e tomada de decisão democrática, (3) incorporar conhecimentos técnicos através da inclusão de diferentes formas de conhecimento e promoção de aprendizagem social e (4) promover a flexibilidade e adaptabilidade através da experimentação e aprendizagem em gestão de recursos hídricos (ENGLE et al., 2011, apud Silva, 2014).

3.7.1 A gestão brasileira e paraibana de recursos hídricos

A primeira legislação elaborada para tratar da apropriação e uso das águas no Brasil foi o Código de Águas, Decreto Federal nº 24.643 de 1934 (ANA, 2017), promulgado em um contexto nacional de modernização e desenvolvimento econômico no qual a água era tida como um bem em abundância. Dada a industrialização e o crescimento populacional após a década de 1970, com a maior demanda de água, surge a necessidade da elaboração de mecanismos de planejamento e coordenação para seus usos. A atual gestão de recursos hídricos do Brasil está baseada na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), definida na Lei nº 9.433 de 1997, a chamada “Lei das Águas”, que acrescenta em seus fundamentos que a água é um bem de domínio público, com base na Constituição Federal brasileira de 1988 (BRASIL, 1998).

Segundo Formiga-Johnsson e Kemper (2005) a PNRH tem fundamentações baseadas nos princípios de Dublin 1992 (ICWE, 1992), por exemplo, integração setorial, descentralização da gestão de recursos hídricos para o nível de Bacia, participação de partes interessadas e o entendimento de que a água é um bem com valor econômico, como também a sua prioridade de uso é para o consumo humano.

Dadas as leis federais da PNRH e nº 9.984 de 2000, de criação da Agência Nacional de Águas (ANA), tem-se os principais fatos históricos da gestão de recursos hídricos no Brasil (Figura 7).

PRINCIPAIS FATOS HISTÓRICOS DA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

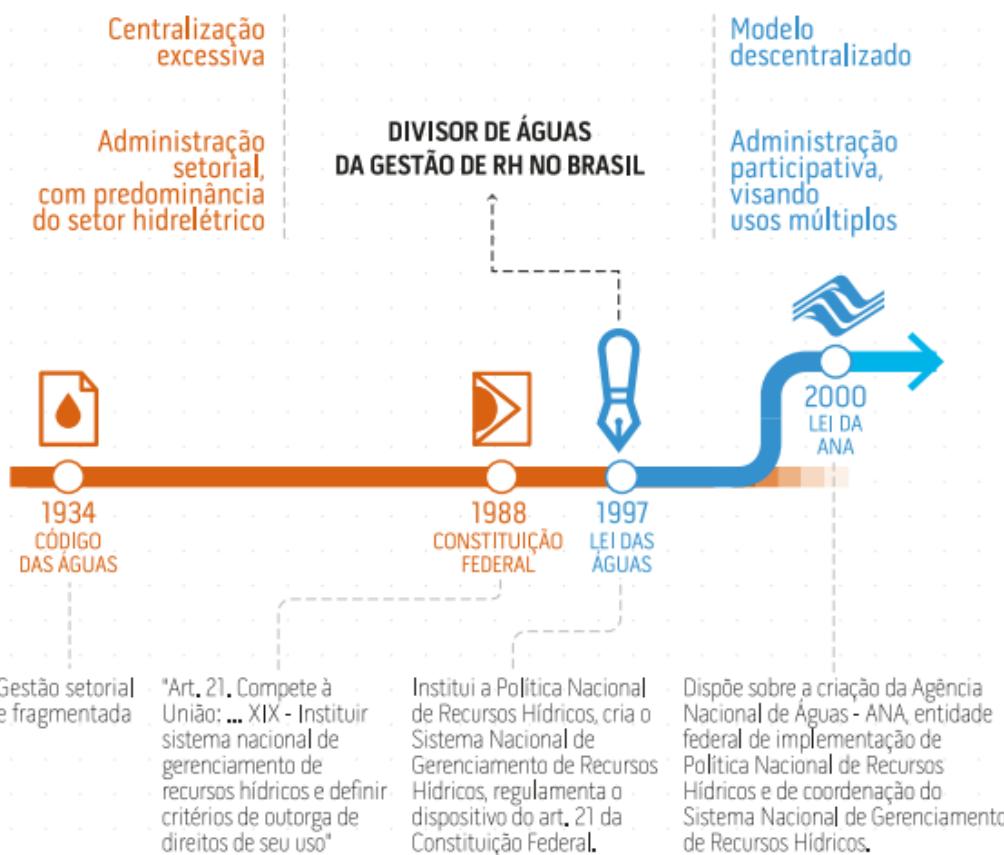


Figura 7 – Principais Fatos Históricos da Gestão de Recursos Hídricos no Brasil
Fonte: Relatório de Conjuntura de Recursos Hídricos (ANA, 2017).

Além da PNRH, sendo Bacia Hidrográfica a unidade para sua implementação, a Lei das águas cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), para a atuação sobre a mesma. Definem como instrumentos de recursos hídricos os Planos de Recursos Hídricos, o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo seus usos preponderantes, a outorga e cobrança dos direitos de uso, a compensação a municípios, e o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH).

Estruturado de modo a garantir uma gestão descentralizada, o SINGREH conta com a participação do Poder Público, dos usuários e da sociedade civil (Figura 8).



Figura 8 – Estrutura do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).

Fonte: ANA

Estruturada pelo modelo estabelecido para a PNRH, a gestão paraibana de recursos hídricos é voltada também à prática da gestão integrada, descentralizada e participativa das águas, promovendo o seu uso de forma racional e sustentável. Baseia-se na Lei nº 6.308/96, Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH), Lei nº 7.779/05, criação da AESA e Lei nº 8.446/07, que reformulou e acrescentou dispositivos à Lei nº 6.308/96. (PARAÍBA, 2007).

Um dos pilares para a integralização da gestão, o Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos, estabelecido pela Lei nº 6.308/96, é composto pelo Órgão de Coordenação, a Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente (SECTMA), Órgão Deliberativo e Normativo, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), Órgão Gestor, a AESA, e os Órgãos de Gestão Participativa e Descentralizada, os Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH).

A AESA é uma autarquia com autonomia administrativa e financeira, vinculada à SECTMA, criada pela Lei Estadual nº 7.779, de 07 de julho de 2005 e regulamentada pelo Decreto Estadual nº 26.224, de 14 de setembro de 2005 (PARAÍBA, 2007). A agência tem como instrumentos de atuação a outorga e direito de uso da água bruta e licença de obras, a cobrança pelo uso e sua fiscalização, o

monitoramento, a elaboração de planos de recursos hídricos, o enquadramento dos corpos da água, a gestão do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FERH) e o SNIRH (PARAÍBA, 2007).

O Plano Estadual de Recursos Hídricos tem como objetivo principal fundamentar e orientar a implementação dos demais instrumentos de gestão dos recursos hídricos, previstos na Lei Federal 9.433/97, em consonância com a Legislação Estadual, Lei 6.308/96 (AESÁ, 2007). Com base os Planos Diretores das Bacias Hidrográficas e com objetivos universais e específicos, segue os princípios da Política Estadual. Tem suas metas e diretrizes definidas por um processo de planejamento integrado e participativo, em aliança a demais planos gerais, regionais e setoriais (SECTMA/AESA, 2006). Trata-se de um documento estratégico e gerencial, com tendências socioeconômicas em prol do desenvolvimento, demandas, disponibilidades e qualidade dos recursos hídricos, gestão dos sistemas, formas de financiamento, identificação e resolução de conflitos e prioridades de investimentos. Contempla programas que caracterizam o Cenário Sustentável de Gestão Integrada da Demanda e das Disponibilidades Hídricas no Estado, com abordagem a aspectos técnicos, ambientais, econômicos e financeiros, além de considerações quanto à gestão e implementação das intervenções propostas.

O PERH evidenciou a vulnerabilidade do cenário paraibano quando aos recursos hídricos, exaltando a precisão de atendimento às necessidades das pessoas, com precariedade operacional da infraestrutura hídrica e evidenciou uma fragilidade jurídico-institucional na área. Ressaltou-se o grande volume de trabalho demandado, em termos de planejamento, estudos e de medidas estruturais e não estruturais, constituindo um desafio para o atual e os futuros governos, junto com a população paraibana (AESÁ, 2007).

No sentido oposto ao o governo brasileiro, que possui um plano nacional de adaptação às mudanças climáticas (BRASIL, 2007), o estado paraibano ainda não dispõe desse dispositivo. Porém, veem tomando forma, considerando tal situação. Deve incluir a atualização dos Planos de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas da Paraíba e do Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba.

Veiga e Magrini (2013) analisaram 15 anos de implementação da política brasileira de recursos hídricos e identificaram carências de maiores esforços para a

determinação e implementação do modelo de gestão de recursos hídricos do país, apontando o monitoramento de resultados como uma das principais dificuldades.

3.7.2 Instrumentos de gerenciamento

A Política de recursos hídricos apresenta uma estruturação de modo a desempenhar ações para garantir a segurança de abastecimento de água. Sendo assim, fundamenta-se os instrumentos abordados no presente trabalho, faz-se aqui o embasamento teórico para sua exploração, são eles: outorga, fiscalização e cobrança.

Por tratar-se de um bem público, o uso da água para o consumo ou para qualquer outra utilização requer uma autorização especial, a outorga, ato administrativo que garante ao usuário o direito de uso dos recursos hídricos, mediante prazo determinado, nos termos e condições expressas no respectivo ato. Tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo desses usos da água, bem como o efetivo exercício dos direitos de acesso aos recursos hídricos.

A administração pública é responsável por controlar o uso das águas, protegendo o interesse público, podendo suspender a licença em caso de conflito ou escassez, pelo não cumprimento dos termos, pela ausência de uso por um número determinado de anos, entre outros casos. Questão essa determinada pela fiscalização, um instrumento de gestão para limitar e disciplinar, ato ou omissão diverso do interesse público, evitando neste caso, a degradação dos recursos hídricos, e prevista na Lei nº 6.308/96, na Lei nº. 7.779/05e no Decreto nº. 26.224/2005 (AESÁ, 2014).

As medidas regulatórias são ações de gestão do uso da água para garantir o cumprimento da Lei 9.433/97, que estabeleceu a Política Nacional de Recursos Hídricos (ANA), que prevê a cobrança pelo uso da água. Segundo a ANA, é o preço pelo uso de um bem comum, proposta nos CBH de forma participativa por usuários, sociedade civil e poder público. Tem como objetivos obter verbas para aplicação voltada às bacias hidrográficas, com investimento no combate a poluição, transpor o real valor da água e o incentivo às tecnologias limpas e eficientes, preservando os recursos hídricos.

Instrumentos econômicos podem desempenhar um papel significativo no apoio ao cumprimento dos objetivos da PNRH, assim como a usar a água de forma hábil (OCDE, 2017).

Para a AESA, a importância da cobrança pelo uso da água é atribuída ao rationamento para disponibilidades e demandas, redistribui os custos sociais, melhora a qualidade dos efluentes lançados, além de ensejar a formação de fundos financeiros para as obras, programas e intervenções do setor.

3.7.3 Governança adaptativa

O conceito para governança pode ser visto por GRAHAM; AMOS; PLUMPTRE, 2003, de modo que:

A governança é um processo pelo qual as sociedades ou organizações tomam decisões importantes, determinando quem é envolvido no processo e como prestar contas. Uma vez que um processo é difícil de observar, os pesquisadores de governança tendem a concentrar a atenção sobre o sistema de governo ou estrutura sobre a qual repousa o processo - ou seja, os contratos, procedimentos, convenções ou políticas que definem quem fica com o poder, como as decisões são tomadas e como prestações de contas são processadas (GRAHAM; AMOS; PLUMPTRE, 2003, p. 1).

Diante da tomada de decisões, modelos de governança alternativos surgem voltados a administrar contextos de incerteza ambiental. O reconhecimento do ambiente como realidade instável e imprevisível ao mesmo tempo em que é capaz de reajustar-se, determina e serve de base para a governança adaptativa (DIETZ et al., 2003).

Adaptação à mudança do clima é o processo de ajuste ao clima atual ou futuro e seus efeitos. Em sistemas humanos, a adaptação procura mitigar, evitar danos ou explorar oportunidades benéficas. Em sistemas naturais, a intervenção humana pode facilitar o ajuste ao clima futuro e seus efeitos (IPCC, 2014). A Adaptação envolve a redução de riscos e vulnerabilidades, a busca de oportunidades e a construção da capacidade para enfrentar os impactos climáticos, bem como a mobilização para implementação de decisões e ações (NOBLE et al., 2014).

Segundo Berkes e Folke (1998; apud OSTROM, 2009), identificar e analisar as relações entre os vários níveis complexos de SSEs, em diferentes escalas

espaciais e temporais, é o principal desafio no diagnóstico da determinação do quão sustentável eles são.

Williams (2011, apud Silva, 2014) aponta que aplicações de gestão adaptativa são caracterizadas pelo gerenciamento de sistemas de recursos naturais dinâmicos, mudando ao longo do tempo em resposta às condições ambientais e ações de controle, também variáveis. Esses fatores podem influenciar o estado de recurso e os processos ecológicos pelos quais alterações são realizadas, em que as variações ambientais são apenas parcialmente previsíveis, dependendo de processos biológicos e ecológicos.

A governança adaptativa apoia-se na investigação empírica de como os sistemas socioecológicos são afetados pela mudança climática e as respostas provocadas, permitindo identificar barreiras e contextos favoráveis à adequação. Partindo desta análise, é possível identificar pontos acessíveis para a atuação das políticas públicas, visando reduzir as vulnerabilidades ou fortalecer capacidades adaptativas (FORD et al., 2010b).

As barreiras institucionais relacionam-se à influência da organização e estrutura de interações sociais, formais e informais, no comportamento adaptativo, moldam o espaço de resposta no qual a adaptação pode ocorrer. Esse espaço é também chamado na literatura como estruturas de oportunidade (ADGER et al., 2009; BENNETT, 2005).

A governança climática adaptativa assume um conjunto de decisões, atores, processos, estrutura e mecanismos institucionais que determinam ajustes nos sistemas socioecológicos, buscando torná-los mais resilientes ou menos vulneráveis a estímulos do clima. Uma estratégia da governança climática adaptativa é contemplar, no seu planejamento, diferentes cenários de impacto e, diante deles, estabelecer um repertório diversificado de alternativas.

Abordando a gestão em referência dos recursos hídricos, Engle e Lemos (2010) desenvolveram, no Brasil, uma pesquisa para melhor compreender mecanismos de governança, que podem moldar a capacidade de adaptação dos sistemas de água para a mudança climática. Como resultado, caracterizou-se a abordagem de indicadores representativos de Bacias Hidrográficas.

3.7.4 Propostas institucionais para a governança da adaptação

Instituições são definidas como regras formais e informais entendidas e utilizadas por uma comunidade (HESS e OSTROM, 2005). Ostrom (1990) investigou os princípios institucionais em recursos de uso comum de escala local, de modo a facilitar a observação dos processos organizacionais e governamentais.

Entre os princípios institucionais para a governança de recursos de uso comum identificados por Ostrom, destaca-se para aplicação do presente trabalho: *Clearly defined boundaries* - Limites claramente definidos, indivíduos, famílias que têm direito de retirar as unidades de recursos de uso comum, ou seja, os usuários devem ser claramente definidos, bem como os limites do próprio recurso.

Anderies, Janssen e Ostrom (2004) também apresentaram uma estrutura inicial para a análise da robustez de SSEs, tratando-se de um método útil de análise da dinâmica interna de seus componentes e as ligações importantes entre eles. Para o desenvolvimento de novos princípios institucionais, o entendimento do recurso e de seu uso bem determinado, é um bom ponto de partida.

Os princípios institucionais de Ostrom (1990; 2005) foram refinados e estendidos por Huntjens (2011) e Huntjens et al. (2012) para o estudo da governança da adaptação à mudança climática de grandes Bacias Hidrográficas, ou seja de sistemas sócioecológicos complexos, localizadas na Holanda, Austrália e África do Sul.

Huntjens et al. (2012) propõem princípios institucionais que favorecem a governança dentro de uma abordagem adaptativa, envolvendo a devolução dos direitos de gestão e partilha de poder que promove a participação comum (FOLKE et al., 2005).

Huntjens (2011) e Huntjens et al. (2012) apontam potenciais usos de seus princípios para a prática, servindo como diagnóstico, ao invés de um modelo para reforma institucional, pois, soluções específicas são, quase sempre, muito dependentes do contexto da investigação. Também úteis para explorar novas estratégias e refinar as já existentes, com foco na governança e como suas decisões são alcançadas, não apenas seu contexto técnico. Aponta como suporte de superação

às negligencias frequentes na relação de poder e de interesse no desenvolvimento de políticas de adaptação. Conclui-se que um forte quadro inicial para a exploração de questões institucionais fundamentais na governança da adaptação às mudanças climáticas é apontado, exaltando a importância da estrutura de gestão e os processos em atuação a diferentes níveis.

Segundo Williams (2011, apud Silva, 2014), uma tomada de decisão adaptativa oferece uma oportunidade para aprender, não só sobre os processos ecológicos, mas também sobre o próprio processo de decisão.

4 METODOLOGIA

Considerou-se, para o desenvolvimento do presente trabalho, a análise de políticas que servem de base para a governança dos recursos hídricos, dada a participação das partes interessadas no processo decisório. De modo a conhecer a verdadeira conjuntura da vulnerabilidade do Semiárido paraibano, averiguou-se a implementação das diretrizes políticas e seus impactos diante da variabilidade climática.

A construção metodológica determinou-se com princípios básicos voltados à investigação da variabilidade climática como caminho para melhor compreender os desafios associados às mudanças do clima.

Caracterizam-se como base teórica: a estrutura para sistemas socioecológicos de Ostrom, analisando os atributos de uma composição de recursos, as unidades geradas por ela, seus usuários e a governança que interfere conjuntamente e são indiretamente afetados por interações e resultados alcançados em um momento e lugar. Esse arcabouço permite compreender como a gestão influencia sobre o âmbito social, a respeito da qualidade de vida, econômicas, em referência às atividades profissionais dependentes da água, como a irrigação e agricultura, políticas, com a caracterização de regulamentações e instrumentos de gerenciamento, e ambientais, no que diz respeito à conjuntura do recurso hídrico.

O princípio Limites Claramente Definidos em aliança também a abordagem de Huntjens, definindo “a integralidade das partes interessadas dos usuários de água no processo de adaptação e a clareza sobre quem tem direito de usar os recursos hídricos” (Huntjens et al. 2012, p. 70), foram considerados para adaptação à variabilidade e às mudanças climáticas.

A análise institucional da governança da água diante das diretrizes já expostas traz não somente o uso, mas também os limites do recurso e como foi realizada a exploração de reservas hídricas perante distribuição temporal.

O estudo baseia-se na atualização da análise prévia desenvolvida por Silva (2014) e uso de Silva et al. (2015), com a extensão da aplicação desses conceitos metodológicos para o período de 2012 e 2018, incorporando a escassez recente.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Os reservatórios existentes no estado da Paraíba são as principais fontes de água da região. Construídos, através do Governo Federal e Estadual, são utilizados no abastecimento das populações e rebanhos, irrigação, pesca e em algumas iniciativas de lazer e turismo regional. Sendo assim, qualquer problema em suas conjunturas ocasiona problemas de ordem social e econômica, fato este, evidenciado pelo baixo produto interno bruto (PIB) per capita equivalente ao do Estado, 42% da média brasileira, e por baixas condições da qualidade de vida. O índice de desenvolvimento humano (IDH) de 0,660 sugere desenvolvimento humano médio (VIEIRA; RIBEIRO, 2010).

A área de estudo compreende duas bacias hidrográficas, a Paraíba e a Piranhas (Figura 9). No último século, vários reservatórios foram construídos para lidar com as secas nessa região, sendo assim, quatro deles, de domínio federal, foram abordados: Curemas/Mãe D’Água, Engenheiro Ávidos, Logoa do Arroz e Epitácio Pessoa, sendo esse ultimo foco para extensão de análise a respeito de seu gerenciamento.

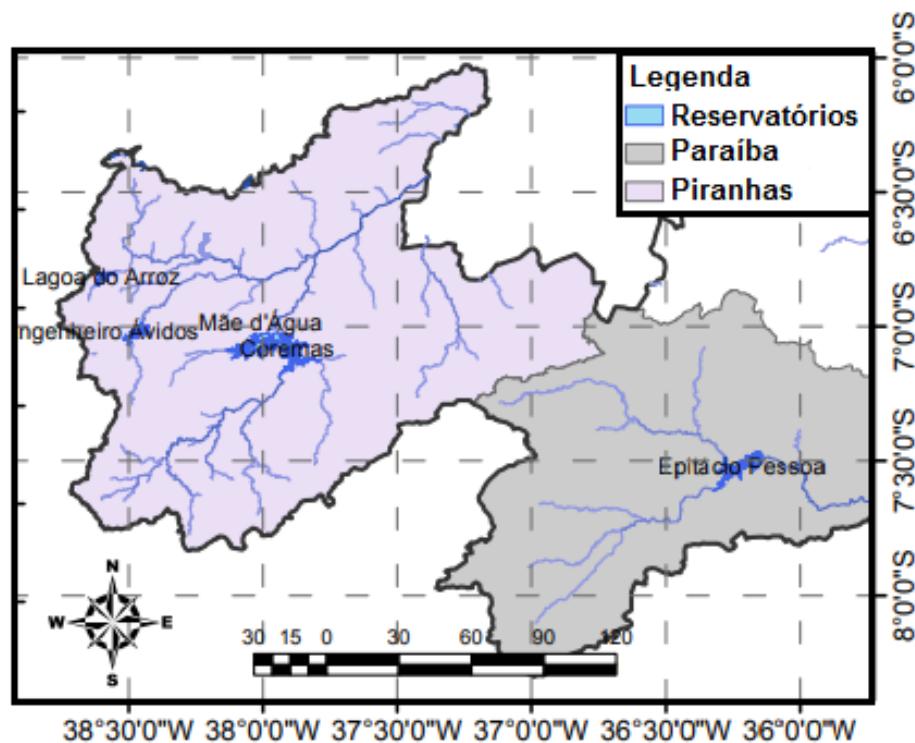


Figura 9 – Reservatórios abordados no estudo de caso.

Fonte: Adaptado de Silva et al., 2015.

O Sistema Curemas/Mãe D`Água é formado pela junção das águas dos açudes de mesmo nome, localizado no Município de Piancó. Segundo o Departamento Nacional de Obras contra as secas (DNOCS), esse conjunto justifica-se como obra regularizadora do rio Açu, indispensável ao estabelecimento das obras de irrigação no baixo vale, com capacidade total de 1.358.000.000 m³ (AES, 2018).

A barragem Engenheiro Ávidos, do Açude Piranhas, está localizada no município de Cajazeiras, assim como o reservatório Lagoa do Arroz, e apresentam 255.000.000 m³ e 80.220.750 m³ de capacidade de armazenamento, respectivamente (AES, 2018).

Principal componente de análise do presente trabalho, o Epitácio Pessoa foi construído por obras oriundas do DNOCS, entre os anos de 1951 e 1957, oferecendo uma capacidade máxima de acumulação de 535.680.000 m³. Também conhecido como Açude Boqueirão de Cabaceiras, nome do município em que se encontra, situa-se a oeste de João Pessoa e a cerca de 45 km da cidade de Campina Grande. Sua bacia de alimentação cobre uma área de 12.410 km², localizada na região semiárida da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, a mais seca do Brasil, caracterizada por chuvas concentradas em quatro meses do ano, alta variabilidade interanual, e elevadas taxas

de evaporação. Com o passar dos anos, identificou-se o assoreamento de sua bacia hidráulica, com uma perda de capacidade de armazenamento de 21,9%, encontrando-se, em 2004, com um volume de 418.088.514 m³ (PARAÍBA, 2004). Em 2018, a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESÁ) aponta uma capacidade de armazenamento de 411686287 m³ (AESÁ, 2018).

4.2 ETAPAS ANALÍTICAS

A análise institucional da governança hídrica para adaptação à variabilidade climática realiza-se por meio da abordagem da estrutura definida pela PNRH e como as determinações regulamentares são, de fato, efetivadas para sistemas sócioecológicos (Figura 10).

As etapas analíticas são apresentadas a seguir:

1. Identificação de variáveis e interações do SSE
2. Políticas e planos de recursos hídricos e seu sistema de gerenciamento
3. Diagnóstico Institucional da governança hídrica para adaptação à variabilidade climática
 - 3.1 Estudo da variação volumétrica nos reservatórios
 - 3.2 Análise da Gestão Hídrica do reservatório Epitácio Pessoa



Figura 10 – Metodologia Analítica
Fonte: Própria, 2018.

4.3 IDENTIFICAÇÃO DE VARIÁVEIS E INTERAÇÕES DO SSE

A governança das águas é determinada pela sua dominialidade, estabelecida em Constituição Federal, orientando o gerenciamento pelas políticas de recursos hídricos.

Como primeiro fundamento, a Lei 9.433 de 1997 define a água como um bem de domínio público. De acordo com a Constituição, são bens da União qualquer corpo hídrico em seu território de domínio, que banhem mais de um Estado, que se estendam a outros países, seus terrenos marginais e as praias fluviais. De posse estadual referenciam-se as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, as decorrentes de obras da União.

Para esclarecer essa compreensão, caracteriza-se a composição da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba em referência o reservatório Epitácio Pessoa (Silva, 2014):

I. Sistema de recurso e governança - A bacia hidrográfica do Rio Paraíba, apenas com rios de domínio estadual, é estadual.

II. Unidade de recurso e governança – O reservatório Epitácio Pessoa, oriundo de obras realizadas sob o mandato da União, é de domínio federal.

De modo geral, para Bacias de cursos d'água com área maior a 1.000 km², apresenta-se o panorama da extensão dos rios quanto seu domínio (Tabela 1).

Tabela 1 – Domínio e Extensão dos Rios

Domínio	Extensão dos Rios (2017)
Rios Federais	13.657
Rios Estaduais	101.435
* Bacias de cursos d'água com área > 1.000 km ² .	

Fonte: ANA, 2017.

O mapa temático para o estado da Paraíba a respeito do domínio dos corpos hídricos superficiais pode ser visto no Anexo A.

Como sistema de atribuições para a governança dos recursos hídricos, o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos (SINGREH), é composto, no que estabelece a PNRH, por atribuições deliberativas:

(1) Conselho Nacional de Recursos Hídricos, abrangendo o Ministério do Meio Ambiente, para formulação de políticas, a Secretaria de Recursos Hídricos e Ambientes Urbanos (SRHU), como apoio, e a Agência Nacional de Águas como gestora;

(2) Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de ação das Secretarias e do governo do estado;

(3) Comitês de Bacia Hidrográfica;

E para atribuições operacionais:

(4) Órgãos dos poderes públicos com competência a gestão dos recursos hídricos;

(5) Agências de água

Para a identificação de variáveis e interações do sistema sócioecológico, considerou-se o arcabouço de análise proposto por Ostrom e desenvolvido por Huntjens.

No Brasil, a governança como aparato conceitual que abarca uma nova concepção da água é implementada com a Política Nacional de Recursos Hídricos. Dada a complexidade nas relações entre as escalas local, regional e nacional, a bacia hidrográfica impõe uma nova integração entre a divisão administrativa do espaço e os espaços naturais geográficos. Desse modo, analisam-se questões do quanto a gestão tem influencia sobre o açude, bem como as interações, níveis de relação, para compreender seu sistema hídrico integrado.

4.4 POLÍTICAS E PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS E SEU SISTEMA DE GERENCIAMENTO

Com fundamental importância e de responsabilidade a manutenção e gerenciamento sustentável de bens comuns, aborda-se a estrutura institucional de Ostrom.

O princípio Institucional “limites claramente definidos” diz respeito à fixação inequívoca dos limites dos recursos comuns e dos direitos de uso e exploração sobre o mesmo, tratando-se de um critério substantivo. Conceitua-se de modo que os indivíduos ou famílias que têm o direito usufruto devem ser claramente definidos, assim como os limites do próprio meio, Ostrom (1990).

Huntjens et al. (2012) estenderam a abordagem antes trazida por Elinor Ostrom: “Clareza sobre os usuários de água interessados no processo de adaptação e sobre quem tem direito de uso dos recursos hídricos em caso de secas.”

Com base, assim como em Silva (2014), a Lei Federal nº 9.433 de Janeiro de 1997, que estabelece a PNRH e o SINGREH, e também a Lei Estadual nº 6.308 de Julho de 1996, referente aos recursos hídricos do Estado da Paraíba, exalta-se, como análise, a abordagem a três instrumentos de gerenciamento: Outorga, Fiscalização e Cobrança (Figura 11).



Figura 11 – Base Teórica e Instrumentos de Gerenciamento Analisados

Fonte: Adaptado de Silva, 2014.

Busca-se distinguir quem tem a competência para a aplicação dos instrumentos de gerenciamento das águas, bem como suas restrições regulamentares.

Foram alçadas e investigadas estratégias de adaptação adotadas para a convivência com ciclos de variabilidade climática, assim como os impactos dessas estratégias sobre o SSE do caso de estudo.

De modo geral, abordam-se as condições de operação de reservatórios, sobre que termos estão expressos esse dever e como é estabelecida o seu cumprimento.

Por meio de pesquisas bibliográficas, notícias, arquivos, dados e levantamentos dos Órgãos e Agências de recursos hídricos, procura-se relacionar novas medidas, ações e procedimentos de aplicação desses mecanismos, quais seus produtos e como isso interfere na conjuntura hídrica do Semiárido, bem como apontar o panorama normativo que os caracterizam e a prontidão evolutiva ao longo do tempo de suas implementações.

4.5 DIAGNÓSTICOS INSTITUCIONAIS DA GOVERNANÇA HÍDRICA PARA ADAPTAÇÃO À VARIABILIDADE CLIMÁTICA

Na abordagem desta análise, é essencial observar quais as condições em que surgem problemas, investigar fontes de influência na relação governança e recurso, tratando da estrutura política, sua dinâmica, funções e objetivos.

Diagnóstico leva a um planejamento e gestão capazes de contribuir para o aprimoramento institucional dentro dos requisitos de qualidade, baseado na análise dos documentos e na aplicação de seus instrumentos. Diante disto, o diagnóstico institucional da governança da água para o SSE, considerando a adaptação à variabilidade e mudança climática, foi realizado através das vertentes:

1. Estudo da variação volumétrica nos reservatórios
2. Análise da Gestão Hídrica do Reservatório Epitácio Pessoa
 - 2.1 Determinação das vazões de retirada
 - 2.2 Análise Documental e do gerenciamento do recurso hídrico

Ressalta-se que, para o presente trabalho, adequou-se essas diretrizes para o estudo de caso em questão. Dessa maneira, buscou-se identificar, nos documentos que regem as regras de gestão dos recursos hídricos do SSE avaliado, se e como os princípios de Ostrom (1990) e Huntjens et. al (2012) são apreciados. Inquiriu-se também, como, de fato, as normas são implantadas, realizando-se uma abordagem de experiências.

4.5.1 Estudo da variação volumétrica nos reservatórios

Analisou-se o recurso em referência a seus limites diante da disponibilidade da água, seu comportamento ao longo do tempo e como se deram suas variantes nos períodos da seca.

Em conhecimento a situação do Semiárido paraibano, para caracterizar a problemática que essa região enfrenta, observou-se a conjuntura dos reservatórios Curemas/Mãe D'Água, Engenheiro Ávidos, Lagoa do Arroz e o Epitácio Pessoa, desenvolvendo configurações do volume armazenado, obtidas por dados fornecidos pela AESA e ANA, em representação gráfica.

Na determinação analítica, abordam-se dados críticos evidenciados diante da variação volumétrica temporal para o período de 1997 até 2018, de modo à melhor compreender a nova crise hídrica constatada a partir de 2012.

4.5.2 Análise da Gestão Hídrica do Reservatório Epitácio Pessoa

Para melhor compreender os fatores analisados, especificamente, ao reservatório Epitácio Pessoa, busca-se também desenvolver uma percepção de sua conjuntura, visto foco de estudo, analisando sua série histórica, com abordagem enfática a recente crise hídrica constatada, averiguando fatores importantes diante desse evento, assim como identificar as medidas de racionamento.

Permite entender, inicialmente, como as ações de governança são oriundas da situação do recurso, apontando-se com cautela para os eventos extremos. Trata-se de analisar sua vulnerabilidade.

4.5.2.1 Determinação das Vazões de Retiradas

Objetivando-se especificamente o reservatório Epitácio Pessoa, foco do estudo, investigando o princípio institucional “Limites Claramente Definidos”, originalmente proposto por Ostrom (1990), em termos de adaptação à variabilidade climática, fez-se observações considerando as interações entre o sistema de governança e os usuários do reservatório, seguindo a implementação de normas emitidas pelas políticas de recursos hídricos. Analisaram-se as descargas de

referência disponíveis pela AESA para o reservatório estabelecidas no PERH, em 2006, que define os limites de retirada, de modo que a soma de todas as licenças de água não devem exceder seus valores para evitar a superexploração. Compararam-se as descargas de referência do Epitácio Pessoa às extraídas observadas o período de seca recente, por meio do balanço hídrico do reservatório, considerando a variação temporal, a evaporação e a vazão tida como norma estabelecida pelo Plano Estadual de Águas e a na Nota Técnica Nº 08/2009/GEREG/SOF-ANA.

Para calcular as retiradas de água ($V_{retirado}$), utilizou-se a Equação 1.

$$V_{retirado} = \Delta V - V_{evaporado} \quad \text{Equação 1}$$

Sendo:

$V_{retirado}$ - Volume retirado ao mês [m^3];

ΔV - Variação do volume do reservatório entre dois meses consecutivos na época seca (sem afluência) [m^3];

$V_{evaporado}$ - Volume Evaporado [m^3]

Conhecidos os volumes mensais por dados obtidos no portal da AESA, pode-se alcançar a variação do volume.

As estimativas de evaporação independentemente do regime climático da região, normalmente têm sido feitas utilizando-se os dados do tanque evaporimétrico classe A, instrumento de medição desenvolvido nos Estados Unidos. Em função de sua constituição de metal comumente usada, dimensão e forma de exposição, não representa a realidade das condições naturais do ambiente, logo, não pode proporcionar estimativa precisa de evaporação. O coeficiente real para uma região semiárida não necessariamente é o mesmo para locais com diferentes características climáticas, em termos de incidência de radiação, condições de umidade do ar, ação do vento e temperatura do ar, entre outras características associadas ao microclima.

Desse modo, utilizou-se os dados oriundos da estimativa e análise do uso do coeficiente (K_p) do tanque “Classe A” para Regiões do Cariri e Sertão da Paraíba (GALVÃO et al., 2005).

Os resultados dessa estimativa indicaram que a evaporação medida no tanque Classe A ao multiplicar-se por 0,70 (valor padrão) subestima a evaporação real. Para determiná-la, faz-se uso, no presente trabalho, dos valores de evaporação mensais do Epitácio Pessoa (AESÁ) e adota-se os coeficientes procedentes do estudo de Galvão et al. (2005) (Tabela 2).

Tabela 2 – Coeficientes para determinação da evaporação real
Boqueirão

Mês	K_p
Jan	0,98
Fev	0,95
Mar	0,97
Abr	0,99
Mai	0,99
Jun	0,99
Jul	0,97
Ago	1,00
Set	0,95
Out	0,96
Nov	0,98
Dez	0,97

Fonte: GALVÃO et al, 2005.

Através da Curva Cota x Área x Volume para o reservatório Epitácio Pessoa (Anexo B), o volume evaporado ($V_{evaporado}$) é tido por meio da Equação 2.

$$V_{evaporado} = \text{Área} \times E \quad \text{Equação 2}$$

Em que:

Área – Área do espelho de água determinada através da Curva Cota x Área x Volume [m²] (Anexo B);

E – Evaporação real (Evaporação Mensal x K_p) [m]

Conhecidos a variação do volume e o evaporado, indica-se o volume retirado ($V_{retirado}$), convertendo-o para m³/s, que consiste na divisão do valor pelo produto do número de dias no mês, 30, e segundos ao dia, 86400, determinando-se a vazão extraída ($Q_{retirada}$).

4.5.2.2 Análise Documental e do gerenciamento do recurso hídrico

Partindo-se de uma análise documental, como decretos, portarias e resoluções, investigou-se a efetividade prática dos dispositivos. Considerando impactos sobre os usuários de água e a disponibilidade dos recursos hídricos, a análise considera o ano de 1997, quando surge a nova política de água do Brasil, e o período de 2012 a 2018, tempo marcado pela escassez crítica de água. Apresenta-se, detalhadamente, a análise para o caso do reservatório Epitácio Pessoa.

Por meio de pesquisas bibliográficas, dissertações, trabalhos acadêmicos, fóruns, notícias e, especialmente, as atas das reuniões de comitês do sistema de gerenciamento de recursos hídricos (CBH-PB), obteve-se embasamento informativo e para discussões a respeito dos momentos de variabilidade climática. Alcançaram-se esclarecimentos quanto ao comportamento da gestão dos recursos hídricos referentes à escassez. Ponderou-se suas influências, intervenções, ações, e se, de fato, foram estabelecidos os planos e a efetividade das regras políticas. Experiências foram analisadas, assim como conflitos e possíveis falhas dos sistemas de gerenciamento.

Para este item metodológico, buscou-se obter como resposta o desenvolvimento e explicitação de ações da gestão considerando a adaptação à variabilidade climática e sua consequente influência sobre o recurso natural.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisou-se as variáveis e as interações do SSE, a estrutura organizacional da governança, as políticas, planos e seu sistema de gerenciamento quanto aos instrumentos de outorga e fiscalização, e promoveu-se um diagnóstico institucional, abordando a situação de disponibilidade da água, documentações e a gestão dos recursos hídricos.

Percebe-se que, quinze anos após o surgimento da Política Nacional de Recursos Hídricos, com o sistema estabelecido e planos elaborados, ainda assim, uma nova crise foi iniciada em 2012.

Desse modo, através dos princípios de Ostrom (1990) e Huntjens et al. (2012), e da atualização metodológica, alguns aspectos institucionais relevantes da governança da água do SSE para reservatórios de água, considerando suas dinâmicas temporais e espaciais, são analisados.

5.1 IDENTIFICAÇÃO DE VARIÁVEIS E INTERAÇÕES DO SSE

No processo de identificação das variáveis e interações do SSE, entende-se sua composição determinada por intercâmbios de instrumentos sociais em influência aos recursos naturais. Exaltam-se, aqui, relações características dessa configuração para recursos hídricos, considerando a variabilidade climática, apontadas pela Figura 12 e explicitada na sequência.

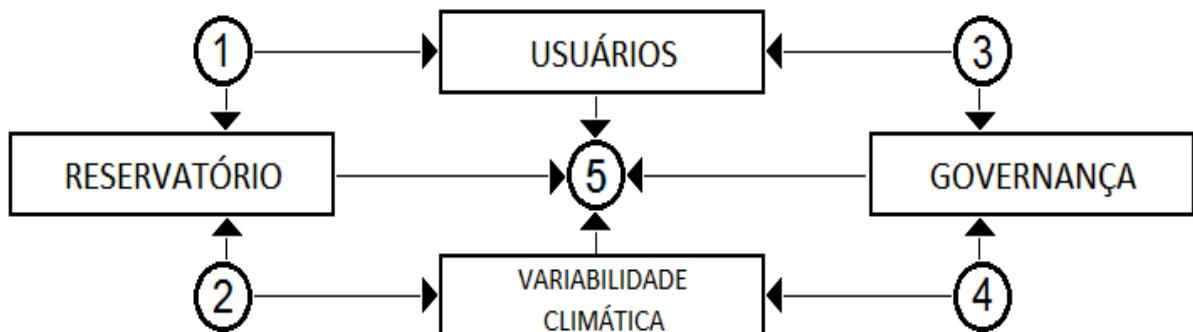


Figura 12 – Interações do SSE.

Fonte: Própria, 2018.

Diante do diagrama exposto, indicam-se as relações:

1. Interações reservatório e usuários: histórico de uso de águas pelos seus usuários influí no volume do reservatório;
2. Interações variabilidade climática e reservatório: a variação do clima modifica as condições naturais do ambiente, alterando o volume do reservatório;
3. Interações governança e usuários: aplicações de políticas que regem o uso da água;
4. Interações variabilidade climática e governanças: instrumentos de gerenciamento voltados à variação das condições naturais, relação base para a governança adaptativa;
5. Composição SSE: interação entre configurações sociais, econômicas e ambientais, conduzidas por uma política regulamentar, voltados para os impactos adversos da variação no clima e o aumento da demanda hídrica do reservatório, pelos usuários, considerando a disponibilidade de água.

5.2 POLÍTICAS E PLANOS DE RECURSOS HÍDRICOS E SEU SISTEMA DE GERENCIAMENTO

Apresenta-se uma síntese da análise do sistema de gerenciamento para o SSE de estudo (Tabela 3).

Tabela 3 – Síntese da análise do Sistema de Gerenciamento

Abordagem	Instrumentos Analisados	Experiências Passadas
Princípio		
Institucional “Limites	Outorga	Crises de água em
Claramente	Fiscalização	reservatórios, impactos
Definidos”	Cobrança	diversos sobre os usuários

Fonte: Adaptado de Silva, 2014.

De tal modo, analisam-se os instrumentos da política nacional de recursos hídricos.

5.2.1 Outorga

Segundo a lei nº 9.433/1997, a ANA é a instituição responsável pela análise técnica para a emissão da outorga de direito de uso da água em corpos hídricos de domínio da União. Em corpos hídricos de domínio dos Estados e do Distrito Federal, a solicitação de outorga deve ser feita junto ao órgão gestor estadual de recursos hídricos.

Especifica-se sobre os atos administrativos de outorga de direito de uso da água com cursos que banhem o Semiárido nordestino, por meio de restrições oriundas dos incisos III e V do art. 15 da Lei nº 9.433, de 1997 (Silva, 2014):

III. Necessidade premente de água para atender a situações de calamidade, inclusive decorrentes de condições climáticas adversas;

V. Necessidade de se atender a usos prioritários de interesse coletivo, para os quais não se disponha fontes alternativas.

Exalta-se a importância de considerar e tratar conflitos, fundamentos esses de gestão que são efetuados através dos Comitês de Bacias Hidrográficas, do Conselho Nacional e Estadual de Recursos hídricos, das Agências de Água, e dos Planos de Recursos Hídricos Nacional, Estadual e de Bacia.

É de reconhecimento, desta análise, sobre quem tem o controle sobre o uso da água. Entretanto, as políticas definem que o direito de uso poderá ser revogado em períodos de escassez, ou ainda restrito a demandas prioritárias, para consumo humano e animal. Embora isso ocorra, não é deliberado mecanismos para reduzir impactos sobre as águas. Sendo assim, a identificação de incertezas e conflitos produzidos por medidas de gestão é uma lacuna para a governança.

De modo a quantificar o instrumento de gerenciamento Outorga, aponta-se o número de Outorgas no Brasil, de acordo com o Relatório de Conjuntura de Recursos Hídricos (2017) (Tabela 4).

Tabela 4 – Número de outorgas por Domínio de Rio

Domínio	Nº de Outorgas (2017)
Rios Federais	13.657
Rios Estaduais	101.435

Fonte: ANA, 2017.

5.2.2 Fiscalização

A ANA também compete definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios de águas federais por agentes públicos e privados, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos das respectivas bacias hidrográficas, segundo a Lei 9.984, 2000. Deve apoiar o estabelecimento de regras especiais, subsidiar ações necessárias ao atendimento dos padrões de segurança hídrica e realizar campanhas de cadastro e de regularização de usos de recursos hídricos (ANA).

Para cumprir os instrumentos estabelecidos na Lei das Águas (nº 9.433/1997), e garantir o uso múltiplo das águas, para consumo humano, irrigação, indústria e outros, diminuir conflitos pela utilização deste recurso, sobre tudo em bacias e regiões em estados críticos, é de extrema importância a fiscalização dos recursos hídricos.

A ANA verifica, então, a inquirição de termos e condições previstas nos regulamentos e nas outorgas concedidas pela Agência. Além de definir critérios a serem considerados para a obrigatoriedade de monitoramento, e atuação de usuários irregulares, necessário para garantir disponibilidade de água para os diferentes usos.

Ações de fiscalização do uso de recursos hídricos, bem como o estabelecimento dos procedimentos para apuração de infrações e a aplicação de penalidades, constam na Resolução nº 662, de 29 de novembro de 2010.

São infrações às normas de utilização de recursos hídricos, previstas no art. 49 da lei nº 9.433/97:

- I - derivar ou utilizar recursos hídricos para qualquer finalidade, sem a respectiva outorga de direito de uso;

- II - iniciar a implantação ou implantar empreendimento relacionado com a derivação ou a utilização de recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos, que implique alterações no regime, quantidade ou qualidade dos mesmos, sem autorização dos órgãos ou entidades competentes;
- III - (VETADO)
- IV - utilizar-se dos recursos hídricos ou executar obras ou serviços relacionados com os mesmos em desacordo com as condições estabelecidas na outorga;
- V - perfurar poços para extração de água subterrânea ou operá-los sem a devida autorização;
- VI - fraudar as medições dos volumes de água utilizados ou declarar valores diferentes dos medidos;
- VII - infringir normas estabelecidas no regulamento desta Lei e nos regulamentos administrativos, compreendendo instruções e procedimentos fixados pelos órgãos ou entidades competentes;
- VIII - obstar ou dificultar a ação fiscalizadora das autoridades competentes no exercício de suas funções. (PNRH, 1997)

Com o objetivo de nortear os procedimentos e estabelecer as condições a serem observadas na fiscalização dos recursos hídricos, o Governo da Paraíba, a Secretaria de Estado de Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia – SERHMACT e a AESA lançam, em 2014, o Manual de Fiscalização do uso de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba. Para eles, o documento representa a consolidação de estudos anteriores nos aspectos voltados para legislação, e principalmente para as regras e procedimentos administrativos que servem de base para as atividades de fiscalização.

Nesse prontuário, criaram-se instrumentos de fiscalização, que possibilitam a aplicação de penalidades e contribuem na educação e na disciplina dos paraibanos, são eles: Relatório de Vistoria; Auto de ConstatAÇÃO; Auto de Intimação; Termo de Compromisso; Auto de Infração com a Penalidade de Advertência; Auto de Infração com Penalidade de Multa; Termo de Apreensão; Termo de Embargo Provisório; Termo de Embargo Definitivo (AESa, 2014)

Cabe à AESA, a ação fiscalizadora, criada pela Lei 7.779/05:

[...] dentre as suas atribuições, a de fiscalizar, com poder de polícia, a construção e as condições operacionais de poços, barragens e outras obras de aproveitamento hídrico, os usos de recursos hídricos superficiais e subterrâneos e da infraestrutura hídrica pública nos corpos de água de domínio estadual e, mediante delegação expressa, nos de domínio da União que ocorrem em território paraibano. (AESa, 2005).

Em 2016, considerando a Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba e o agravamento da crise hídrica, intensificou-se a fiscalização, com a apreensão de equipamentos utilizados irregularmente para captação de água e irrigação, retirada de barramentos e fechamento de canais irregulares que desviavam água dos trechos perenizados. Como resultado da fiscalização, o Relatório de Conjuntura de Recursos Hídricos relata que foi possível manter o abastecimento de água das cidades da Paraíba e do Rio Grande do Norte, bem como de comunidades localizadas ao longo do rio, assegurando água também para a dessedentação animal, com um beneficiamento direto a cerca de 400 mil pessoas (ANA, 2017).

De acordo com o noticiário da AESA, publicação de maio de 2017, intensificou-se as fiscalizações de rios e açudes com o auxílio de mais dois veículos aéreos não tripulados, os drones, equipados com câmeras de alta resolução para inspecionar locais de difícil acesso, ampliando a área de monitoramento para coibir retiradas irregulares, cobrindo uma distância média de seis quilômetros a partir do local de decolagem e com tempo médio de operação para cada bateria de 25 minutos (ANA, 2017).

Em Novembro de 2017, a ANA divulgou o estudo intitulado como Reservatórios do Semiárido Brasileiro: Hidrologia, Balanço Hídrico e Operação (ANA, 2017), em que se analisou a situação de 204 reservatórios com capacidade total de armazenamento de mais de 31 mil hm³, representando mais de 80% do total da região, indicando 85 com condições para atender a novas demandas, enquanto 119 apresentaram o limite de suas capacidades de armazenamento.

A seleção foi determinada sobre as maiores fontes hídrica do Semiárido brasileiro, especialmente os grandes reservatórios monitorados pela ANA, também incluídos aqueles com influência direta do Projeto de Integração do Rio São Francisco, das Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF).

Considerando a segurança das barragens das reservas hídricas, para evitar arrombamentos, outro aspecto de relevância para a fiscalização faz-se referência a inspeção particular das estruturas físicas, a Lei nº 12.334/2010 estabelece a Política

Nacional de Segurança de Barragens (PNSB), que distribui a competência conforme o uso, sem prejuízo das ações fiscalizatórias dos órgãos ambientais (Tabela 5).

Tabela 5 – Competência de fiscalização para barragens

USO	INSTITUIÇÃO FISCALIZADORA
Acumulação de água	A mesma que outorgou o direito de uso dos recursos hídricos
Hidroeletricidade	A mesma que concedeu ou autorizou o uso do potencial hidráulico
Disposição final ou temporária de rejeitos minerais	A mesma que outorgou os direitos minerários
Disposição de resíduos industriais	A mesma que forneceu a licença ambiental de instalação e operação

Fonte: ANA

A PNSB define a ANA como instituição responsável por fiscalizar a segurança de barragens de acumulação de água localizadas em rios de domínio da União para as quais emitiu outorga, com exceção daquelas utilizadas para a geração de energia elétrica.

Além disso, são atribuições da ANA organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), assim como promover a articulação entre os órgãos fiscalizadores de barragens e coordenar a elaboração do Relatório de Segurança de Barragens.

Como medida, em 2017, a ANA emite a Resolução ANA nº 236/2017, estabelecendo a periodicidade, qualificação técnica e conteúdo do Plano de Segurança da Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial, da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência aplicada aos empreendedores de barragens.

Apontado anteriormente, está exposto que a ANA é responsável por emitir e julgar o direito de outorga do uso das águas. Entretanto, sua primeira fiscalização só ocorreu no ano de 2013.

Galvão et al. (2001) apresentam como causa para a primeira crise do reservatório Epitácio Pessoa a gestão inadequada de seus recursos hídricos, como a retirada de água maior do que a disponibilidade. Entretanto, quinze anos depois, para o caso de estudo, existe o agravante do Órgão Gestor Federal não aplicar efetivamente o que é regulamentado pela política e planos de recursos hídricos já estabelecidos, evidenciando a negligência da governança institucional para a adaptação à variabilidade climática.

É verdade que com o passar dos anos, diante da nova crise hídrica, novas ações e medidas de fiscalização foram tomadas, porém, muito em respeito da necessidade.

Destaca-se que o Relatório de Conjuntura de Recursos Hídricos tem sido a principal referência na estruturação e divulgação das informações do SNIRH, por meio dos sistemas de planejamento e gestão de recursos hídricos, concebido como apoio a para a avaliação da implementação da PNRH. Em contrapartida, é de impressionar os resultados apontados pelo estudo “Reservatórios do Semiárido Brasileiro: Hidrologia, Balanço Hídrico e Operação”, em que a maioria das reservas hídricas apresentou-se no limite de suas capacidades de armazenamento, sendo ainda, um cenário pós melhorias de fiscalização e monitoramento.

Como outro aspecto negativo indica-se o surgimento da PNSB apenas em 2010, que a exemplo do reservatório Epitácio Pessoa, com obras finalizadas em 1957, depara-se com 53 anos de ausência de uma regulamentação para a segurança de barragens de acumulação de água. Segundo o DNOCS, a barragem Engenheiro Ávidos sofreu, após sua construção, alguns recalques e movimentos que provocaram a abertura de juntas, que se acentuaram depois da cheia ocorrida em 1963, a qual provocou uma sangria com uma lâmina máxima d'água de 0,30 m. Questões essas, que exaltam ainda mais a elaboração tardia da PNSB.

É de reconhecimento do presente trabalho as melhorias apresentadas, entretanto, ressalta-se o caráter reativo, dada a escassez já instalada, e a aplicação efetiva e contínua de mecanismos de fiscalização.

5.2.3 Cobrança

Não se trata de uma tarifa, multa ou impostos cobrados pelas distribuidoras de água, mas sim uma remuneração pelo uso do bem comum.

Segundo a ANA, “Todos e quaisquer usuários que captem, lancem efluentes ou realizem usos não consultivos diretamente em corpos de água necessitam cumprir com o valor estabelecido.”

Diante da participação dos usuários, da sociedade civil e do poder público, sob a jurisdição dos CBHs o valor da cobrança é escolhido, considerando quem tem usufruto sobre a água e a polui, com a parametrização dos valores de acordo com a magnitude da exploração.

O objetivo principal é apontar o valor econômico da água, enquanto simultaneamente estimula seu uso racional e preserva sua qualidade.

À ANA compete arrecadar e repassar os valores das cobranças, dos recursos hídricos de domínio da União, à Agência de Água da Bacia ou à entidade encarregada dessas funções, que integram o SINGREH.

De tal modo, pesquisou-se a evolução dos principais processos normativos a respeito do instrumento de gerenciamento da cobrança, no âmbito Nacional, constatando-se:

- Resolução CNRH nº 048, de 21 de março de 2005 - Primeiro ato que, de fato, aborda a questão de maneira clara. Estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos Recursos Hídricos, compatibilizando-a e integrando-a com os demais instrumentos de política de recursos hídricos. Cobrados os usos de recursos hídricos sujeitos a outorga, conforme legislação pertinente, efetuada pelo órgão gestor de recursos hídricos, e quando por incumbência destes, pela Agência de Bacia Hidrográfica ou entidade delegatária. Apontados aspectos relativos para a determinação de valores.

- Resolução ANA nº 308, de 06 de agosto de 2007 – Aprovados os procedimentos para arrecadação das receitas oriundas da cobrança pelo uso de recursos hídricos em corpos d’água de domínio da União. A arrecadação das receitas

realizadas junto aos usuários cadastrados no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH, nas bacias hidrográficas em que a implementação da Cobrança tiver sido aprovada pelo CNRH, com a cobrança de periodicidade anual baseados nas informações de uso, ressaltando condições de pagamentos e multas para os devedores.

- Resolução CNRH nº 192, de 19 de dezembro de 2017 – Estabelece o procedimento para atualização dos preços públicos unitários cobrados pelo uso de recursos hídricos de domínio da União, de que trata a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.
- Resolução ANA nº 20, de 12 de março de 2018 - Publicidade a variação ao IPCA/IBGE e informa o PPU para 2018.

Para o Estado, aborda-se:

- Análise da Lei Estadual nº 8.446/07, tida como um marco, atribuindo a cobrança à AESA, a destacar:

[...] § 3º Os CBHs poderão propor ao CERH mecanismos de incentivo e redução do valor a ser cobrado pelo uso de recursos hídricos, em razão de investimentos voluntários para ações de melhoria da qualidade e da quantidade da água e do regime fluvial, as quais resultem em sustentabilidade ambiental da bacia e tenham sido aprovados pelo respectivo Comitê.

§ 4º Os valores da cobrança pelo uso de recursos hídricos originários de bacias hidrográficas localizadas em outros Estados, transferidos através de obras implantadas pela União, serão estabelecidos pela AESA, em articulação com o órgão federal competente, assegurada a participação do CERH e dos CBHs beneficiárias na discussão da proposta de cobrança. [...]

[...] Art. 26. Os valores arrecadados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos serão obrigatoriamente depositados no Fundo Estadual de Recursos Hídricos e aplicados prioritariamente na bacia hidrográfica em que foram gerados.

Considerando atos sobre o reservatório Epitácio Pessoa, de influência o CBH-PB, tem-se:

- Deliberação CBH-PB nº 01/2008 - Implementação da cobrança pelo uso da água bruta na bacia hidrográfica do Rio Paraíba, determinando critérios e valores (Figura 13).



O MODELO DE COBRANÇA PROPOSTO

VALORES A SEREM COBRADOS

Setor	Preços unitários
Irrigação e outros usos agropecuários	R\$ 0,003/m ³ , no 1º ano de aplicação R\$ 0,004/m ³ , no 2º ano de aplicação R\$ 0,005/m ³ , no 3º ano de aplicação
Piscicultura intensiva e carcinicultura	R\$ 0,005/m ³
Abastecimento público	R\$ 0,012/m ³
Comércio	R\$ 0,012/m ³
Lançamento de esgotos e demais efluentes	R\$ 0,012/m ³
Indústria	R\$ 0,015/m ³
Agroindústria	R\$ 0,005/m ³

Figura 13 – Modelo de Cobrança Proposto pela Deliberação CBH- PB nº 01/2008.

Fonte: AESA, 2011.

O histórico, apontado pela AESA, em sequência, é determinado pela Tabela 6.

Tabela 6 – Histórico para Implementação e Execução de Cobranças

Data	Etapa
Junho/09	17ª Reunião do CERH – Apresentação do Trabalho da Relatoria Apreciar e votar o parecer do relator relativo às minutas de decreto e de resolução sobre cobrança pelo uso da água bruta
Junho/09	Aprovação por parte do CERH: Resolução do CERH que estabelece critérios e valores para cobrança de água bruta no Estado Minuta de Decreto que trata da cobrança pelo uso da água bruta na Paraíba Encaminhamento da resolução aprovada, juntamente com minuta de Decreto, ao Governo do Estado para apreciação
Junho/11	Alteração CERH: Resolução do CERH que estabelece critérios e valores para cobrança de água bruta no Estado (provisória → por três anos) Minuta de Decreto que trata da cobrança pelo uso da água bruta na Paraíba Encaminhamento da resolução aprovada, juntamente com minuta de Decreto, ao Governo do Estado para apreciação
????	Assinatura do Decreto pelo Governador

Fonte: AESA, 2011.

Ressalta-se que a fim de identificar, no portal AESA, novas deliberações ou resoluções indicativas a respeito da atualização da cobrança, constatou-se apenas deliberações que acometem à formação de comissões eleitorais. Sendo assim, pode-se indicar como um erro quanto a esclarecimentos ou exposição de seus instrumentos.

Entretanto, o Governo da Paraíba explanou, em 30 de janeiro de 2015, na sua página da internet, que a AESA preparar-se-ia para implantar, naquele ano, a cobrança pelo uso da água bruta, evidenciada pela declaração do então Secretário dos Recursos Hídricos, Infraestrutura, Ciência e Tecnologia, João Azevedo: “A legislação foi discutida com os membros dos comitês das bacias hidrográficas do Rio Paraíba, do Litoral Norte e do Litoral Sul. Depois, ela foi avaliada pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos e só depois decretada pelo governador” (GOVERNO DA PARAÍBA, 2015).

Nessa discussão, mantiveram-se os valores expostos pela Figura 13, acrescentando, para os usuários localizados na bacia do Rio Paraíba, bacia do Litoral Norte e onde não existem comitês a cobrança vai ser implantada para quem consome acima de 350 mil metros cúbicos por ano.

Considerando o histórico apresentado (Tabela 6) e a publicação do Governo da Paraíba, interpreta-se, para o estudo realizado, que a partir do encaminhamento da resolução aprovada, juntamente com a minuta do Decreto, em Junho de 2011, até 2015, quando se discutiu a legislação, a aplicação não foi realizada.

Aliada a essa interpretação está a determinação dos valores arrecadados pelo uso de recursos Hídricos nas Bacias Hidrográficas da Paraíba, oriundos do plano de aplicação do fundo estadual de recursos hídricos, em que, consta-se apenas a partir do ano de 2015. Essa indicação está exposta no Anexo C.

De acordo com o plano de aplicação do fundo estadual de recursos hídricos, em julho de 2015 a AESA implementou a Cobrança pelo Uso da Água Bruta, em atendimento a Política Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba, que foi regulamentada pelo Decreto Estadual 33.613, de 14 de dezembro de 2012.

As cobranças pelo uso dos recursos hídricos, quando existem, estão estabelecidas com valores muito baixos e falham no incentivo à mudança comportamental ou no financiamento significativo de apoio à política. Transparência na cobrança e no uso das receitas é um desafio e a fiscalização é falha em muitos casos.

Diferentes instrumentos, incluindo a cobrança, podem ser de grande contribuição para a segurança hídrica e a sustentabilidade. A má gestão e o fraco controle se juntam ao desafio da escassez natural. As mudanças climáticas estão alterando as condições hidrológicas, aumentando incertezas e a freqüência de eventos extremos. É preciso a efetiva aplicabilidade dos instrumentos de gerenciamento e mudanças estruturadas para aumentar a resiliência considerando uma visão de longo prazo.

5.3 DIAGNÓSTICOS INSTITUCIONAIS DA GOVERNANÇA HÍDRICA PARA ADAPTAÇÃO À VARIABILIDADE CLIMÁTICA

5.3.1 Estudo da variação volumétrica nos reservatórios

Para melhor compreender a conjuntura do Semiárido do estado da Paraíba, buscou caracterizar, de maneira geral, o panorama e a situação que os reservatórios de recursos hídricos enfrentam.

Para isso, desenvolveram-se configurações do volume armazenado para os reservatórios Curemas/Mãe D'Água (Figura 14), Engenheiro Ávidos (Figura 15), Lagoa do Arroz (Figura 16) e Epitácio Pessoa (Figura 17), para o período do caso de estudo, de 1997 até 2018.

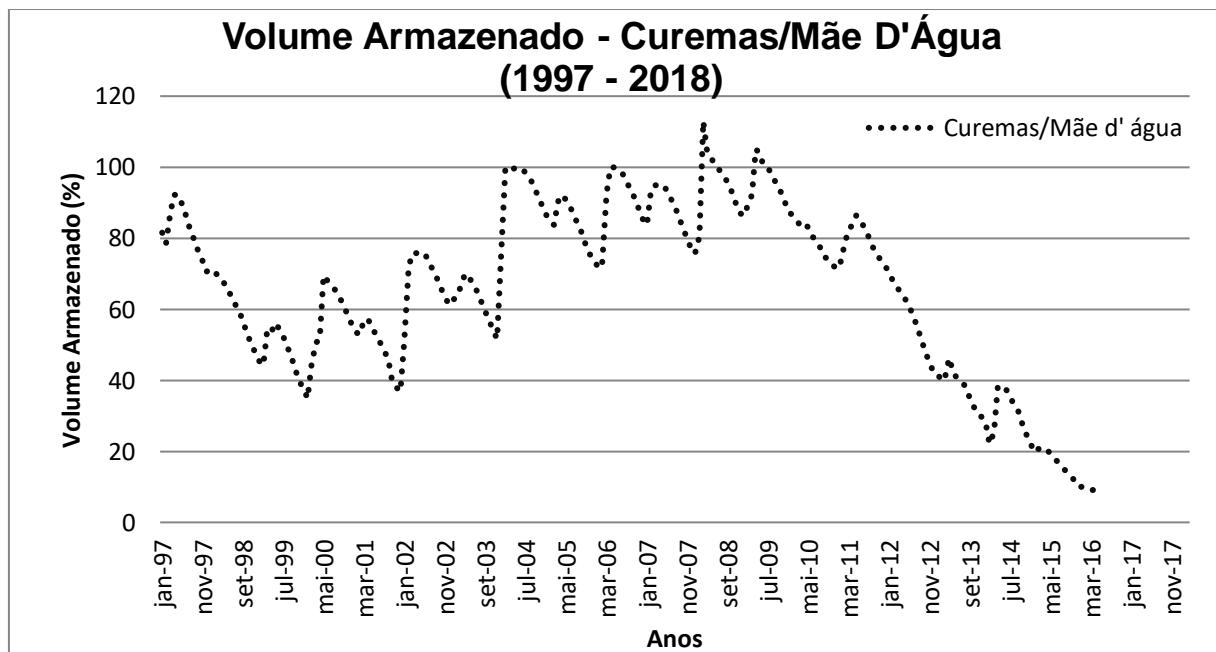


Figura 14 – Série Histórica do volume armazenado Reservatório Curemas/Mãe D'Água
Fonte: Própria, 2018.

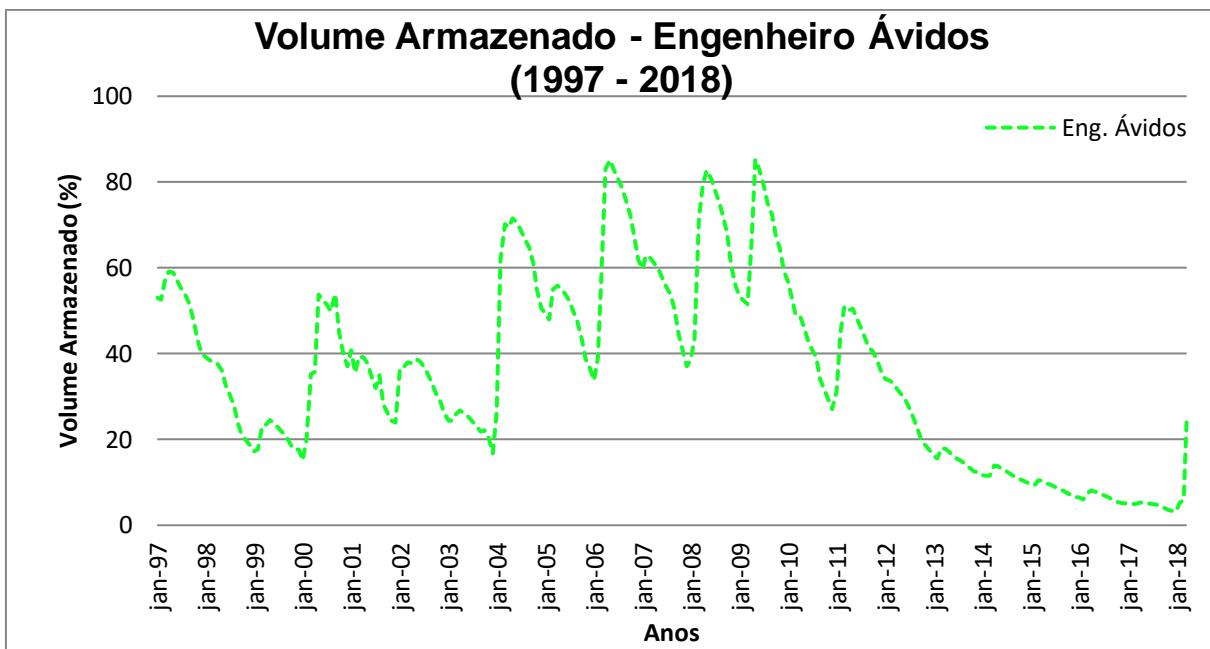


Figura 15 – Série Histórica do volume armazenado Reservatório Engenheiro Ávidos
Fonte: Própria, 2018.

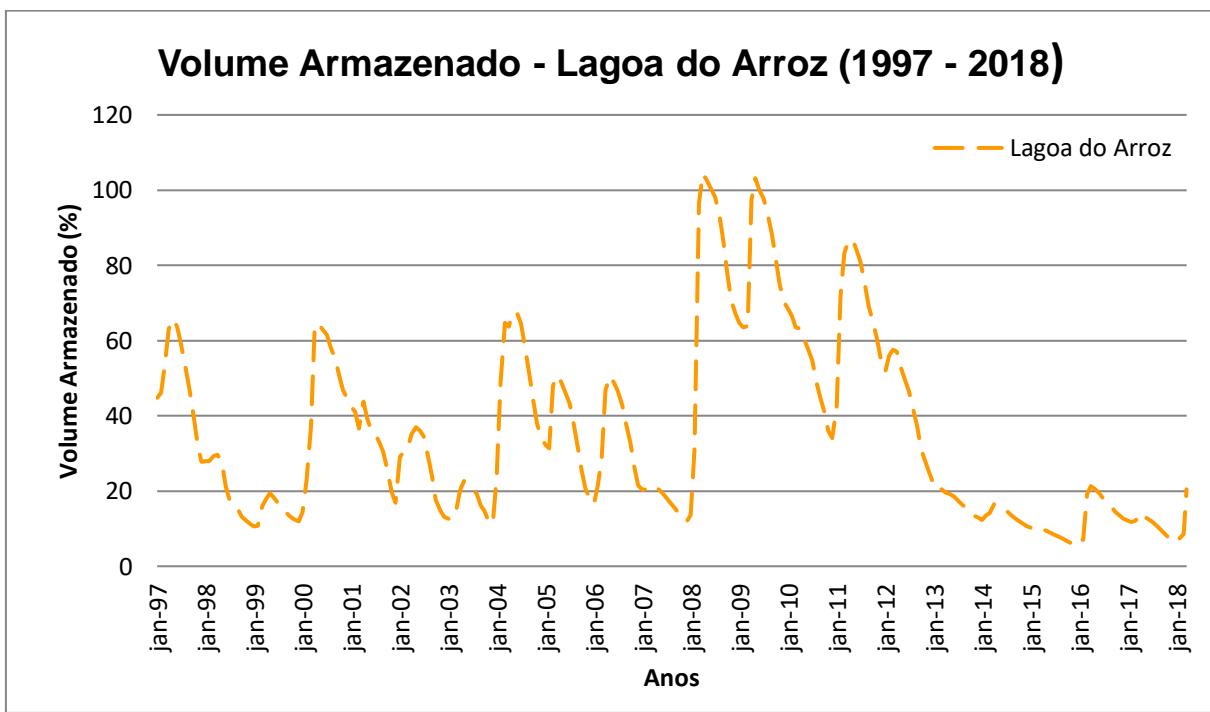


Figura 16 – Série Histórica do volume armazenado Reservatório Lagoa do Arroz
Fonte: Própria, 2018.

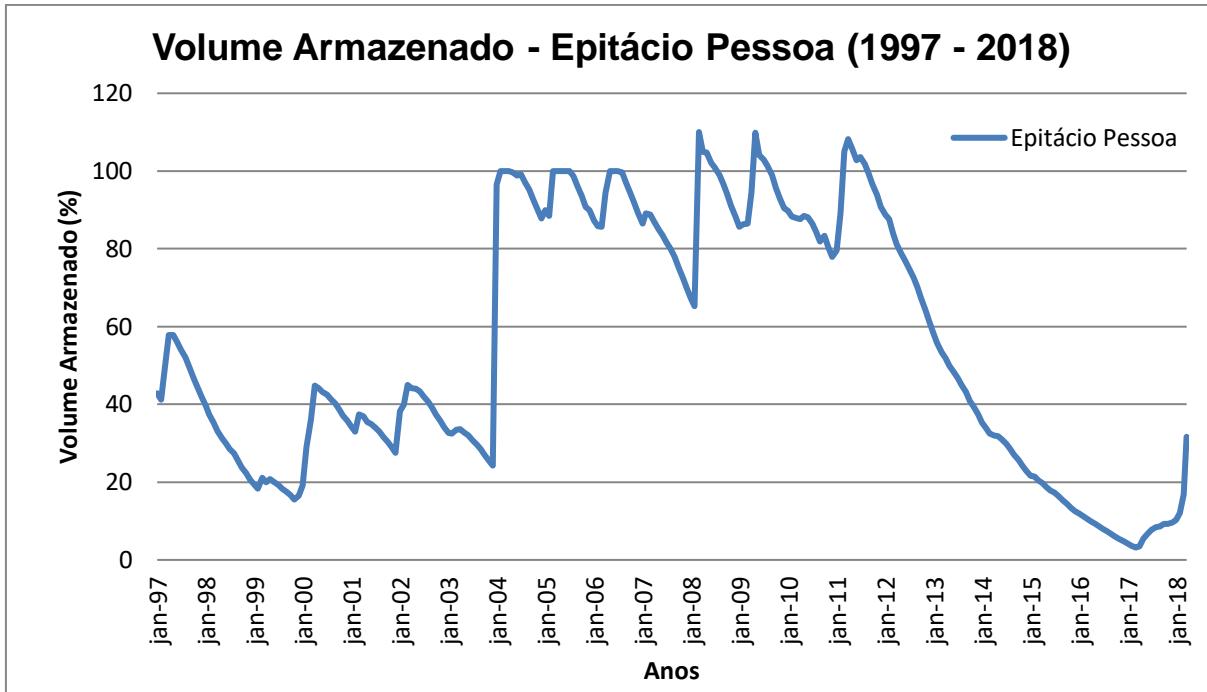


Figura 17 – Série Histórica do volume armazenado Reservatório Epitácio Pessoa

Fonte: Própria, 2018.

Abrangendo-se ao cenário completo no âmbito desses quatro reservatórios, considerando a análise integrada, resulta-se (Figura 18):

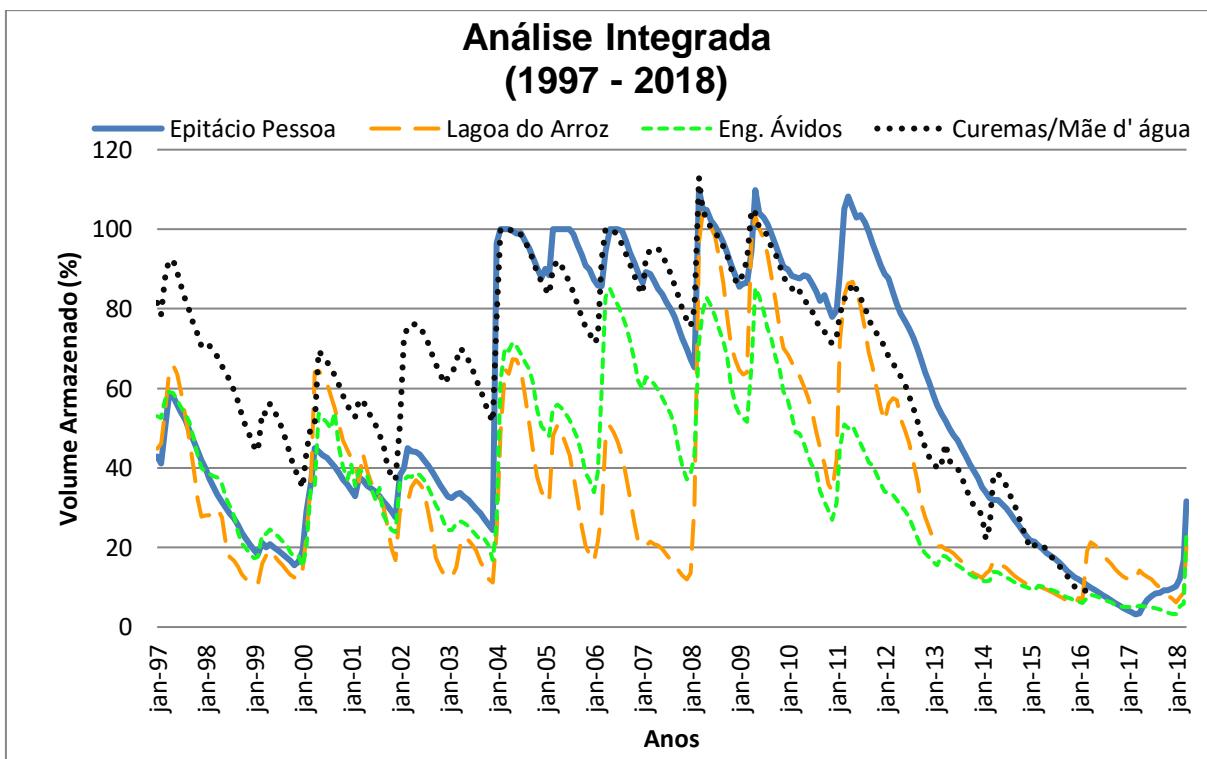


Figura 18 – Análise Integrada dos Reservatórios

Fonte: Própria, 2018.

Para a primeira crise hídrica no espaço temporal da análise, de 1997 a 2000, segundo a AESA, os reservatórios apresentaram o mais baixo nível e os piores índices de qualidade de água desde as suas construções. As águas disponíveis foram insuficientes para atender a todas as demandas.

Considerando a disponibilidade hídrica, o Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba, ao tratar sobre a seca, elucida:

[...] os reservatórios superficiais deveriam atender ao requisito de sustentabilidade da oferta, qualquer que fosse o evento hidroclimatológico ocorrente. A análise da capacidade de regularização de reservatórios localizados em bacias hidrográficas inseridas na região semiárida nordestina permite afirmar que, em geral, um reservatório superficial somente é hidrológicamente robusto – aquele que assegura a continuidade de uma oferta com garantia de 100%, que oferece uma proteção integral, qualquer que seja o tipo de seca ocorrida – se a capacidade de acumulação for igual ou maior do que 20 milhões de metros [...] (AESÁ, 2007).

Com o início de novos períodos chuvosos, entre 2004 e 2011, eles recuperaram seu volume, e, interpretado pelo presente trabalho, práticas adaptativas à variabilidade climática foram deixadas de lado, o problema, no momento, não existia mais.

Dado o novo período seco, 2012 até 2018, os reservatórios perderam significamente o seu volume.

Uma síntese dos dois eventos extremos, partindo dos dados de monitoramento da AESA e da ANA, é apresentada na Tabela 7, para 1997 – 2000, e Tabela 8, 2012 - 2018.

Tabela 7 - Síntese do evento extremo para o período de 1997 – 2000

Reservatório	Bacia Hidrográfica	Sub Bacia	Capacidade (hm ³)	Volume Mínimo (hm ³)	% da capacidade	Registro
Curemas/ Mãe D'Água	Piranhas	Piancó	1358	474,48	34,94	Out. 1998
Engenheiro Ávidos	Piranhas	Alto Curso	255	38,73	15,19	Jan. 2000
Lagoa do Arroz	Piranhas	Peixe	80	8,52	10,62	Jan. 1999
Epitácio Pessoa	Paraíba	Alto Curso	411	64,39	15,6	Nov. 1999

Fonte: AESA, 2018.

Tabela 8 - Síntese do evento extremo para o período de 2012 – 2018

Reservatório	Bacia Hidrográfica	Sub Bacia	Capacidade (hm ³)	Volume Mínimo (hm ³)	% da capacidade	Registro
Curemas/ Mãe D'Água	Piranhas	Piancó	1358	80,84	5,95*	Abr. 2016
Engenheiro Ávidos	Piranhas	Alto Curso	255	5,62	2,2	Set. 2017
Lagoa do Arroz	Piranhas	Peixe	80	4,56	5,69	Dez. 2015
Epitácio Pessoa	Paraíba	Alto Curso	411	11,94	2,9	Abr. 2017

Fonte: AESA, 2018.

* O banco de dados das Agências fornece, para Curemas/Mãe D'Água, apenas valores até o dia 14 de Abril de 2016, indicando 5,95 % do nível de sua capacidade. Considerando, isoladamente, Coremas apresenta o mínimo volume de 14,36 hm³, representando 2,43 % de sua capacidade (591,64 hm³) em janeiro de 2017, e Mãe D'Água um volume mínimo de 15,62 hm³, 2,75 % de sua capacidade (567,99 hm³) apenas em janeiro de 2018.

Por intermédio da Tabela 7 e Tabela 8, pode-se ter uma perspectiva comparativa entre os dois períodos caracterizados pela escassez dos recursos hídricos no Semiárido paraibano, em que a recente crise demonstrou-se muito mais

danosa a disponibilidade de águas nos reservatórios, apontando um cenário altamente adverso e preocupante. Tais experiências demonstram que é necessário aprender com as situações e com a desordem, é considerável que, se houvesse um verdadeiro arcabouço de preparo ou mecanismos para adaptação à vulnerabilidade climática, possivelmente, o evento extremo de 2012 a 2017 não seria tão nocivo.

5.3.2 Análise da Gestão Hídrica do Reservatório Epitácio Pessoa

Para descrever, especificamente, a conjuntura do reservatório Epitácio Pessoa, avalia-se aqui, o estado do recurso hídrico, considerando seu comportamento temporal à variabilidade climática, caracterizando-se a variação do seu volume referente às alterações de índices do clima (Figura 19), com existência de anos secos e chuvosos, e o rápido decréscimo do volume do reservatório, tanto devido à ausência de chuvas quanto às retiradas de água.

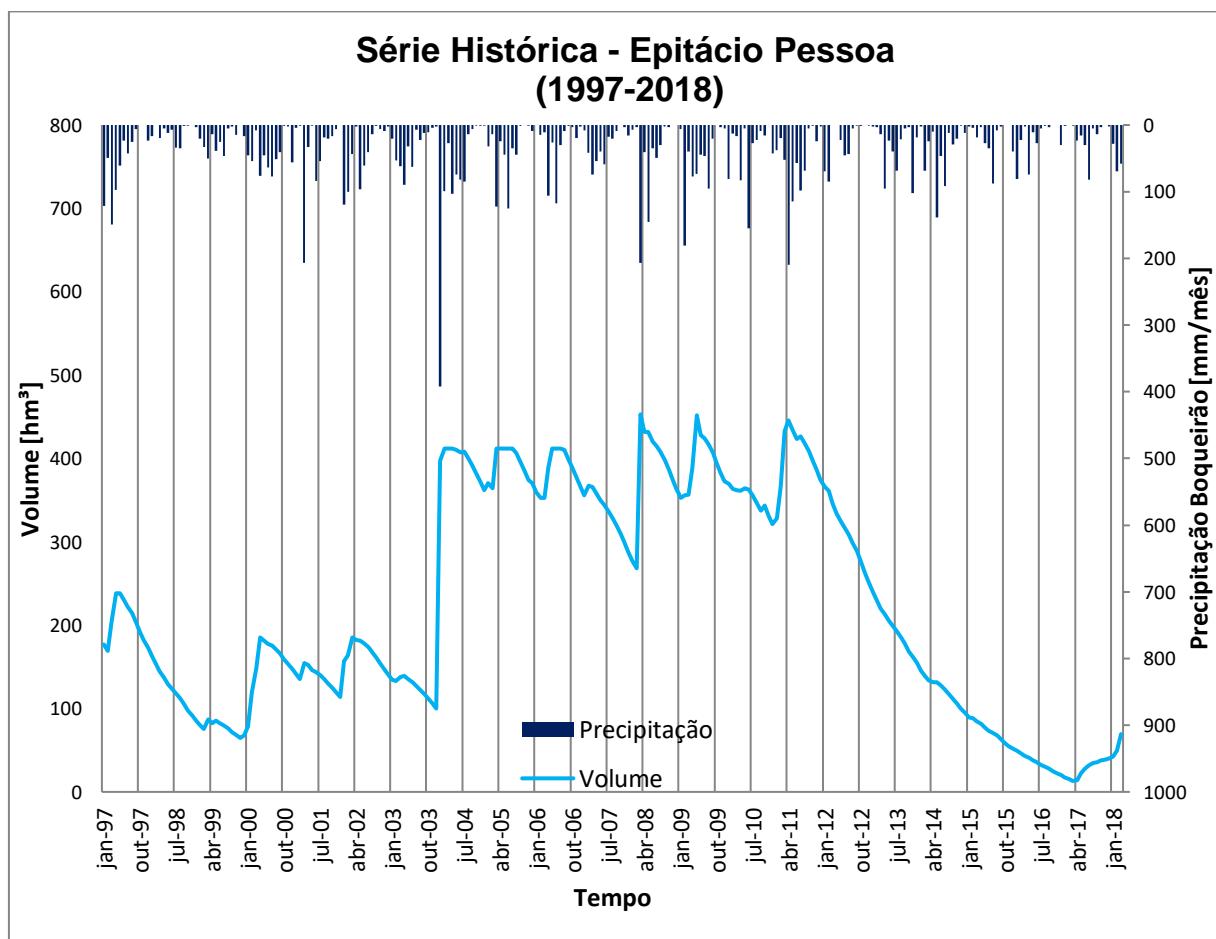


Figura 19 – Série Histórica Reservatório Epitácio Pessoa
Fonte: Própria, 2018.

Para o desenvolvimento do gráfico (Figura 19), fez-se uso dos dados pluviométricos do Posto Boqueirão e o volume observado do reservatório Epitácio Pessoa, dados fornecidos pela AESA. Permite identificar como ocorreu o comportamento do corpo hídrico ao longo do tempo, e com a visualização de sua variação, é possível compreender sua relação com os instrumentos de gerenciamentos, enaltecidos em tempos de crise e medidas da governança institucional, que são discutidas em “Análise Documental e da Gestão de Recursos Hídricos”, na sequência do trabalho.

Dado o arcabouço já apresentado, volta-se a discussão para a diagnóstico do período de 2012 até 2017, determinado por adversidades e pouca disponibilidade hídrica. Sendo assim, incorporando a analise, considerou-se a relação da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba para com o reservatório Epitácio Pessoa, embasando-se em suas influências pluviométricas para a variação no armazenamento do recurso hídrico, em referênciia os corpos hídricos afluentes ao açude, determinados pela Sub Bacia do Rio Taperoá e a Sub do Alto Curso do Rio Paraíba. Partindo-se dos dados meteorológicos, disponíveis pela AESA, originou-se a Figura 20.

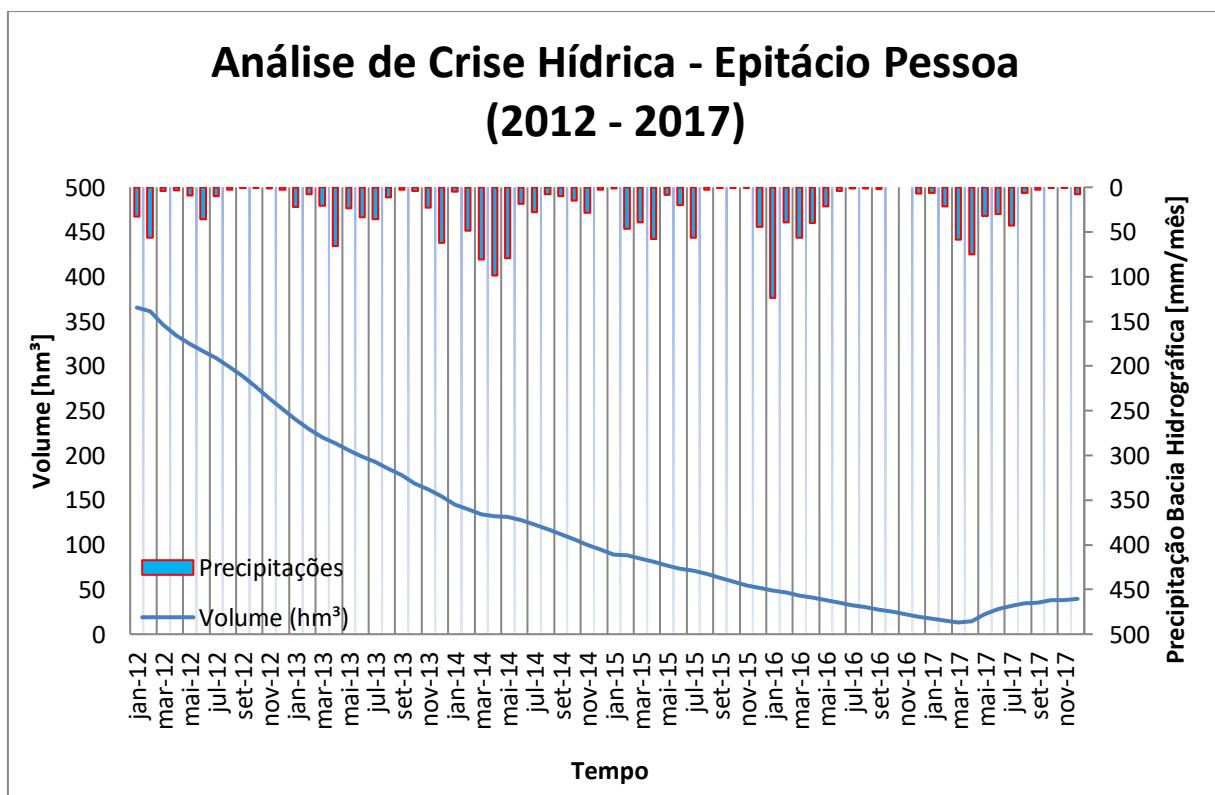


Figura 20 – Análise de Crise Hídrica Reservatório Epitácio Pessoa (2012 – 2017)

Fonte: Própria, 2018.

Percebe-se que as chuvas apresentam uma redução considerável de Agosto à Dezembro, característica própria da distribuição pluvial do Semiárido ao longo do ano.

Nota-se a espantosa queda no volume de água no reservatório, a longa estiagem, a evaporação e o consumo contribuíram para essa redução drástica do armazenamento em Boqueirão. Este fator é diretamente responsável por alguns instrumentos de ação da governança, que apenas diante do cenário adverso, promoveu-se a redução das vazões outorgadas, assim como o racionamento para o abastecimento humano que assolou as cidades dependentes do açude.

Na identificação de medidas de racionamento o presente trabalho indica como se realizou o processo de aplicação, dados os noticiários e estudos realizados pelas Agências de Águas ou outras entidades com poder de gerenciamento.

Em 2013, a questão do racionamento já era tratada, um estudo apresentado pelo Sindicato dos Trabalhadores nas Indústrias Urbanas da Paraíba – Stiupb levantara a discussão sobre a gestão das águas do manancial Epitácio Pessoa e considerava a possibilidade de ser tomada essa medida nas mais de 20 cidades abastecidas pelo açude. Diante da iminência de um colapso no sistema de abastecimento, a Câmara de Vereadores de Campina Grande realizou uma Audiência Pública sobre a Conscientização Racional da Água.

Com 120 milhões de metros cúbicos, representando menos de 30% da capacidade de armazenamento do reservatório, em agosto de 2014, a CAGEPA anunciara que caso o valor diminuisse para 100 milhões, o racionamento seria inevitável. Naquele ponto, a ANA, em parceria com a AESA e o DNOCS divulgara que haveria condições de abastecimento de Campina Grande e cidades vizinhas até setembro de 2015.

Em dezembro de 2014, deu-se início ao racionamento referente ao abastecimento oriundo do Epitácio Pessoa, em que ficou definido o interrompimento durante os fins de semana, das 17 horas dos sábados até as 5 horas das segundas-feiras, com previsão, de acordo com AESA, até novembro de 2015, na ausência de chuvas suficientes para sua recarga (G1, 2014).

Seis meses depois, houve ampliação e a população ficou sem água por mais 24 horas, retornando apenas na terça-feira. Em outubro, a CAGEPA modificou novamente e a distribuição só retornava às 5h da quarta-feira (G1, 2016).

Em novembro de 2016, a transposição do rio São Francisco era vista como a única maneira para reverter a crise hídrica que assolava a Paraíba, incorporando 196 municípios em estado de emergência, representando 88% do estado (UOL, 2016). Naquele mês, a ANA liberou o uso da água do açude Epitácio Pessoa e não estabeleceu limite para captação. Até então, a ANA permitiria que o açude fosse usado até atingir o volume de 4,8%, entretanto, deixara a exploração sob responsabilidade da CAGEPA, que se posicionou dizendo que avaliaria até quando a água poderia ser usada (G1, 2016). Segundo AESA, o armazenamento correspondia a 5,6% do volume total.

Inicialmente previsto pela CAGEPA o fim do racionamento para o dia 01 de agosto de 2017, com bases no fluxo de água após a consumação da transposição, tal fato ocorreu no dia 25. Entretanto, a Justiça Federal determinou sua volta, alegando falta de garantias de que o abastecimento se manteria nos níveis de até então para o futuro, visto que a execução do projeto depende da conclusão de diversas obras ainda em fase de licitação e execução (G1, 2017).

Alinhados ao processo do racionamento, como medidas referentes à disponibilidade de água do reservatório têm-se também o combate a perdas por vazamentos de água e o saneamento, e o PISF, exposto posteriormente.

Vieira e Ribeiro, em 2010, estimaram as perdas na rede de distribuição da CAGEPA equivalentes a 49,8% da captação. Entretanto, os estímulos são interpretados como positivos, pois, segundo a Stiupb, Campina Grande tem investido na CAGEPA em saneamento básico, ocupando a 18^a posição no país, em estudo elaborado pelo Instituto Trata Brasil, e no combate as perdas por vazamentos, reduzindo um percentual de desperdício de 40% para 24,53%.

Tido como um marco na conjuntura do Semiárido brasileiro, o PISF objetiva-se, entre outros aspectos, a eliminar a restrição hídrica do Nordeste Setentrional e conferir a segurança indispensável ao suprimento dos setores usuários (ANA, 2017).

O PERH trata do projeto de transposição:

O Projeto de Transposição pretende derivar pequena parcela de água da bacia do Rio São Francisco para vários rios intermitentes e açudes neles construídos e responsáveis pelo abastecimento do Nordeste Setentrional. Essa região, sujeita a frequentes secas prolongadas e consequentes ações emergenciais, depende da garantia de água para viabilizar a geração de atividades produtivas, necessárias ao desenvolvimento regional sustentável. As principais finalidades do projeto são o abastecimento humano e a oferta de água para o desenvolvimento de atividades econômicas, dentre as quais a indústria e a irrigação. De início, o projeto deverá promover uma elevação da qualidade de vida da população no que se refere a saneamento básico, abrindo caminho para outras melhorias nessa área, bem como para o desenvolvimento de atividades produtivas que têm na água um dos seus mais importantes insumos (AESF, 2007).

A ANA interpreta o projeto como a maior obra de infraestrutura hídrica do País, dentro da Política Nacional de Recursos Hídricos. De acordo com o Ministério da Integração Nacional - MI, com 477 quilômetros de extensão em dois eixos, Leste e Norte, o empreendimento, quando concluído, vai disponibilizar água para cerca de 12 milhões de pessoas em 390 municípios nos estados de Pernambuco, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba (ANA, 2017), onde a estiagem é frequente.

Com o volume reduzindo significativamente desde 2012, atingindo o mínimo histórico em 2017 (2,9%), a chegada das águas no açude, datada em 18 de abril de 2017 (ANA, 2017), tem influência direta ao aumento da disponibilidade hídrica, evitando um cenário ainda mais adverso. Esse fato é evidenciado pela Figura 21, recorte da variação temporal do volume.

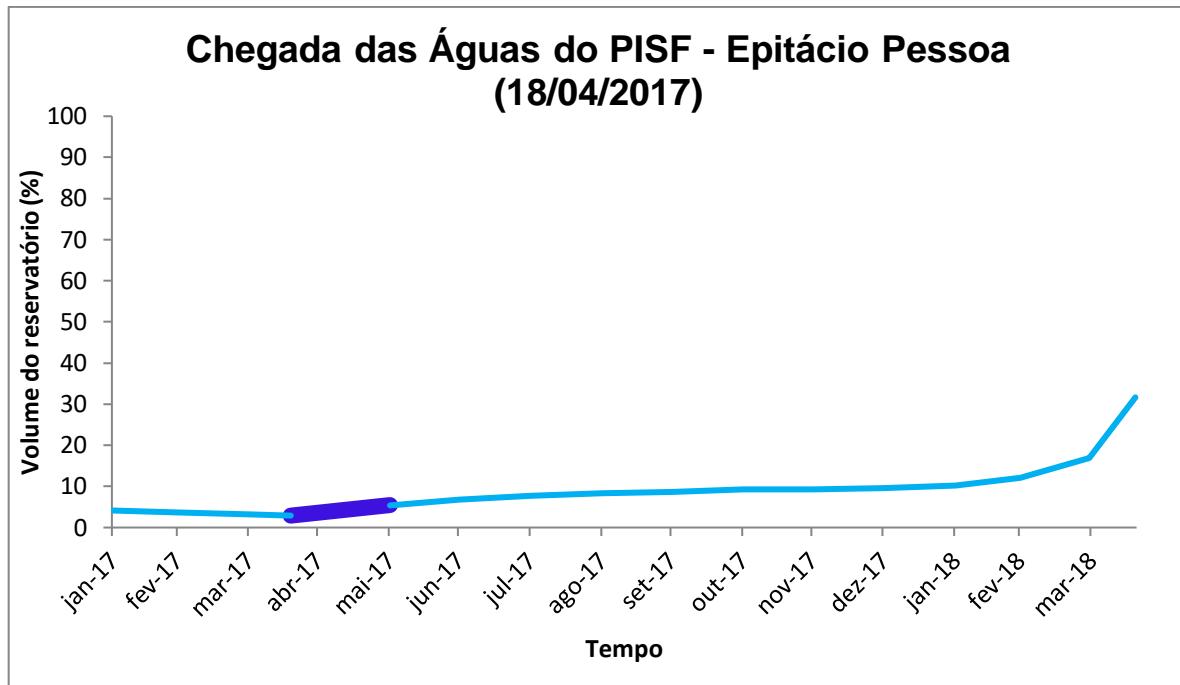


Figura 21 – Representação da influência da chegada das Águas do PISF ao volume Reservatório Epitácio Pessoa

Fonte: Própria, 2018.

Com o acréscimo de vazão, assegurou-se o beneficiamento de mais de setecentas mil pessoas em Campina Grande e em dezessete municípios e previsto o abastecimento diário e regular para quando o nível do açude indicar-se maior que 8% de sua capacidade. Segundo a AESA, mais de 27,3 milhões de m³ chegaram ao Epitácio Pessoa em oito meses, evitando um colapso no abastecimento de mais de um milhão de pessoas, tratando-se de um projeto que proporciona segurança hídrica.

Conforme Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, o Projeto PISF foi a mais consistente alternativa estrutural para o fornecimento adequado de água à região, segundo informações do MIN, que, ainda, trata a integração das bacias do São Francisco com uma extraordinária contribuição para amenizar o sofrimento das populações mais castigadas e auxilia no desenvolvimento das regiões do Semiárido (MI, 2017). Estudos e avaliações técnicas foram realizados conforme diretrizes do Plano Decenal da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, concluído pela ANA.

Entretanto, para Brito (2013, p. 8), “configura-se como o maior conflito hidroterritorial do Brasil”. Em sua Tese de Doutorado, ele aborda questionamentos e incertezas relacionados ao PISF. É de seu reconhecimento, apesar de inspirar críticas

e polêmicas entre os diversos atores envolvidos, que o projeto exalta o Nordeste e o Semiárido às discussões nacionais. Como foco principal de seu estudo, analisa-se conflitos entre os estados doadores e receptores das águas, que como objetivo geral aponta-se que:

“[...] a criação do Eixo Leste do PISF foi motivado pela insegurança hídrica de abastecimento do município de Campina Grande – PB, e pela dificuldade no acesso e uso da água do açude Epitácio Pessoa (Boqueirão) – PB, e que a sua concretude será prioritariamente para atender ao abastecimento desta cidade, e ao desenvolvimento de atividades agrícolas irrigadas no Agreste/Litoral do Estado a partir da construção do Canal de Integração da Vertente Litorânea (Canal Acauã/Araçagi), o que potencializará novos conflitos pelo acesso e uso da água na região semiárida do Estado.” (BRITO 2013, p. 8)

Apesar do alívio que o PISF trouxe a conjuntura do recurso hídrico e o aprimoramento em mecanismos de desperdício e saneamento básico, várias questões quanto à governança institucional são preocupantes, como abordado por Brito.

Galvão et al. (2001) apresentam como causa da primeira crise do reservatório Epitácio Pessoa a gestão inadequada de seus recursos hídricos, como a retirada de água maior do que a disponibilidade do reservatório. Quinze anos depois, um novo cenário adverso configurou-se, com maior amplitude e magnitude, provocando impactos ainda mais agravantes, apontando a iminência do colapso na disponibilidade de água no Semiárido paraibano.

Com a percepção desenvolvida, entende-se que a aplicabilidade dos instrumentos de gerenciamento ou de medidas para garantir o contínuo abastecimento é configurada em cenários em que a crise já está instalada, assumindo um caráter reativo. Não se tomou lições ou aprendizados ao superar-se a escassez de 1997 a 2000, como dito, com as chegadas das chuvas em 2004, o problema havia sido superado. Historicamente os debates sobre o Semiárido nordestino brasileiro sempre tiveram como referência as discussões sobre a seca, contudo, ao longo do tempo, pouco se debateu e procurou aprofundar sobre água e recursos hídricos para adaptação à variabilidade climática.

5.3.2.1 Determinação das Vazões de Retiradas

Para melhor entender como se desenrolou a crise hídrica, identificam-se irregularidades na gestão da vazão regularizável no decorrer dos anos.

Devido às retiradas de água, sem a fiscalização exercida pelos órgãos competentes previamente aos períodos da seca, existem diversas incertezas associadas à gestão do reservatório Epitácio Pessoa.

O cenário ecológico é fundamentado em razão da variabilidade climática, especificamente as secas. Analisando o período 2012–2017, baseado no princípio “limites claramente definidos”, as relações entre o sistema de governança e os usuários foram investigadas, referenciando, para a análise, as vazões retiradas, seguindo a implementação das normas emitidas pelas políticas de recursos hídricos.

De tal modo, para a determinação das vazões de retiradas, fez-se uso da estimativa de Galvão et al., 2005 para obter a evaporação por meio do uso do coeficiente (K_p) para o município de Boqueirão.

Com a Curva Cota x Área x Volume (Anexo B), encontra-se a área do espelho de água, e, em sequência, o volume evaporado. Desse modo, com o balanço hídrico para o reservatório Epitácio Pessoa, obteve-se o volume retirado ao mês, convertido para m^3/s para a vazão de retirada observada (Tabela 9).

Tabela 9 – Dados para a determinação da Vazão retirada observada.

Anos	$\Delta V (m^3)$	Área CAV (m^2)	Evaporação (mm)	$V_{retirado} (m^3)$	$Q_{retirado} (m^3/s)$
2012	11971422,2	31954748,5	145,82	7311652,9	2,82
2013	9382288,48	22825167,58	145,82	6053831,2	2,34
2014	5659278,86	15899840,9	119,70	3756067,9	1,45
2015	3994971,54	9465950,06	152,88	2547817,1	0,98
2016	2691830,35	5084898,5	152,88	1914451,1	0,74
2017	2218084,57	3551115,56	135,32	1737565,4	0,67

Fonte: Própria, 2018.

Ressalta-se que para o ano de 2017, a retirada é representativa para a análise previa a chegada das águas do PISF, uma explanação a seu respeito é vista na abordagem da distribuição das retiradas, ao final deste tópico.

Analisando-se a vazão regularizável que, para o Estado da Paraíba, de acordo com as respectivas garantias, tem os valores expostos na Tabela 10.

Tabela 10 – Vazões de garantia regulamentares para o reservatório Epitácio Pessoa

Garantia	Disponibilidade (m³/s)
90%	2,78
95%	2,00
100%	1,23

Fonte: PERH, 2006.

Com relação à interação entre a unidade do recurso e a governança, a ANA usa como base para a gestão do reservatório a vazão regularizável determinada por nota técnica, e não a contida no Plano Estadual de Recursos Hídricos.

Inicialmente, emitida, em 14 de julho de 2008, a Nota Técnica (NT) nº 202/2008/GEREG/SOF-ANA, identificou-se possíveis incertezas associadas ao método utilizado para o cálculo de evaporação, e, dessa maneira, com o aprimoramento, em 09 de fevereiro de 2009, foi determinada a Nota Técnica nº 08/2009/GEREG/SOF-ANA, com as definições das vazões de referência pelo reservatório Epitácio Pessoa para diferentes garantias (11) (ANA, 2009; ANA, 2008b).

Tabela 11 - Vazões regularizadas para o reservatório Epitácio Pessoa definidas em notas técnicas pela ANA

NTs para o reservatório Epitácio Pessoa	Disponibilidade (m³/s)		
	95%	99%	100%
Nota Técnica Nº 202/2008/GEREG/SOF-ANA	4,20	3,10	2,50
Nota Técnica Nº 08/2009/GEREG/SOF-ANA	2,90	2,25	1,85

Fonte: ANA, 2008; ANA, 2009.

De acordo com a nota técnica nº 08/2009/GEREG/SOF-ANA, não há disponibilidade hídrica do reservatório Boqueirão excedente para outras atividades além do abastecimento humano.

Sendo assim, como caracterização analítica, com as vazões de retirada observadas e também as regularizáveis do PERH e da NT 08/2009 desenvolveu-se a Tabela 12.

Tabela 12 – Vazões retiradas observadas e de referência no PERH e NT 08/2009

Qretiradas (m^3/s)						Q PERH (m^3/s)			Q NT 08/2009 (m^3/s)		
2012	2013	2014	2015	2016	2017	Q90	Q95	Q100	Q95	Q99	Q100
2,82	2,34	1,45	0,98	0,74	0,67	2,78	2,00	1,23	2,90	2,25	1,84

Fonte: Própria, 2018.

Partindo dos valores apresentados, realizou-se um comparativo ano a ano do quanto às retiradas calculadas representam das vazões regularizáveis do PERH e da NT 08/2009 (Tabela 13).

Tabela 13 – Porcentagem equivalente das Vazões Retiradas perante as Regulamentações

Regulamentação		% Representativa					
Diretriz	Qgarantia	2012 Qr = 2,82 m^3/s	2013 Qr = 2,34 m^3/s	2014 Qr = 1,45 m^3/s	2015 Qr = 0,98 m^3/s	2016 Qr = 0,74 m^3/s	2017 Qr = 0,67 m^3/s
PERH	Q90 (2,78 m^3/s)	101	84	52	35	27	24
	Q95 (2,00 m^3/s)	141	117	73	49	37	34
	Q100 (1,23 m^3/s)	229	190	118	80	60	54
NT 08/2009	Q95 (2,90 m^3/s)	97	81	50	34	26	23
	Q99 (2,25 m^3/s)	125	104	64	44	33	30
	Q100 (1,84 m^3/s)	153	127	79	53	40	36

Fonte: Própria, 2018.

A Tabela 13 confirma os indicativos relatados ao longo de todo o presente trabalho, em concomitância as resoluções impostas. Para o início do evento extremo, as retiradas apresentam-se elevadíssimas, fora do que se é regulamentado, que aliadas aos baixos índices pluviométricos, só poderiam acarretar em impactos adversos ao recurso hídrico, com o rebaixamento brusco de seu volume, provocando, aí sim, a escassez. Percebe-se o adequamento aos instrumentos normativos a partir de 2014, entretanto, vale ressaltar, que essa nova composição é fruto de medidas de

racionamento e suspensão de demais usos da água que não para o abastecimento humano e assentamento animal, detonados como primordiais

Com relação à interação entre a unidade do recurso e a governança, a ANA usa como base para a gestão do reservatório, como dito previamente, a vazão regularizável determinada pela NT 08/2009, e não a do PERH. Porém, essa análise permite refletir a respeito das práticas fora das diretrizes regulamentares, e, além disso, também a retificação do valor da vazão de referência, que, segundo as NTs emitidas pela ANA, devido a critérios de cálculo, os valores que constam no PERH do reservatório estariam subestimados em favor da segurança, determinando assim, uma atuação centralizada do gerenciamento.

De modo a caracterizar as retiradas ao longo do evento extremo de 2012 até 2017, permitindo compreender como ocorreram, efetivamente, os processos referentes aos usos desordenados e os mecanismos de racionamento resulta-se a Figura 22.

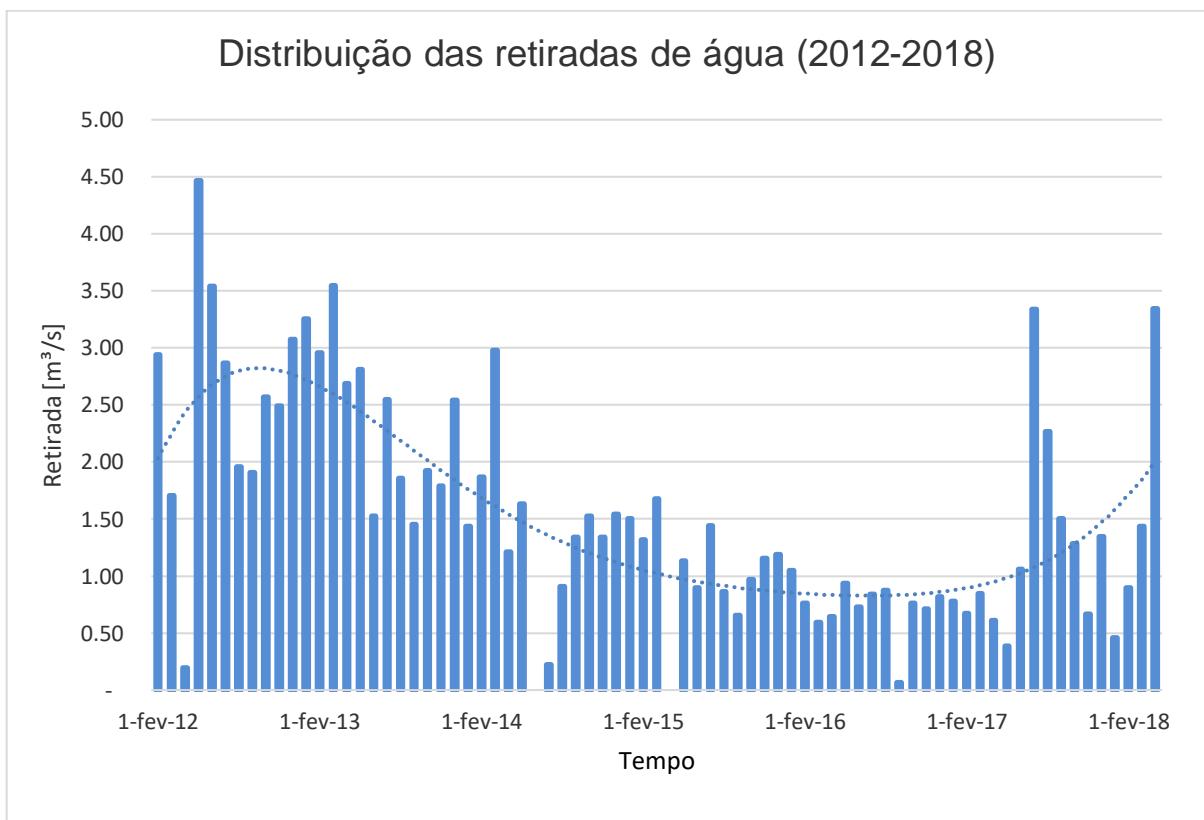


Figura 22 – Distribuição das retiradas de água ao longo de 2012 – 2018

Fonte: Própria, 2018.

O gráfico originado segue as interpretações trazidas do desenvolvimento da Tabela 13, e demonstra a compatibilidade entre os valores apresentados na Tabela 9 e a linha de tendência apontada.

A explanação referida anteriormente para a vazão retirada de 2017 (Tabela 9) é agora apresentada. Como dito, ela é representativa para o momento anterior à chegada das águas do PISF, contudo, a partir de Abril, esse valor assume 0,85 m³/s, e com a suspensão do racionamento (25/08/2017), dado o balanço hídrico considerando usos difusos, supera 1,7 m³/s.

Em 2014, após muita negociação a irrigação foi suspensa, fato esse, juntamente com as demais medidas de racionamento, que influencia a variação das retiradas apontando um decréscimo evidenciado na Figura 22. Identifica-se que quando aplicados os instrumentos de gerenciamento e tomadas de decisões para proporcionar a disponibilidade de água, os efeitos foram surtidos. Entretanto, ressalta-se que caso o monitoramento do uso hídrico tivesse ocorrido adequadamente, os irrigadores teriam a oportunidade de negociar conflitos, garantindo usos múltiplos do recurso.

As ausências de discussões e do emprego contínuo e efetivo da gestão provocaram retiradas significantes durante muito tempo, que aliadas às operações clandestinas da água, sobrecregaram o reservatório Epitácio Pessoa.

5.3.2.2 Análise Documental e do gerenciamento do recurso hídrico

No decorrer dessa análise, identificaram-se documentos complementares à lei nacional de recursos hídricos 9433/97 e à lei estadual de recursos hídricos nº 6.308/96 (lei nº 8.446/2007), como decretos, resoluções, atas de reuniões, portarias e outras leis que tratam da política de recursos hídricos, bem como a efetivação das regras estabelecidas pelos sistemas de gerenciamento. É perceptível uma maior aplicabilidade desses instrumentos devido à necessidade com a recente crise hídrica.

Examinando documentos publicados pela ANA, responsável pela gestão do reservatório Epitácio Pessoa, com base nas políticas de recursos hídricos, desenvolveu-se, como resultado, a Série Temporal Normativa (Figura 23).

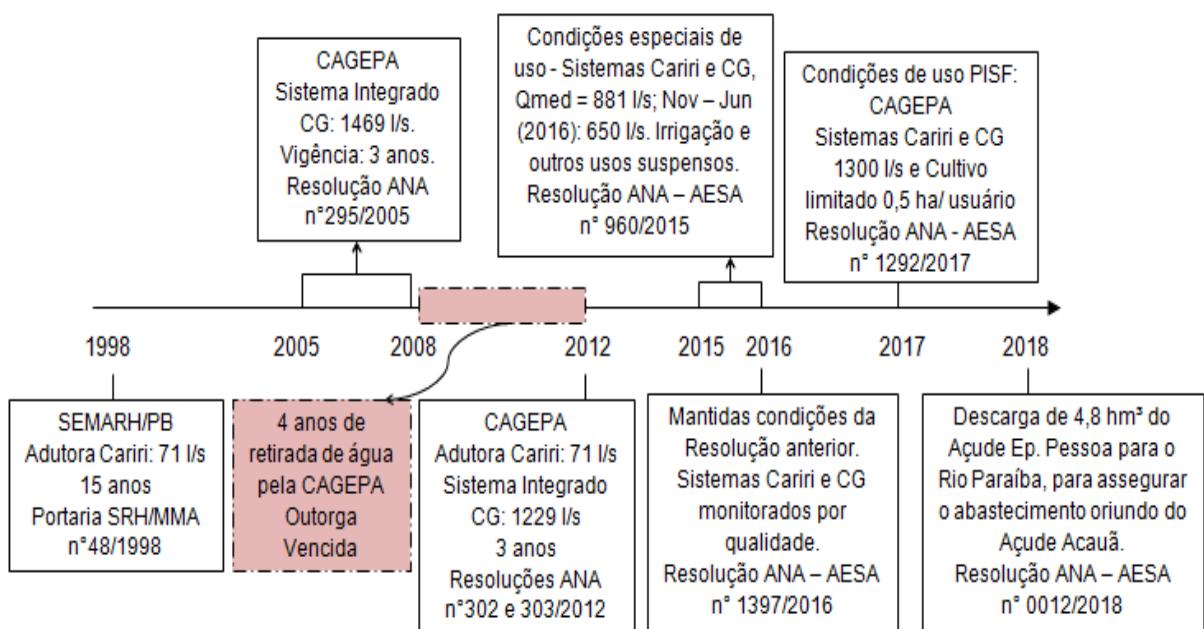


Figura 23 – Série Temporal Normativa
Fonte: Própria, 2018. Adaptado de Silva, A.C.S. (2014).

A Série Temporal Normativa (Figura 23) esclarece pontos previamente apontados por Silva (2014) e uma nova abordagem para o período de 2012 a 2018:

- A CAGEPA retirou água do reservatório Epitácio Pessoa durante quatro anos (2008-2012), com vigência de outorga vencida.
- A Resolução conjunta ANA e AESA nº 960/2015 estabeleceu condições de uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos no reservatório Epitácio Pessoa e na sua bacia, de modo que limitou-se a captação média mensal de 881 l/s até 31 de outubro de 2015 e a 650 l/s a partir de novembro e suspensos a agricultura irrigada e demais usos.
- A Resolução conjunta ANA e AESA nº 1397/2016 definiu o limite de captação a vazão média mensal de 650 l/s e cobrou a CAGEPA o monitoramento da qualidade de água.
- A Resolução conjunta ANA e AESA nº 1292/2017 estabeleceu condições de uso do deságue do eixo leste do PISF, autorizando a CAGEPA captar 1300l/s para o atendimento aos Sistemas Cariri e Campina Grande e o cultivo limitado a 0,50 ha por propriedade/usuário, para culturas temporárias, de base familiar, com operação máxima de 8,5 h/dia.
- A Resolução Conjunta ANA e AESA nº 12/2018 autorizou a descarga de 4,8 hm³ do Epitácio Pessoa para o Rio Paraíba até 30 de junho do mesmo ano, para

assegurar a continuidade de operação dos sistemas de abastecimento público dependentes do Açude Argemiro de Figueiredo (Acauã), com o monitoramento diário e fiscalização por parte da AESA.

É notório, que com o avançar e extensão da crise hídrica, cada vez mais medidas foram tomadas, de modo que, a cada ano, a situação apresentava-se delicada.

Envolvidos nos processos decisórios no que diz respeito às conjunturas hídricas, os Comitês de Bacias são parte integrante no desenvolvimento de atos normativos. De modo a caracterizar a CBH-PB, abordam-se os relatos e temas das reuniões do CBH-PB, obtidos a partir de suas Atas:

- Ata da 1^a Reunião Ordinária do CBH-PB, Abril de 2015

Abordada como a sessão técnica sobre o projeto de revitalização do Rio Paraíba, analisando a previsão para o início da cobrança pelo uso da água na Paraíba e sua aplicabilidade para melhoria de preservação das nascentes e obras da própria bacia. Tratou-se da elaboração de um plano de saneamento básico.

- Ata da 1^a Reunião Extraordinária do CBH-PB, Maio de 2015

Apresentou-se, por parte da ANA, a situação hídrica do Epitácio Pessoa, tratando do racionamento e ações futuras. Naquela oportunidade, o Ministério Público relatou que em novembro de 2013 havia feito uma proposta para suspender a irrigação, proporcionando o subsídio dos irrigantes. Fato este, que evidencia a falta de integralidade em os componentes e, ainda, afirmou-se “se isso tivesse acontecido, nós hoje não estávamos vivenciando esse problema”. As posições tomadas foram da continuidade de ações de combate ao desperdício, em que foi pedido que a CAGEPA reduzisse em 40% esse aspecto, “medida correta e que tem que ser tomada já”. Quanto a essa questão, na Análise da Disponibilidade de Água em Reservatórios, constatou-se que o processo de redução foi considerado e atingiu valores significantes.

- Ata da 2ª Reunião Extraordinária do CBH-PB, Agosto de 2015

Discutiu-se, novamente, o projeto de Revitalização do Rio Paraíba, em que foi apontada, como estratégia, o direcionamento de recursos do PISF para realizá-lo.

- Ata da 1ª Reunião Ordinária do CBH-PB, Maio de 2016

Realizados debates a respeito do racionamento, abordando a Resolução nº 960 de agosto de 2015, já esclarecida.

- Ata da 2ª Reunião Ordinária do CBH-PB, Dezembro de 2016

Apresentou-se o Procomitês, e tratou-se das Resoluções ANA nº 1595/2016 e nº 1190/2016, com enfoque o Programa Nacional de Fortalecimento dos comitês de Bacias Hidrográficas, com objetivos de melhorar a capacidade operacional, desenvolverem ações de capacitação para membros, e ao repasse de cinqüenta mil reais por comitê ao ano por parte da ANA.

- Ata da 1ª Reunião Extraordinária do CBH-PB, Fevereiro de 2017

Transposição do Rio São Francisco como Pauta e determinação do parecer favorável à aplicação dos recursos de cobrança encaminhado a diretoria da AESA.

Buscou-se Deliberações pertinentes a conjuntura dos recursos hídricos, porém, nos mecanismos de acesso da AESA, encontra-se apenas referentes a instituição de Comissões Eleitorais, sem fins de interesse para o presente trabalho.

De tal maneira, exalta-se que os mecanismos de gerenciamentos estão apreciados por normativos e regularizações, a não aplicabilidade e efetivação das regras estabelecidas pelo próprio órgão gestor do reservatório Epitácio Pessoa, a ANA, e, consequentemente, pelos usuários de água, é determinada diante de um cenário de conforto. Entretanto, com a evolução ou constatação de eventos extremos, como a crise hídrica, surgem às preocupações e a busca da tomada de decisões que amenizem seus estragos.

Apesar da disponibilidade de instrumento como a outorga, da fiscalização e da cobrança, assim como os planos de recursos hídricos, vazões referenciadas,

entende-se um gestão de recursos hídricos de caráter reativo, impossibilitando o desenvolvimento de estratégias para a adaptação à variabilidade climática.

6 CONCLUSÃO

Abordadas as políticas e planos de recursos hídricos, analisou-se a aplicação do princípio institucional estendido Limites Claramente Definidos, considerando a governança institucional para adaptação a variabilidade climática, e, em concordância com Silva (2014), constata-se de grande utilidade para o processo exploratório da estruturação e organização da gestão da água.

Caracterizada a composição do sistema socioecológico, suas variáveis e interações, investigou-se, por meio da verificação de documentos e do gerenciamento, bem como seus instrumentos normativos, ações institucionais determinantes na conjuntura do meio natural em uma perspectiva temporal.

Apontada como a principal problemática enfrentada na região do Semiárido nordestino, a seca trata-se de evento natural em decorrência de baixos índices pluviométricos característicos desse ambiente, entretanto, a crise hídrica é diretamente influenciada pela governança, que, como mostrado no presente trabalho, suas deficiências provocam a intensificação dos impactos. Dessa forma, o não cumprimento da adequada gestão da água poderá ser encoberto pelas mudanças climáticas.

Reconhecer problemas administrativos é uma das maneiras de indicar um caminho de superação frente às dificuldades. A compreensão de eventos extremos em uma perspectiva social e ambiental demonstra-se de alta relevância, necessitando-se enfrentar a crise com transparência e responsabilidade.

Investigada a governança brasileira de água, identificou-se, na análise do SSE, problemas específicos com a gestão do reservatório Epitácio Pessoa, assim como questões de maiores magnitudes associadas à política de recursos hídricos e ao sistema nacional de gerenciamento. Diante da escassez, os instrumentos estudados não são devidamente implantados e monitorados, mas quando isso ocorre,

resultados positivos são obtidos. Outro ponto é a caracterização de uma governança centralizada, comportamento contrário a mecanismos de prevenção e resoluções de conflitos.

Com o diagnóstico institucional realizado, diversas irregularidades no quadro de controle sobre o corpo hídrico apontaram sua exploração excessiva. Fato este, trajado diante das retiradas elevadas das vazões fora dos padrões normativos estabelecidos pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos e por Nota Técnica emitida pela ANA.

A governança institucional analisada é qualificada por ações, atribuições e estratégias de adaptação de caráter reativo, embasada na interrupção de lançamentos, suspensão do uso da água que não para fins primordiais, redução da distribuição e racionamentos. Os acontecimentos ao longo dos períodos de escassez evidenciam essa rotulação, o que dificulta o processo de adaptação à variabilidade climática.

Com a situação adversa já instalada, o sistema de gerenciamento promove ações de modo a combater ou minimizar os danos, papel representado nas resoluções emitidas pelas agências de águas, cada vez mais frequentes em tempos de crise.

Apontada como mecanismo de segurança hídrica, mesmo com a transferência de recursos hídricos para o açude Boqueirão, através do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF), novas crises poderão surgir se os aspectos que conduzem para a governança adequada não forem considerados.

Portanto, a análise desenvolvida aponta o agravamento dos impactos de escassez de água diante de falhas na gestão dos recursos hídricos, como também exalta a necessidade do controle contínuo e da atuação integrada da governança institucional para o desenvolvimento do processo adaptativo.

REFERÊNCIAS

ADGER, W. N.; DESSAI, S.; GOULDEN, M.; HUME, M. Are there social limits to adaptation to climate change? **Climatic Change**, v. 93, n. 3-4, p. 335–354, 2009.

AESA. **Cobrança pelo uso da água bruta no Estado da Paraíba**, 2011. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2016/11/apresentacao_LS_28-06-11.pdf>. Acesso em: 07 de Março de 2018.

_____. **Plano Estadual de Recursos Hídricos**: Relatório Final Consolidado, 2007. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/perh/>>. Acesso em: 8 de Mar. de 2018.

_____. **MAIS NOTÍCIAS**. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/todas-as-noticias/>>. Acesso em: 15 de Maio de 2018.

_____. **Rio Paraíba**: Arquivos. Disponível em <[http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/comite-de-bacias/rio-pariba/](http://www.aesa.pb.gov.br/http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/comite-de-bacias/rio-pariba/)>. Acesso em 03 de Março de 2018.

_____. **Volume de Açudes**. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/volume-acude/?id_acude=531>. Acesso em: 07 de Março de 2018.

ANA. **Cobrança**. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/gestao-da-agua/cobranca>>. Acesso em: 22 de Maio de 2018.

_____. **Dados Históricos**. Disponível em: <<http://sar.ana.gov.br/Medicao>>. Acesso em 10 de Março de 2018.

_____. **Levantamento da ANA aponta situação de reservatórios do Semiárido brasileiro**, 2017. Disponível em:<<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/noticias/estudo-reservatorios>> Acesso em: 14 de Maio de 2018.

_____. **Nota Técnica no. 202/2008/GEREG/SOF-ANA**. Brasília: ANA, 2008b.

_____. **Nota Técnica no. 08/2009/GEREG/SOF-ANA**. Brasília: ANA, 2009.

_____. **Outorga e Fiscalização**. Disponível em <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/gestao-da-agua/outorga-e-fiscalizacao>>. Acesso em: 02 de Maio de 2018.

_____. **Relatório de Conjuntura de Recursos Hídricos**, 2017. Disponível em: <http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura_completo.27432e70.pdf>. Acesso em 28 de Maio de 2018.

_____. **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.**

Disponível em:

<<http://portal1.snhirh.gov.br/ana/apps/webappviewer/index.html?id=74e5b248cf4b46eba99cdbe8b7226176>> Acesso em: 26 de Maio de 2018.

ANDERIES, J.; NORBERG, J. Theoretical Challenges: Information Processing. In: NORBERG, J.; CUMMING, G. S. (Eds.). **Complexity theory for a sustainable future**. New York: Columbia University Press. p. 155–179, 2008.

ANDRADE, M. C. de. **A terra e o homem no Nordeste**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2005.

AZEVEDO, P. V. de; SILVA, V. P. R. Índice de seca para a microrregião do agreste da Borborema, no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 9 (1). p 66-72, 1994.

BATISTA, M. E. M.; TOSCANO, G. L. G.; FILHO, A. M. F. F. Espacialização do Enquadramento dos Corpos d’água no Estado da Paraíba. **XI Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, João Pessoa, novembro 2012.

BENNETT, L. **Gender, Caste and Ethnic Exclusion in Nepal**: following the policy process from analysis to action, 2005. Disponível em:
http://www.worldcat.org/search?q=Poverty+and+Caste+Based+social+exclusion+in+Nepal%2C+Bennett&qt=results_page. Acesso em: 18 de Mar. de 2018.

BERKES, F.; FOLKE, C. (Eds.) **Linking social and ecological systems**: management practices and social mechanisms for building resilience. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1998.

BOGARDI, J. J.; DUDGEN, D.; LAWFORD, R.; FLINKERBUSCH, E.; MEYN, A. et al. Water security for a planet under pressure: interconnected challenges of a changing world call for sustainable solutions. **Current Opinion in Environmental Sustainability** 4, p. 1-9, 2012.

BRASIL. **Constituição (1998)**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Senado, 1998.

_____. **Plano Nacional sobre Mudança Climática, Decreto nº 6.263, de 21 de novembro de 2007**. Brasília: Comitê Interministerial sobre mudanças do clima, 2007.

_____. Resolução Conjunta nº 12 de 05 de março de 2016. **Considerando o reduzido volume armazenado no Açude Argemiro de Figueiredo (Acauã) e a consequente possibilidade de interrupção da operação dos sistemas de abastecimento público dependentes desse**. Órgãos emissores: ANA e AESA. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2018/Outorgas/0012-2018_Outorga_de_Direito_de_Uso.pdf?115023>. Acesso em: 24 de maio de 2018.

_____. Resolução Conjunta nº 960 de 17 de agosto de 2015. **Estabelece condições especiais de uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos no reservatório Epitácio Pessoa (Boqueirão) e na sua bacia hidráulica e procedimentos pertinentes.** Órgãos emissores: ANA e AESA. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2015/960-2015.pdf>>. Acesso em: 24 de maio de 2018.

_____. Resolução Conjunta nº 1.292 de 17 de julho de 2016. **Estabelecimento de condições de uso de recursos hídricos superficiais e subterrâneos para o Sistema Hídrico Rio Paraíba.** Órgãos emissores: ANA e AESA. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2017/1292-2017.pdf?105029>>. Acesso em: 24 de maio de 2018.

_____. Resolução Conjunta nº 1.397 de 21 de novembro de 2016. **Estabelece condições especiais de uso dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos no reservatório Epitácio Pessoa (Boqueirão) e na sua bacia hidráulica e procedimentos pertinentes.** Órgãos emissores: ANA e AESA. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2016/1397-2016.pdf>>. Acesso em: 24 de maio de 2018.

BRITO, F. B. **Conflitos pelo acesso e uso da água : integração do rio São Francisco com a Paraíba (eixo leste).** P. 320. Porto Alegre, 2013.

CAMARGO, A.P. de. **Balanço hídrico no Estado de São Paulo.** Campinas: Instituto Agronômico, 24p. Boletim 116, 1971.

CANNON, T.; MÜLLER-MAHN, D. **Vulnerability, resilience and development discourses in context of climate change.** Natural Hazards, v. 55, n. 3, p. 621–635, 2010.

CGEE – CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Secas no Brasil: Política e gestão proativas.** Brasília: CGEE, 106.

CONSTANZA, R., GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.; LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R.; PARUELO, J.; RASKIN, R.; SUTTON, P.; BELT, M.; **The Values of the world's ecosystem services and natural capital,** *Nature*, V.38 N. 7. P. 253-26, 1997

CUMMING, G. S.; CUMMING, D. H. M.; REDMAN, C. L. Scale Mismatches in Social-Ecological Systems: Causes, Consequences, and Solutions. **Ecology and Society**, v. 11, n. 1, 2006.

DIAMOND, J. **Armas, Germes e Aço o destino das sociedades humanas.** Record 472p, 1997.

Di Baldassarre, G., et al., 2015. Debates—perspectives on socio-hydrology: capturing feedbacks between physical and social processes. **Water Resources Research**, 51, 4770–4781.

DIETZ, T.; OSTROM, E.; STERN, P. C. The Struggle to Govern the Commons. **Science**, v. 302, p. 1907-1912, dezembro 2003.

DNOCS. **Relatório açude Boqueirão**. Campina Grande, 1963. P 8.

DUARTE, J. J. **A nova paisagem do Semiárido no contexto da modernização: o caso da Algaroba**. Revista da Adufpb. João Pessoa, 2000.

ENGLE, N. L.; LEMOS, M. C. Unpacking governance: Building adaptive capacity to climate change of river basins in Brazil. **Global Environmental Change**, v. 20, n. 1, p. 1–13, 2010.

FOLKE, C.; HAHN, T.; OLSSON, P.; NORBERG, J. Adaptive Governance of Social-Ecological Systems. **Annu. Rev. Environ. Resour.**, v. 30, p. 441–73, 2005.

FORD, J. D; PEARCE, T.; DUERDEN, F.; FURGAL, C.; SMIT, B. Climate change policy responses for Canada's Inuit population: The importance of and opportunities for adaptation. **Global Environmental Change**, v. 20, n. 1, p. 177–191, 2010b.

FORMIGA-JOHNSSON, R. M.; KEMPER, K. E. Institutional and Policy Analysis of River Basin Management the Jaguaribe River Basin, Ceará, Brazil. **World Bank Policy Research Working Paper**, 3649, June, 2005. 1-42.

FREITAS, Eduardo de. "A Seca no Nordeste"; Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilescola.uol.com.br/brasil/a-seca-no-nordeste.htm>>. Acesso em 23 de abril de 2018.

G1. Água do açude de Boqueirão tem uso de volume total liberado, diz Cagepa, 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2016/11/ana-libera-uso-da-agua-do-acude-de-boqueirao-na-paraiba-diz-cagepa.html>>. Acesso em: 20 de Maio de 2018.

Começa o racionamento em cidades abastecidas por Boqueirão, na Paraíba, 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2014/12/comeca-racionamento-em-cidades-abastecidas-por-boqueirao-na-paraiba.html>>. Acesso em: 20 de Maio de 2018.

Novo racionamento começa na segunda-feira em Campina Grande, 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/2016/11/ana-libera-uso-da-agua-do-acude-de-boqueirao-na-paraiba-diz-cagepa.html>>. Acesso em: 20 de Maio de 2018.

Justiça Federal determina volta do racionamento das águas do Açude Boqueirão, PB. 2017. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pb/paraiba/noticia/justica-federal-determina-volta-do-racionamento-das-aguas-do-acude-boqueirao-pb.ghtml>>. Acesso em: 20 de Maio de 2018.

GALVÃO, C. O.; OLIVEIRA G. M.; LEITÃO, M. M.; LEITÃO, T. J. Estimativa da Evaporação e Análise do Uso do Coeficiente (K_p) do Tanque “CLASSE A” nas

Regiões do Cariri e Sertão da Paraíba. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.10, n. 4, p. 73 – 83.

GALVÃO, C. O.; RÊGO, J. C.; RIBEIRO, M. M. R.; ALBUQUERQUE, J. P. T. **Sustainability characterization and modeling of water supply management practice**. Sixth IAHS Scientific Assembly (Regional Management of Water Resources) 268. Maastrich: IAHS. 2001. p. 81 -88.

GALLOPÍN, G. C. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. **Global Environmental change**, v. 16, n. 3, p. 293–303, 2006.

GIBSON, C.; OSTROM, E; AHN, T. . The concept of scale and the human dimensions of global change: a survey. **Ecological Economics**, v. 32, n. 2, p. 217 – 239, 2000.

HARDIN, G. J. The Tragedy of the Commons. Washington, D.C.: **American Association for the Advancement of Science**, 1968.

HESS, C.; OSTROM, E. A framework for Analysing the Knowledge Commons: a chapter from Understanding Knowledge as a Commons: from Theory to Practice. **Library and Librarians' Publication**, v. 21, 2005.

HOLLING, C. S.; MEFFE, G. K. Command and control and the Pathology of Natural Resources Management. **Conservation Biology**, v. 10, n. 2, p. 328–337, 1996.

HUNTJENS, P.; LEBEL, L.; PAHL-WOSTL, C.; CAMKIN, J.; SCHULZE, R. et al. Institutional design propositions for the governance of adaptation to climate change in the water sector. **Global Environmental Change**, v. 22, p. 67–81, 2012.

HUNTJENS, P. **Water Management and Water Governance in a Changing Climate – experiences and insights on climate change adaptation in Europe, Asia, Africa and Asia. Ph.D. Thesis**. University of Osnabrueck, Institute for Environmental Systems Research: Eburon Academic Publishers, 2011.

_____. **População Residente Segundo as Unidades da Federação e Municípios**. Resolução Nº 4 de 28 de Agosto de 2017. Disponível em <<http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=58&data=30/08/2017>> . Acesso em: 10 de Maio de 2018.

ICWE. Dublin Statement on Water and Sustainable Development. Dublin: [s.n.], 1992.

_____. **International Conference on Water and the Environment. Development issues for the 2st century 26 - 31 January 1992**. ICWE. Dublin. 1992.

IPEA. Dinâmica regional e convergência de renda: uma análise para os municípios brasileiros selecionados no período 2002-2007. Brasília: IPEA, 2011

IPCC. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge and New York: Cambridge University Press, 2012. 582 p.

KNIEPER, C.; HOLTZ, G.; KASTENS, B.; PAHL-WOSTL, C. Analysing water governance in heterogeneous case studies—Experiences with a database approach. **Environmental science & policy**, v. 13, p. 592-603, 2010.

LEBEL, L.; ANDERIES, J. M.; CAMPBELL, B.; FOLKE, C.; HATFIELD-DODDS, S. Governance and the Capacity to Manage Resilience in Regional Social-Ecological Systems. **Ecology and Society**, v. 11(1): 19, p. s.n., 2006.

LEE, M. **Conceptualizing the new governance**: a new institution of social coordination. Presented at the Inst. Anal. Dev. Mini-Conf., May 3–5, Workshop Polit. Theory Policy Anal. Indiana Univ., Bloomington: [s.n.]. 2003.

LEFF, E. Complexidade, Interdisciplinaridade e Saber Ambiental. In: PHILLIPI JUNIOR, A. et al. **Interdisciplinaridade em ciências ambientais**. São Paulo: Signus, 2000. p. 19-51.

Linton, J. and Budds, J. **The hydrosocial cycle**: defining and mobilizing a relational-dialectical approach to water. **Geoforum**, 57, 170–180, 2014.

LIU, J. et al. Complexity of coupled human and natural systems. **Science**, 317(5844): 1513-1516, 2007.

MACHLIS, G. E. et al. The human ecosystem part I: the human ecosystem as an organizing concept in ecosystem management. **Society & Natural Resources**, 10(4): 347-367, 1997.

MARENGO, J. Mudanças climáticas globais e regionais: avaliação do clima atual do Brasil e projeções de cenários climáticos do futuro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, n. 16, p. 1-18, 2002.

_____. **Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil**. PARCERIAS ESTRATÉGICAS BRASÍLIA, DF N.27, p. 155, 2008.

MARQUES, E., OLIVEIRA, L. Mudanças climáticas no Nordeste Brasileiro e refugiados ambientais, 2016. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/viewFile/233696/27273>>. Acesso em: 30 de maio de 2018.

MILLY, P. C. D.; BETANCOURT, J.; FALKENMARK, R.; HIRSCH, M.; KUNDZEWICZ, Z. W. et al. Stationarity is dead: whither water management? **Science**, v. 319, p. 573-574, 2008.

MI – MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. **Projeto de Integração do Rio São Francisco**. Disponível em: <<http://www.mi.gov.br/web/projeto-sao-francisco>>. Acesso em: 20 de Abril de 2018.

MOLLE, F. Marcos Históricos e Reflexões sobre a Açudagem e seu Aproveitamento. Recife: (Brasil.SUDENE.Hidrologia, 30)"Convênio SUDENE/ORSTOM", 1994.

NORBERG J. WILSON J. WLAKER B. OSTROM E. Diversity and Resilience of Social-Ecological Systems (In): NORBERG, J. CUMMING, G. S (Eds.) **Complexity theory for a sustainable future**. New York: Columbia University Press, p. 46-79, 2008.

OCDE, Diffuse Pollution, Degraded Waters: Emerging Policy Solutions, **OECD Publishing**, Paris, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1787/9789264269064-en>>. Acesso em: 15 de Maio de 2018.

OSTROM, E. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. **Science**, v 325: 419-422, 2009.

OSTROM, E. **Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action**. New York (The Political Economy of Institutions and Decisions): Cambridge University Press, 1990.

PAHL-WOSTL, C. Requirements for Adaptive Water Management. In: PAHL-WOSTL, C.; KABAT, P.; MÖLTGEN, J. **Adaptive and Integrated Water Management. Coping with Complexity and Uncertainty**. Heidelberg: Springer Verlag, 2007a. p. 1-22.

PARAÍBA. Agência de Águas do Estado da Paraíba. **Manual de Fiscalização do Uso dos Recursos Hídricos do Estado da Paraíba**, João Pessoa – PB, AESA, 2012.

_____. **Relatório de atividades da AESA ano: 2007**, 2007. Disponível em:<http://www.aesa.pb.gov.br/relatorios/atividades/arquivos/Relatorio_de_Atividades_AESA_2007.pdf>. Acesso em: 30 de Abril de 2018.

_____. **Sustentabilidade Hídrica do Açude Epitácio Pessoa; Vazão Regularizável X Evolução de Demandas**; Documento de Referência. João Pessoa: AAGISA, 2004.

PICKETT S. T. A., et al. A conceptual framework for the study of human ecosystems in urban areas. **Urban Ecosystems** 1: 185-99, 1997.

Postel, S.L., Daily, G.C., and Ehrlich, P.R. **Human appropriation of renewable freshwater**. **Science**, 271, 785–788, 1996.

PORTALEDUCAÇÃO. **A gestão ambiental integra em seu significado**. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/biologia/a-gestao-ambiental-integra-em-seu-significado/27058>>. Acesso em: 04 de Abril de 2018.

REBOUÇAS, A da C. **Água na Região Nordeste: desperdício e escassez.** **Estudos Avançados**, v. 11, no. 29, 1997, p. 127-154. 21 BRASIL, MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Cartilha Nova Delimitação do Semiárido, Brasília, 2005.

RÊGO, J. C.; RIBEIRO, M. M. R.; ALBUQUERQUE, J. P. T.; GALVÃO, C. O. Participação da sociedade na crise 1998-2000 no abastecimento d'água de campina grande-PB, Brasil. **IV Diálogo Interamericano de Gerenciamento de Águas**, Foz do Iguaçu, setembro 2001.

SANDERSON, E.W., et al., 2002. **The human footprint and the last of the wild.** *BioScience*, 52, 891–904.

SECTMA/AESA. PERH-PB: **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado da Paraíba, Resumo Executivo & Atlas.** Brasília: Consórcio TC/BR – Concremat, 2006. 112 p.

SILANS, A. M. B. P. Alternativas científicas e tecnológicas para o abastecimento de água no semi-árido. In: ADENAUER, F. K. **Água e desenvolvimento sustentável no Semi-Árido, Série Debates**, no 24. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, 2004. p. 133- 160.

SILVA, A. C. S. **Análise Institucional da Governança da Água para Adaptação à Variabilidade e Mudança Climática.** Um caso no Semiárido Brasileiro (1997-2013). 170 f. Campina Grande, 2014.

SILVA, A. C. S., et al. **Droughts and governance impacts on water scarcity: an analysis in the Brazilian semi-arid.** Extreme Hydrological Events, IAHS. June 2015.

Sivapalan, M. and Blöschl, G. Time scale interactions and the coevolution of humans and water. **Water Resources Research**, 51 (9), 6988–7022, 2015.

Sivapalan, M., Savenije, H.H., and Blöschl, G., 2012. Socio-hydrology: a new science of people and water. **Hydrological Processes**, 26, 1270–1276.

SOUZA FILHO, F. **Variabilidade e mudança climática nos semi-áridos brasileiros.** In: TUCCI, C. E.; BRAGA, B. Clima e recursos hídricos no Brasil. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos FBMC/ANA, 2003.

STERN, P. C.; DIETZ, T.; OSTROM, T. E. **Environ Pract.**, v. 4, 61, 2002.

STOKER, G. **Governance as theory:** five propositions. Oxford, Malden: UNESCO, 1998. 17–28 p.

SUDENE. **DELIMITAÇÃO DO SEMIÁRIDO**, 2017. Disponível em: <<http://sudene.gov.br/planejamento-regional/delimitacao-do-semiarido>>. Acessado em: 20 de Maio de 2018.

TEÓFILO, Rodolfo. **A FOME.** Ultima Edição. ed. Ceará: Tordesilhas, 2011. 380 p.

TILLY, C. **Big structures, large processes, huge comparisons.** New York: Russell Sage Foundation, 1984. 176 pp

TUCCI, C. E. **Impactos da variabilidade climática e uso do solo sobre os recursos hídricos.** Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas. Câmara Temática sobre Recursos Hídricos, 2002.

TURNER, B.; KASPERSON, R.; MATSON, P.; MCCARTHY, J.; CORELL, R. A Framework for Vulnerability Analysis in Sustainability Science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, v. 100, n. 14, p. 8074–79, 2003.

TURNER, B. L. Vulnerability and resilience: coalescing or parallelizing approaches for sustainability science? **Global Environmental Change**, v. 20, n. 4, p. 570–576, 2010.

UOL. **Seca no Nordeste.** Açude seca e racionamento de água vira rotina para 19 cidades na Paraíba, 2016. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2016/11/17/seca-na-pariba.htm>>. Acesso em: 20 de Maio de 2018.

UNDP. **Beyond Scarcity:** Power, Poverty and the Global Water Crisis. New York. 2006.

_____. Human Development Report 2011 - **Sustainability and Equity:** A Better Future for All. New York: UNDP, 2011.

_____. **Water Governance for Poverty Reduction, Key Issues and the UNDP Response to Millennium Development Goals.** New York: UNDP - United Nations Development Programme, 2004.

VEIGA, L. B. E.; MAGRINI, A. The Brazilian Water Resources Management Policy: Fifteen Years of Success and Challenges. *Water Resour Manage. Water resource Management*, v. 27, p. 2287–2302, 2013.

VIEIRA, Z. M. C. L. **Metodologia de Análise de Conflitos na implantação de medidas de gestão de demanda de água – Tese de Doutorado.** Campina Grande: UFCG, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2008. 238 p.

VIEIRA, Z. M. C. L.; RIBEIRO, M. M. R. A methodology for first- and second-order water conflicts analysis. **Water Policy**, v. 12, p. 851 – 870, 2010.

WEB C.; BODIN O. **A Network Perspective on Modularity** (In): NORBERG, J. CUMMING, G. S (Eds.) Complexity theory for a sustainable future. New York: Columbia University Press, p 85-118, 2008.

YOUNG, O. R. **PUBLIC ADMINISTRATION AND PUBLIC POLICY - The Institutional Dimensions of Environmental Change.** [S.I.]: Encyclopedya of Life Support System (EOLSS), v. II, 2002.

ANEXO A – DOMÍNIO DOS CORPOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS ESTADO DA PARAÍBA

MAPA DE LOCALIZAÇÃO - BRASIL



MAPA DE LOCALIZAÇÃO - ESTADO



ESTADO DA PARAÍBA
Convenções Cartográficas

- ★ Capitais
- Cidades com mais de 200 Mil Hab.
- Cidades entre 200 e 50 Mil Hab.
- △ Cidades com 50 Mil Hab.
- ▲ Cidades com menos de 50 Mil Hab.
- ▲ Usinas Hidrelétricas em Operação em Cursos d' Água de Domínio da União
- ~~~~ Curso d' Água de Domínio da União
- ~~~ Curso d' Água de Domínio do Estado
- Massa d' Água de Domínio da União
- Massa d' Água (Obra da União)
- Massa d' Água de Domínio do Estado
- Regiões Hidrográficas
- Divisão Política Municipal
- Divisão Política Estadual
- Terra Indígena
- Unidade de Conservação

ANA
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Agência Nacional de Águas - ANA
Setor Potássio, Área 4, Quarteirão 3, Bloco 301, sala 301
Brasília-DF CEP: 70110-300
e-mail: metadebrasil@ana.gov.br

NOTAS E DESENHOS DE REFERÊNCIA
Sistema de Coordenadas Geográficas
Fonte: WGS 84

Divisão Política Estadual e Municipal, Unidades Hidrológicas (ANEEL),
Unidades de Conservação (CNAE), Terras Indígenas (FUNAI) e Base Hidrológica (ANA)



ESCALA GRÁFICA

0 5 10 20 30 40

ANEXO C – CURVA COTA X ÁREA X VOLUME EPITÁCIO PESSOA

Cota (m)	Área (m ²)	Volume (m ³)
340,36	0,00	0,00
342,36	200,00	4.000,00
343	37.223,00	16.994,00
344	70.593,00	70.593,00
345	142.867,00	174.286,00
346	257.180,00	366.771,00
347	421.869,00	707.956,00
348	631.536,00	1.230.617,00
349	873.903,00	1.981.542,00
350	1.158.564,00	2.990.176,00
351	1.506.467,00	4.314.820,00
352	1.866.251,00	5.996.469,00
353	2.261.179,00	8.058.687,00
354	2.697.741,00	10.529.191,00
355	3.217.443,00	13.477.904,00
356	3.859.121,00	17.006.273,00
357	4.556.783,00	21.217.917,00
358	5.260.937,00	26.112.154,00
359	6.158.316,00	31.819.531,00
360	7.030.425,00	38.416.664,00
361	8.020.009,00	45.934.680,00
362	8.999.597,00	54.453.579,00
363	10.013.408,00	63.965.416,00
364	11.031.533,00	74.490.376,00
365	12.260.463,00	86.139.409,00
366	13.693.060,00	99.074.597,00
367	15.486.319,00	113.650.769,00
368	17.365.964,00	130.099.018,00
369	19.443.185,00	148.504.719,00
370	21.743.159,00	169.122.415,00
371	24.590.550,00	192.184.935,00
372	26.752.308,00	217.765.387,00
373	29.120.116,00	245.796.027,00
374	31.256.425,00	276.130.869,00
375	33.046.998,00	308.486.064,00
376	34.539.523,00	342.495.505,00
377	36.142.787,00	377.846.134,00
377,55	38.135.841,00	397.990.704,00
377,9	39.623.321,00	411.686.287,00
378	39.896.103,00	415.686.280,00
378,36	40.887.353,00	430.306.813,00
379	42.685.456,00	457.161.798,00
380	45.587.858,00	501.383.005,00

Fonte: AESA

ANEXO C – VALORES ARRECADADOS COM A COBRANÇA DE ÁGUA BRUTA

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA

VALORES ARRECADADOS COM A COBRANÇA DA ÁGUA BRUTA

ANO	PARAÍBA	ABIAÍ	GRAMAME	MIRIRI	MAMANGUAPE	CAMARATUBA	CURIMATAÚ	GUAJU	JACU	PIRANHAS	TRAIRÍ
2015	R\$ 141.033,24	R\$ 66.127,21	R\$ 111.571,17	R\$ 40.310,26	R\$ 27.353,05	R\$ 15.175,20	R\$ -	R\$ 6.618,53	R\$ 455,18	R\$ -	R\$ -
2016	R\$ 240.519,16	R\$ 97.469,95	R\$ 142.517,74	R\$ 142.541,47	R\$ 63.836,40	R\$ 37.862,05	R\$ 1.157,34	R\$ 9.909,93	R\$ 30,27	R\$ -	R\$ -
2017	R\$ 349.734,42	R\$ 102.843,84	R\$ 95.410,73	R\$ 145.562,05	R\$ 71.928,08	R\$ 17.369,29	R\$ 2.741,02	R\$ 1.501,62	R\$ 280,52	R\$ -	R\$ 18,70
TOTAL:	R\$ 731.286,82	R\$ 266.441,00	R\$ 349.499,64	R\$ 328.413,78	R\$ 163.117,53	R\$ 70.406,54	R\$ 3.898,36	R\$ 18.030,08	R\$ 765,97	R\$ -	R\$ 18,70

TOTAL GERAL: R\$ 1.931.878,42

Fonte: AESA