



PPGECA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
ÁREA: RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL

MAYCON BRENO MACENA DA SILVA

**ANÁLISE DE MÚLTIPLOS ASPECTOS DA GOVERNANÇA DA ÁGUA EM
SISTEMAS HÍDRICOS LOCAIS**

CAMPINA GRANDE – PB

2022

MAYCON BRENO MACENA DA SILVA

**ANÁLISE DE MÚLTIPLOS ASPECTOS DA GOVERNANÇA DA ÁGUA EM
SISTEMAS HÍDRICOS LOCAIS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil e Ambiental.

Orientadora: Prof.^a Márcia Maria Rios Ribeiro

CAMPINA GRANDE – PB

2022

S586a Silva, Maycon Breno Macena da.
Análise de múltiplos aspectos da governança da água em sistemas hídricos locais / Maycon Breno Macena da Silva. – Campina Grande, 2022.
110 f. : il. : color.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2022.
"Orientação: Prof.^a Dr.^a Márcia Maria Rios Ribeiro".
Referências.

1. Monitoramento da Governança. 2. Alocação Negociada de Água. 3. Ciclo Adaptativo. 4. Panarquia. 5. Governança Adaptativa. I. Ribeiro, Márcia Maria Rios. II. Título.

CDU 628.17(043)

MAYCON BRENO MACENA DA SILVA

**ANÁLISE DE MÚLTIPLOS ASPECTOS DA GOVERNANÇA DA ÁGUA EM
SISTEMAS HÍDRICOS LOCAIS**

O presente trabalho em nível de mestrado foi avaliado no dia 15 de fevereiro de 2022, por banca examinadora composta pelos seguintes membros:



Prof.ª Márcia Maria Rios Ribeiro

Orientadora – Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Unidade Acadêmica de Engenharia Civil



Prof. Camilo Allyson Simões de Farias

Examinador Externo – Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental



Prof.ª Suzana Maria Gico Lima Montenegro

Examinadora Externa – Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental

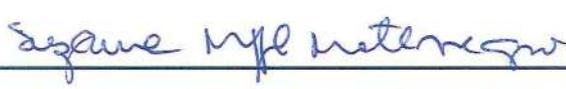
CAMPINA GRANDE – PB

2022



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
 POS-GRADUACAO ENGENHARIA CIVIL AMBIENTAL
 Rua Aprigio Veloso, 882, - Bairro Universitario, Campina Grande/PB, CEP 58429-900

REGISTRO DE PRESENÇA E ASSINATURAS

1. **ATA DA DEFESA PARA CONCESSÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**
2. **ALUNO(A): MAYCON BRENO MACENA DA SILVA / COMISSÃO EXAMINADORA: DR.ª LÊDA CHRISTIANE DE FIGUEIREDO LOPES LUCENA - PPGECA/UFCG (PRESIDENTE), DR. CAMILO ALLYSON SIMÕES DE FARIAS - UFCG – EXAMINADOR EXTERNO, DR.ª SUZANA MARIA GICO LIMA MONTENEGRO – UFPE - EXAMINADORA EXTERNA (PORTARIA 02/2022). / TITULO DA DISSERTAÇÃO: “ANÁLISE DE MÚLTIPLOS ASPECTOS DA GOVERNANÇA DA ÁGUA EM SISTEMAS HÍDRICOS LOCAIS” / ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL / HORA DE INICIO: 08:30 HORAS / FORMA DA SESSÃO: POR VÍDEO CONFERÊNCIA.**
3. **EM SESSÃO REALIZADA POR VÍDEO CONFERÊNCIA, APÓS EXPOSIÇÃO DE CERCA DE 40 MINUTOS, O(A) CANDIDATO(A) FOI ARGUIDO(A) ORALMENTE PELOS MEMBROS DA COMISSÃO EXAMINADORA, TENDO DEMONSTRADO SUFICIÊNCIA DE CONHECIMENTO E CAPACIDADE DE SISTEMATIZAÇÃO NO TEMA DE SUA DISSERTAÇÃO, SENDO-LHE ATRIBUÍDA O CONCEITO “APROVADO”. O PRESIDENTE DA COMISSÃO EXAMINADORA, OUVIDOS OS DEMAIS MEMBROS, DEVERÁ FICAR RESPONSÁVEL POR ATESTAR QUE AS CORREÇÕES SOLICITADAS NA LISTA DE EXIGÊNCIAS FORAM ATENDIDAS NA VERSÃO FINAL DO TRABALHO. A COMISSÃO EXAMINADORA CUMPRINDO OS PRAZOS REGIMENTAIS, ESTABELECE UM PRAZO MÁXIMO DE 30 DIAS PARA QUE SEJAM FEITAS AS ALTERAÇÕES EXIGIDAS. NA FORMA REGULAMENTAR, FOI LAVRADA A PRESENTE ATA, QUE É ASSINADA POR MIM, WELLINGTON LAURENTINO DOS SANTOS, SECRETÁRIO, ALUNO E OS MEMBROS DA COMISSÃO EXAMINADORA PRESENTES.**
4. **CAMPINA GRANDE, 15 DE FEVEREIRO DE 2022**
- 5.
6. 
7. **SUZANA MARIA GICO LIMA MONTENEGRO – UFPE - EXAMINADORA EXTERNA**



Documento assinado eletronicamente por **LEDA CHRISTIANE DE FIGUEIREDO LOPES LUCENA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 17/02/2022, às 16:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018.



Documento assinado eletronicamente por **WELLINGTON LAURENTINO DOS SANTOS, SECRETÁRIO (A)**, em 18/02/2022, às 10:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018.



Documento assinado eletronicamente por **MAYCON BRENO MACENA DA SILVA, Usuário Externo**, em 18/02/2022, às 12:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018.



Documento assinado eletronicamente por **CAMILO ALLYSON SIMOES DE FARIAS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 18/02/2022, às 17:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufcg.edu.br/autenticidade>, informando o código verificador **2125351** e o código CRC **7E30129A**.

Referência: Processo nº 23096.002814/2022-86

SEI nº 2125351

Aos meus pais, principais responsáveis por quem eu sou e pela fonte infindável de amor que colocaram diante de mim.

AGRADECIMENTOS

Antes de tudo, preciso ser grato ao ensino público de qualidade que tive acesso durante toda minha trajetória educacional. Fator que foi determinante para que eu chegasse até aqui.

Aos meus pais, que ofereceram todo suporte que estava ao alcance deles, sobretudo, minha mãe, ouvinte mais atenta de todas as minhas alegrias e angústias.

À minha orientadora Márcia Maria Rios Ribeiro por todo direcionamento, paciência e conhecimentos transmitidos. Durante todo tempo de orientação conseguiu me passar ensinamentos para além do saber científico, mesmo em momentos atípicos.

A Wesley por sempre se fazer presente, me compreender e estar disponível para ler com muita dedicação tudo que escrevi ao longo dos últimos anos.

Às minhas queridas amigas, Morgana e Janine, que todos os dias constroem em mim um lugar de carinho crucial para quem eu sou como pessoa.

A todos meus outros amigos e amigas que estiveram bastante próximos nos últimos dois anos como Cristina, Derlan, Eros, Jairo, Itinho e Stive. A eles devo muito carinho e atenção.

A todos que colaboraram de alguma forma com a pesquisa, seja na coleta de opinião em uma das etapas metodológicas ou nos comentários pertinentes feitos durante os seminários do PPGECA.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida para realização da pesquisa no âmbito do PPGECA, algo crucial para que eu pudesse me dedicar com firmeza na pesquisa e permanecer nela. Também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do Projeto “Governança de água: análise e avaliação em contexto de múltiplas escalas e dupla dominialidade” (processo 421877/2018-9) do qual esta pesquisa faz parte.

Pra onde vão os trens meu pai? Para Mahal,
Tamí, para Camirí, espaços no mapa, e depois
o pai ria: também pra lugar algum meu filho, tu
podes ir e ainda que se mova o trem tu não te
moves de ti.

(Hilda Hilst, Tu não te moves de ti, 1980)

E ainda que as janelas se fechem, meu pai, é
certo

[que amanhece.

(Hilda Hilst, Odes maiores ao pai, 1963-1966)

RESUMO

Grande parte das crises hídricas são atribuídas a problemas de governança da água, o que sugere a necessidade de constante aperfeiçoamento e análise da governança. Por ser um fenômeno complexo, muitos podem ser os aspectos da governança a serem investigados. Diante disso, esta pesquisa teve como objetivo propor um percurso metodológico capaz de analisar múltiplos aspectos associados à governança da água no sistema hídrico local composto pelo Reservatório Eptácio Pessoa, no Estado da Paraíba. Os aspectos escolhidos foram o monitoramento da governança, a alocação de água, a dinâmica sistêmica, as relações existentes entre diferentes níveis de planejamento e o caráter adaptativo da governança. Para isso foram sugeridas maneiras de aperfeiçoar a aplicação de ferramentas consolidadas, como a estrutura heurística do ciclo adaptativo, tornando a análise quali-quantitativa; a utilização de ferramentas recentes, como o protocolo de monitoramento da governança criado pelo Observatório das Águas; e a investigação baseada em exploração de dados e informações disponíveis, com o auxílio de análise documental e análise de conteúdo. Cada ferramenta metodológica se utilizou de diferente escala temporal. O monitoramento da governança se mostrou importante para identificar lacunas a serem corrigidas. A dinâmica sistêmica e o histórico de interações entre os sistemas macro e micros permitiram encontrar variáveis rápidas e lentas que afetam o Reservatório Eptácio Pessoa e apontam para a possibilidade de uma governança baseada em aprendizagem. A investigação ainda permitiu identificar um caráter adaptativo na dimensão legal e institucional da governança e que as características que favorecem a adaptação estão distribuídas entre os vários níveis de planejamento que afetam o sistema hídrico local analisado. Somado a esses resultados, nota-se que a alocação negociada de água tem assumido um papel crucial no fortalecimento da governança do reservatório estudado. Por fim, acredita-se que o arranjo metodológico apresentado e os resultados alcançados servirão para possibilitar novas análises da governança da água em outros sistemas e apontam para necessidade de considerar os sistemas hídricos locais como nível de planejamento estratégico.

Palavras-chave: Monitoramento da governança; Alocação negociada de água; Ciclo adaptativo; Panarquia; Governança adaptativa.

ABSTRACT

Most water crises are attributed to water governance problems, which suggest the need for constant governance improvement and analysis. Since it is a complex phenomenon, there can be many aspects to be investigated. Therefore, this research aims to propose a methodological approach capable of analyzing multiple aspects associated with water governance in the local water system composed of the Epitácio Pessoa Reservoir, in the State of Paraíba, Brazil. The aspects chosen were governance monitoring, water allocation, systemic dynamics, the relationships between different levels of planning and the governance adaptive character. To reach our objective, we suggested ways to improve the application of consolidated tools, such as the heuristic structure of the adaptive cycle, making the analysis qualitative and quantitative; the use of recent tools, such as the governance monitoring protocol created by Observatório das Águas (Water Observatory); and investigation based on the exploration of available data and information, using a document analysis and content analysis. Each methodological tool used a different time scale. Governance monitoring proved to be important to identify gaps to be corrected. The systemic dynamics and the history of interactions between the macro and micro systems allowed us to find fast and slow variables that affect the Epitácio Pessoa Reservoir and point to the possibility of governance based on learning. The investigation also made it possible to identify an adaptive character in the legal and institutional dimension of the water governance and that the characteristics that favor adaptation are distributed among the various planning levels that affect the analyzed local water system. In addition to these results, it can be noted that the negotiated water allocation has assumed a crucial role in strengthening the governance of the investigated reservoir. Finally, we believe that the methodological arrangement presented and the results achieved will serve to enable new analyses of water governance in other systems and point to the need to consider local water systems as a level of strategic planning.

Keywords: Governance monitoring; Negotiated allocation of water; adaptive cycle; Panarchy; Adaptive governance.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 – Mapa de localização do Reservatório Epitácio Pessoa. | 16 |
| Figura 2 – Cronologia do conflito pelo uso da água no Reservatório Epitácio Pessoa..... | 18 |
| Figura 3 – Fluxograma metodológico para analisar a alocação negociada de água e monitorar a governança. | 24 |
| Figura 4 – Indicadores para monitoramento da governança da água. | 25 |
| Figura 5 – Classes para classificação da governança e das suas dimensões. | 26 |
| Figura 6 – Avaliação dos indicadores do OGA (2019) para o reservatório Epitácio Pessoa. . | 29 |
| Figura 7 – Visualização tridimensional do ciclo adaptativo. | 35 |
| Figura 8 – Representação da panarquia como aninhamento de ciclos adaptativos..... | 37 |
| Figura 9 – Fluxograma metodológico para compreender a dinâmica sistêmica e a relação com outros sistemas..... | 38 |
| Figura 10 – Fases dos ciclos adaptativos no reservatório Epitácio Pessoa. | 41 |
| Figura 11 – Relações panárquicas com sistemas de diferentes níveis de planejamento. | 46 |
| Figura 12 – Níveis utilizados para análise do caráter adaptativo da governança das águas. .. | 56 |
| Figura 13 – Fluxograma metodológico para análise da dimensão legal e institucional da governança da água. | 57 |
| Figura 14 – Diagrama de fluxo para os aspectos da governança regidos por dispositivos jurídicos e normativos nos níveis analisados..... | 63 |
| Figura 15 – Redes de conexões para os indicadores da governança adaptativa nos níveis analisados. Links na cor vermelha ligam os níveis aos dispositivos analisados e os links na cor azul ligam os níveis ao indicador e, posteriormente, ao dispositivo em que ele foi identificado. | 65 |
| Figura 16 – Matriz e funcionamento do SINGREH adaptado de ANA (2020c) e acrescentado o nível de sistema hídrico local. | 67 |
| Figura 17 – Dados do COMAR para o monitoramento do volume do Reservatório Epitácio Pessoa. | 69 |
| Figura 18 – Características do processo de alocação negociada de água associadas a aspectos que favorecem a governança adaptativa..... | 70 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 – Maneira que a resiliência, potencial e conectividade estão associados à dinâmica do sistema. ↑ indica alto valor e ↓ indica baixo valor de alguma das três características. | 44 |
| Tabela 2 – Classificação das variáveis em rápidas ou lentas..... | 49 |
| Tabela 3 – Dispositivos analisados para investigar a governança das águas considerando o sistema hídrico composto pelo reservatório Epitácio Pessoa. | 59 |
| Tabela 4 – Diretrizes para investigação do papel da lei na governança adaptativa..... | 61 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

CAGEPA – Companhia de Água e Esgotos da Paraíba

CBH-PB – Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba

CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

COMAR – Coordenação de Marcos Regulatórios e Alocação de Água

CPT – Comissão Pastoral da Terra

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

FI – Fisher Information

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OGA – Observatório das Águas

PISF – Projeto de Integração do Rio São Francisco

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SSE – Sistema Socioecológico

TAA – Termos de Alocação de Água

SUMÁRIO

| | |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 1.1. OBJETIVOS | 14 |
| 1.1.1. <i>Geral</i> | 14 |
| 1.1.2. <i>Específicos</i> | 14 |
| 1.2. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO | 15 |
| 2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO | 16 |
| 3. ALOCAÇÃO NEGOCIADA DE ÁGUA E MONITORAMENTO DA GOVERNANÇA | 21 |
| 3.1. CONTEXTUALIZAÇÃO | 21 |
| 3.2. METODOLOGIA | 23 |
| 3.2.1. <i>Análise da alocação negociada de água</i> | 24 |
| 3.2.2. <i>Monitoramento da governança da água</i> | 25 |
| 3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 27 |
| 3.3.1. <i>Processo de alocação negociada de água</i> | 27 |
| 3.3.2. <i>A situação da governança da água</i> | 28 |
| 3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 32 |
| 4. DINÂMICA SISTÊMICA E CONEXÃO A SISTEMAS MAIORES E MENORES | 34 |
| 4.1. CONTEXTUALIZAÇÃO | 34 |
| 4.2. METODOLOGIA | 38 |
| 4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 40 |
| 4.3.1. <i>Dinâmica do sistema</i> | 40 |
| 4.3.2. <i>Relações com macros e micros sistemas</i> | 45 |
| 4.3.3. <i>Variáveis rápidas e lentas</i> | 48 |
| 4.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 50 |
| 5. O CARÁTER ADAPTATIVO DA GOVERNANÇA DA ÁGUA | 52 |
| 5.1. CONTEXTUALIZAÇÃO | 52 |
| 5.2. METODOLOGIA | 55 |
| 5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 63 |
| 5.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 72 |
| 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES | 74 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 77 |
| ANEXO – TERMOS DE ALOCAÇÃO DE ÁGUA 2019-2020 E 2020-2021 | 95 |

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

O Brasil vivencia nos últimos anos severas crises hídricas que impactam os usos múltiplos da água (GETIRANA; LIBONATI; CATALDI, 2021). Crises hídricas são atribuídas, sobretudo, aos problemas de governança da água em vários níveis de planejamento e não, necessariamente, à quantidade de recursos disponíveis (PAHL-WOSTL, 2017; RIBEIRO; FORMIGA-JOHNSON, 2019; SILVA *et al.*, 2017). Podem ser intensificadas por sistemas de governança e políticas de recursos hídricos orientados por soluções simplistas, como as privatizações e a descentralização sem coordenação entre os diversos centros de poder (PAHL-WOSTL, 2019). Para Lima *et al.* (2018) as estratégias de governança são importantes para permitir o enfrentamento das crises hídricas.

O conceito de governança é polissêmico (ARMITAGE; LÖE; PLUMMER, 2012) e, por isso, podem ser encontradas diversas definições para a governança da água. A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2015) entende que a governança da água é o conjunto de normas técnicas e jurídicas, ações, instituições (formais ou não) e processos administrativos que levam os atores envolvidos a se articular, tomar decisões acerca da gestão e implementá-las. Dessa forma, a gestão e a governança não têm conceitos sinônimos. A gestão envolve as decisões operacionais, como monitoramento e análise da água e implementação de medidas (ARMITAGE; LÖE; PLUMMER, 2012; PAHL-WOSTL, 2009) e é regulada pela governança (ÖZEROL *et al.*, 2018). Para Knieper e Pahl-Wostl (2016), a governança combinada a outros fatores sociais gera boas práticas de gestão dos recursos hídricos, mas o conhecimento acerca da governança da água ainda é limitado, o que explica este ser um campo do conhecimento acadêmico em rápido crescimento (PAHL-WOSTL, 2017).

A governança da água se depara com diferentes desafios na atualidade, sejam na dimensão social (como as formulações das políticas e distribuição dos recursos hídricos), sejam na dimensão ecológica (como as mudanças climáticas). Para resolver essas barreiras muitos aspectos precisam ser considerados e analisados: monitoramento da governança; alocação de recursos; a dinâmica dos sistemas hídricos, que inclui a análise da resiliência; o aninhamento de um sistema a outros maiores e menores; e a adaptação.

Portanto, são múltiplas as frentes de ação e de melhorias ao tratar da governança para que esse processo seja capaz de responder aos desafios postos, permitindo alcançar sistemas

hídricos com desempenho dentro de limites desejáveis. Somado a isso, melhorar a governança da água também pode ser uma maneira de fortalecer diretamente o sexto dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que corresponde à disponibilidade e gestão sustentável da água potável e saneamento. Ainda indiretamente poderia fortalecer os ODS 11, 12, 16 e 17, justificando a necessidade de se analisar a governança para torná-la robusta.

Ainda nessa discussão, é necessário considerar os diversos níveis de planejamento dos recursos hídricos para obter bons resultados da governança da água (PAHL-WOSTL, 2017). No Brasil a unidade territorial de gestão é a bacia hidrográfica (BRASIL, 1997), mas o planejamento ocorre também no nível de país, estados federados, sub-bacias e sistemas hídricos locais. Nesta pesquisa chama-se de **sistema hídrico local**, o arranjo composto por um ou mais reservatórios, os atores envolvidos na sua exploração e gestão, e as normas que regulamentam os usos. O planejamento nesse nível passou a ser mais visibilizado nacionalmente com a criação da Coordenação de Marcos Regulatórios e Alocação de Água (COMAR), parte da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) responsável por facilitar a alocação água em reservatórios (ANA, 2017). Também merece destaque a atuação dos Conselhos Gestores de Reservatórios (CONSUS) no Estado de Pernambuco, sendo colegiados formados por diversos setores da sociedade para atuar na área de influência de um reservatório.

As evidências de Nagendra e Ostrom (2014) de que sistemas compostos por reservatórios são sistemas socioecológicos (SSE) locais, também colabora com esse entendimento, pois possuem uma dimensão ecológica (o reservatório e sua bacia de drenagem) e uma dimensão social (regras e atores envolvidos na exploração ou conservação). Os SSE são sistemas em que se observa a conexão entre sociedade e natureza como componentes integrados, mesmo que sejam considerados também autônomos (BERKES; FOLKE, 1998). Portanto, nos SSE a governança de recursos naturais está atrelada, fundamentalmente, à dimensão social.

Dentro de uma mesma bacia hidrográfica podem haver diversos sistemas hídricos locais com características, dinâmicas e conflitos distintos, como expõem Vieira e Ribeiro (2010). Portanto, é possível que uma análise de ordem macro não consiga identificar com precisão e detalhes as problemáticas de nível local, dificultando a resolução das falhas e a capacidade desses sistemas se adaptar e resistir a estresses. A relevância do planejamento e governança no nível de sistema hídrico local é constatada por processos de alocação negociada de água em reservatórios, sejam os exemplos bem sucedidos no Estado do Ceará (AQUINO; SILVA; SILVA; 2019; PINHEIRO; CAMPOS; STUDART, 2011; SILVA *et al.*, 2019) ou os

recentemente implementados pela ANA em reservatórios no semiárido (ANA, 2021a). Reconhecer esses sistemas hídricos locais como unidades de gestão e planejamento é uma das recomendações feitas pelo Banco Mundial (2018) para alcançar o fortalecimento da PNRH e responder melhor aos problemas enfrentados pelo setor de recursos hídricos. A maneira como aqui estão definidos os sistemas hídricos locais muito se assemelha a denominação de **hidrossistemas** utilizada por outros autores (SILVA, AQUINO; SOUZA FILHO, 2017).

Ainda assim, pouco foi discutido sobre a governança da água nesses sistemas. Algumas contribuições nesse sentido são as de Silva *et al.* (2017) e Bezerra, Vieira e Ribeiro (2021), que buscaram identificar a presença ou ausência de princípios que favorecem uma boa governança. Mas ainda são muitos os aspectos que carecem de análise e de metodologia adequada para serem investigados com mais profundidade.

Diante desse cenário, o presente trabalho se propôs a apresentar um percurso metodológico capaz de compreender múltiplos aspectos associados à governança da água em sistemas hídricos locais. Sendo estes aspectos o monitoramento, a alocação de água, a dinâmica sistêmica, as relações com outros sistemas e a adaptação, de modo a oferecer conhecimento capaz de fortalecer os elementos da governança em curso.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Geral

Propor um conjunto metodológico para analisar múltiplos aspectos associados à governança da água do sistema hídrico local composto pelo Reservatório Epitácio Pessoa, na bacia do rio Paraíba, na Paraíba, para indicar aspectos a serem melhorados.

1.1.2. Específicos

- Verificar a possibilidade de monitoramento da governança de água em um sistema hídrico local e compreender os benefícios da alocação negociada de água;
- Analisar a dinâmica sistêmica de um sistema hídrico local e as relações com sistemas maiores e menores numa escala espacial de análise;
- Realizar uma avaliação multinível para investigar o caráter adaptativo da governança da água.

1.2. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está estruturada em seis capítulos. O **Capítulo I** refere-se à introdução sobre a temática a ser abordada em todo o texto e apresenta o objetivo geral e os específicos do trabalho. O **Capítulo II** apresenta a área de estudo analisada em todo o trabalho, incluindo características cruciais para a contextualização e entendimento dos capítulos seguintes. Os **Capítulos III, IV e V** apresentam os procedimentos metodológicos e resultados sobre os aspectos que envolvem a governança da água. Cada um destes três capítulos está relacionado a um dos objetivos específicos definidos, de modo que ao fim satisfazem o objetivo geral. Conclui-se o texto com o **Capítulo VI**, que apresenta as conclusões do trabalho, orientações para fortalecer a governança na área de estudo e recomendações para futuras pesquisas.

CAPÍTULO II

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Reservatório Epitácio Pessoa, popularmente conhecido como Boqueirão, foi projetado e construído entre 1953 e 1956 pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). Tem a segunda maior capacidade de armazenamento entre os açudes do estado da Paraíba, 466.525.964 m³. Se localiza na parte semiárida da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, entre os limites do Alto e Médio curso do rio (Figura 1). O clima é quente segundo a classificação de Köppen e tem uma estação seca que se fixa na região de nove a dez meses por ano (NUNES; GALVÃO; RÊGO, 2016). A região em que se situa é caracterizada por baixos índices pluviométricos (média anual de aproximadamente 600 mm) e alta evapotranspiração potencial (média anual de aproximadamente 1.100 mm) (SILVA *et al.* 2017; SILVA *et al.* 2021).

Figura 1 – Mapa de localização do Reservatório Epitácio Pessoa.



Fonte: Elaborada pelo autor com dados do Sistema de Informação do INSA e do Geo Portal da AESA.

O semiárido do Estado da Paraíba é formado, substancialmente, por rios intermitentes. Portanto, a demanda de água se apoia na exploração de águas subterrâneas ou, em maior proporção, no volume armazenado em reservatórios, como o Epitácio Pessoa. Esse corpo hídrico é responsável por abastecer 18 municípios que, juntos, somam uma população de cerca de 643 mil pessoas, segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020). Além do abastecimento público, o reservatório também é utilizado como

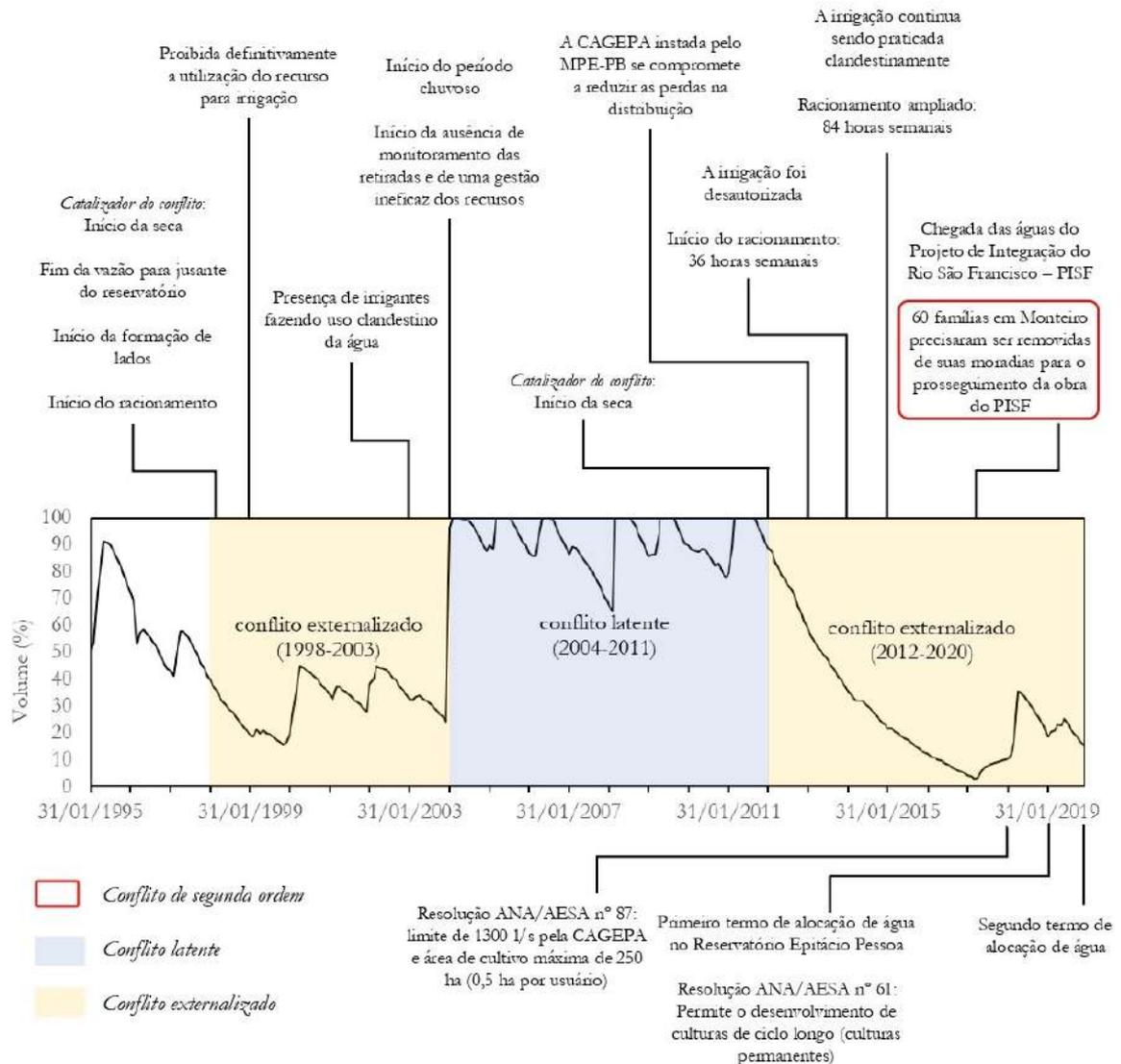
manancial para retirada de água para atividades de irrigação por mais de 400 usuários e também para atividades de pesca (ANA, 2021b).

Como foi construído com recursos financeiros federais o domínio da água armazenada é da União, mesmo que realize o barramento de um corpo hídrico de domínio estadual, o Rio Paraíba. Dessa forma, até chegar à bacia hidráulica do reservatório o domínio da água é do Estado da Paraíba, no reservatório o domínio se torna da União e ao defluir para o leito do rio volta a ser estadual. Assim, o órgão gestor dos recursos armazenados no Reservatório Epitácio Pessoa é a ANA, responsável por emitir outorgas e implementar os outros instrumentos de gestão que constam na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) (BRASIL, 1997). A ANA atua em parceria com a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA) na gestão do reservatório, delegando algumas funções.

Quanto aos instrumentos de gestão da PNRH, que também serão discutidos nos capítulos seguintes, se observa que a outorga é o instrumento que apresenta o melhor estágio de implementação. As informações sobre a situação do reservatório estão disponibilizadas, em grande parte, no espaço virtual da AESA. Dessa forma, mesmo não existindo um sistema de informações exclusivo, contém dados quantitativos atualizados, disponibilizados diariamente e de fácil acesso. A cobrança e o enquadramento não estão implementados ainda no reservatório, mas existe perspectiva para que isto ocorra, o primeiro devido à recente delegação da ANA para a AESA para que realize a cobrança, o segundo graças ao processo em curso de atualização do Plano Estadual de Recursos Hídricos e as discussões sobre esse instrumento. A bacia hidrográfica do Rio Paraíba tem um plano que data de 2001 que precisa ser atualizado pois não representa mais a situação da bacia (BEZERRA; VIEIRA; RIBEIRO, 2021), então trata-se de um instrumento que carece de melhorias para afetar positivamente o Reservatório Epitácio Pessoa.

O reservatório é marcado por um conflito pelo uso da água que teve sua cronologia explorada por Silva e Ribeiro (2021), resumida na Figura 2. A primeira crise teve início no ano de 1998, possuindo como catalizador o período seco de 1998-2003. Nesta escala temporal o conflito esteve externalizado com a formação de lados pelos usuários, o fim de vazão defluente do reservatório para perenização do rio, o início do racionamento para os municípios abastecidos e a proibição definitiva de utilização da água para irrigação (SILVA; RIBEIRO; MIRANDA, 2017).

Figura 2 – Cronologia do conflito pelo uso da água no Reservatório Epitácio Pessoa.



Fonte: Silva e Ribeiro (2021).

O ano de 2004 deu início a um período chuvoso que fez o conflito entrar em latência, isto é, quando são despercebidos por terem suas causas mais diretas ocultas. Isso ocorreu devido recargas consideráveis nos meses do período úmido de cada ano. O extravasamento da barragem passou a ideia de abundância constante da água que levou à ausência de monitoramento das retiradas e a uma gestão deficiente dos recursos, havendo pouco ou quase nenhum compromisso em implementar os instrumentos que constam na PNRH (RÊGO *et al.*, 2017).

Com uma segunda crise hídrica, iniciada em 2012 e mais severa, o conflito voltou a ficar externalizado. Em 2013, a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), notificada pelo Ministério Público Estadual, se comprometeu a reduzir as perdas na rede de distribuição

(SILVA; RIBEIRO; MIRANDA, 2017). Um ano depois, a prática da irrigação foi desautorizada, mesmo que durante todo esse período nenhum usuário dessa categoria tivesse solicitado outorga, e deu-se início ao racionamento no serviço de abastecimento. O reservatório sempre conviveu com demandas e retiradas maiores que sua vazão de regularização (BANCO MUNDIAL, 2018; RÊGO *et al.*, 2017), o que colaborou com a situação crítica. Em 2017, quando o volume do reservatório alcançou 3,18%, chegou para aporte do sistema as águas advindas do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF). Somente em 2019 teve início um processo de alocação negociada de água entre os usuários do reservatório, uma ferramenta participativa e descentralizada para uma gestão democrática dos recursos hídricos.

O reservatório está integrado a outros reservatórios estratégicos a montante (Poções e Camalaú) e a jusante (Argemiro de Figueiredo, mais conhecido como Acauã), ambos situados na mesma bacia hidrográfica. Na tentativa de solucionar rapidamente a situação caótica do Epitácio Pessoa em 2017, a aceleração das obras para chegada das águas do PISF gerou novos conflitos nos reservatórios a montante, como explicam Nunes e Ribeiro (2021). Já o reservatório Acauã tem se tornado cada vez mais dependente das defluências do Epitácio Pessoa, não apresentando recuperação substancial do volume armazenado na última década. O Reservatório Epitácio Pessoa foi escolhido como ponto focal de análise mesmo estando integrado a estes outros reservatórios da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba na tentativa de observar as suas particularidades.

A existência do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba (CBH-PB) é um aspecto essencial para que se desenvolva uma governança participativa, mas esse órgão apresentou algumas limitações desde a sua criação (BANCO MUNDIAL, 2018; RIBEIRO; VIEIRA; RIBEIRO, 2012) e tem atuado pouco para arbitrar as questões conflituosas do reservatório (BEZERRA; VIEIRA; RIBEIRO, 2021; SILVA; RIBEIRO, 2021), sendo esta uma de suas atribuições legais (BRASIL, 1997). Ressalta-se, entretanto, que o CBH-PB esteve bastante atuante quando das discussões e deliberações sobre a cobrança pelo uso da água bruta na bacia do Rio Paraíba (CBH-PB, 2008).

Devido a capacidade institucional limitada da ANA frente aos diversos problemas enfrentados no setor dos recursos hídricos no Brasil, tem-se identificado uma priorização em atuar de forma rápida em bacias hidrográficas estratégicas, demorando para responder ou não respondendo às demandas de corpos hídricos menores. Esse fato foi constatado pelo Banco Mundial (2018) ao comparar a atuação dessa entidade no enfrentamento das crises hídricas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e do Reservatório Epitácio Pessoa.

O sistema composto pelo Reservatório Epitácio Pessoa é considerado um SES por possuir uma dimensão ecológica e uma dimensão social. A parte ecológica é constituída, essencialmente, pelo reservatório e sua bacia de drenagem, responsáveis, respectivamente, pelo acúmulo de água e pelas dinâmicas hidrológicas que permitem o escoamento. A parte social é composta pelos atores envolvidos na exploração e gestão e pelo sistema de governança (ANA, AESA, CBH-PB, dentre outras), as políticas, regras e acordos (cabe destacar, principalmente, a PNRH, a Política Estadual de Recursos Hídricos e os acordos desenvolvidos no processo de alocação negociada de água) e todos os aspectos financeiros que dão suporte à governança e gestão (como o Fundo Estadual de Recursos Hídricos, o Progestão e o Procomitês).

CAPÍTULO III

3. ALOCAÇÃO NEGOCIADA DE ÁGUA E MONITORAMENTO DA GOVERNANÇA

3.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O meio ambiente é notadamente mais complexo devido às diversas interações que existem entre as atividades antrópicas e os recursos naturais. Essa complexidade sistêmica facilita a existência de conflitos ambientais. Segundo Pignatelli (2010), conflitos podem ser entendidos como processos multidimensionais transformadores em uma escala pessoal, social e política. Quando ocorrem no meio ambiente, na maioria das vezes os conflitos estão relacionados à proteção dos recursos naturais ou contrários à exploração destes (ACSELRAD, 2014).

Os conflitos podem ser classificados como latentes ou externalizados. Estando externalizados quando é possível identificar as ações dos atores envolvidos, e latentes quando são vistos como resolvidos ou despercebidos por terem suas causas mais diretas já abordadas (GALTUNG, 1996; LEAL, 2013). De fato, um conflito latente não está resolvido e deve voltar a ser externalizado quando houver algum estímulo.

Quando relacionados ao uso da água, os conflitos estão associados à escassez de recursos naturais e sociais (OHLSSON, 2000; VIEIRA; RIBEIRO, 2010). Os recursos sociais são constituídos pelas instituições e regras que devem gerenciar e, na melhor situação, evitar os conflitos. De acordo com Pedrosa (2020), há três tipos de conflitos relacionados aos recursos hídricos: o que ocorre quando a água está indisponível em quantidade ou qualidade por determinado período; conflitos decorrentes de planejamento setoriais discordantes; e, por último, os que são resultados de legislações correlatas desarmônicas. De acordo com os levantamentos feitos pela Comissão Pastoral da Terra (CPT, 2020), nos últimos dez anos há uma tendência de crescimento desses fenômenos e do número de famílias afetadas, o que requer preocupação e novos olhares para a resolução dessas problemáticas.

Muitos podem ser os catalizadores para esses conflitos, como as mudanças climáticas e crescimento na demanda em função dos processos de urbanização. Entretanto, muitos autores afirmam que o principal gatilho para escassez de recursos e, conseqüentemente, o desencadeamento de conflitos é a falta de uma governança robusta da água (CAP-NET, 2008;

OGA, 2019; PAHL-WOSTL, 2015; UNDP, 2013). Diante disso, faz-se necessário monitorar a governança da água para que seja possível obtê-la de forma eficaz e eficiente, minimizando as tensões entre os usuários dos recursos hídricos (PAHL-WOSTL, 2015; UNDP, 2013).

Nesse sentido, uma ferramenta recente para execução dessa ação é o Protocolo de Monitoramento de Governança das Águas do Observatório das Águas (OGA, 2019a). O Protocolo foi desenvolvido a partir do produto de reuniões com diversos atores do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). Os indicadores são divididos em cinco dimensões possibilitando uma análise minuciosa da governança. Pela composição bastante detalhada da ferramenta, o ideal é que seja verificada a viabilidade de sua utilização em diversos níveis, do macro ao micro: país, estados federados, bacias hidrográficas e sistemas hídricos locais. Até agora poucas publicações utilizam e discutiram o protocolo de monitoramento do OGA. Dentre elas, Carvalho (2021) fez escolha de alguns indicadores para avaliar aspectos da governança em bacias hidrográficas da Paraíba e propor melhorias nas políticas ambientais e de recursos hídricos.

Quando a governança de um sistema hídrico se encontra ineficaz, a alocação de recursos pode ser utilizada como um fortalecedor, atuando nos aspectos sociais e naturais (FRANKS; CLEAVER, 2007). Sua utilização pode incluir diferentes métodos de resolução de conflitos e, por isso, não é conveniente homogeneizar os diversos processos de alocação como se apresentassem a mesma dinâmica. Há várias formulações para modelos de alocação de água (SILVA; SOUZA FILHO, 2019), sendo uma delas a baseada na negociação social (READ; MADANI; INANLOO, 2014). O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH, 2012) define essa modalidade como o “conjunto de ações, envolvendo os diversos atores do processo, que busca a definição das quantidades de água a serem alocadas para os diferentes usos, em diferentes horizontes de tempo, compatíveis com as disponibilidades hídricas”.

Lima *et al.* (2018) consideram a alocação negociada de água uma estratégia de governança e que permite enfrentar melhor as crises hídricas. Para Spolidorio (2017) esta técnica é uma alternativa ao binômio comando e controle que geralmente é empregado na política ambiental, sobretudo quando permite de forma efetiva a participação social na tomada de decisão. Ainda segundo o autor, a alocação dessa forma pode ser entendida como uma regulação responsiva, isto é, participativa e que avalia o quão intervencionista deve ser a atuação do Estado.

A alocação negociada da água muito se assemelha ao modelo de gestão sugerido por Ostrom (1990) na teoria dos recursos de uso comum. Sendo a água um desses recursos, a proximidade entre a alocação e a teoria de Ostrom se dá pelos seguintes motivos: o recurso hídrico afeta um grupo de atores que buscam definir as regras de uso; os mesmos atores irão buscar se monitorar; e os atores estão cientes das penalidades para os que não cumprem as regras estabelecidas.

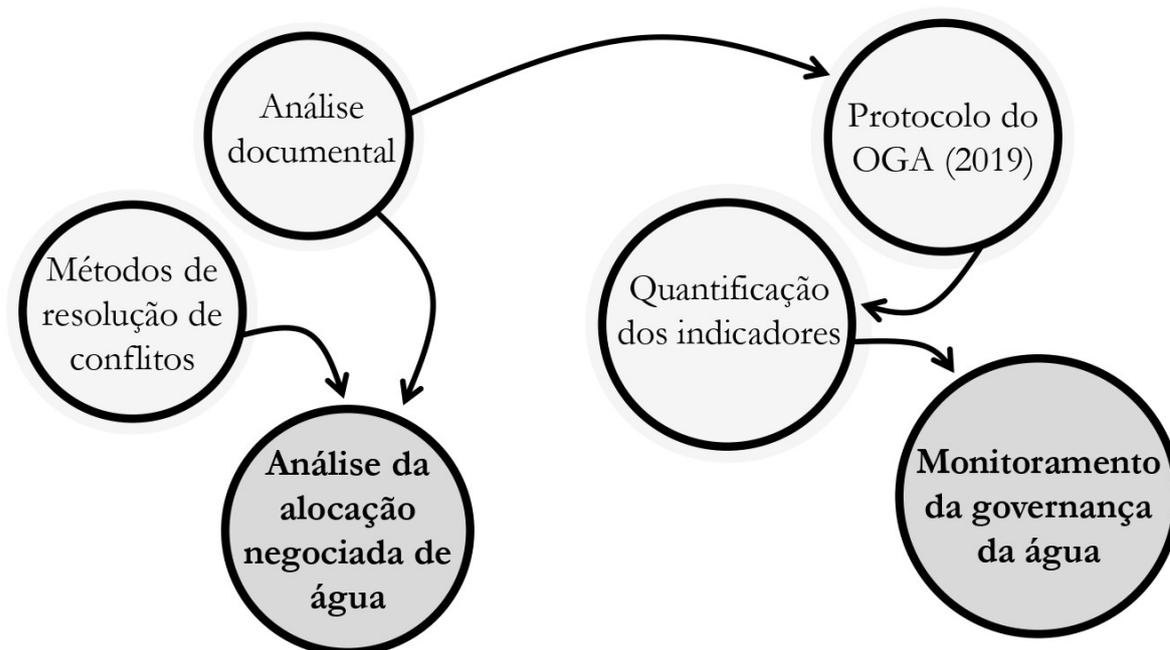
Ainda nesse aspecto, a metodologia do processo de alocação pode incluir diversos métodos de resolução de conflitos. Identificá-los pode possibilitar encontrar vantagens e desvantagens no processo (CAP-NET, 2008), permitindo que ele se aperfeiçoe na tentativa de buscar cada vez mais uma dinâmica de mútuo ganho entre os participantes do conflito.

Nesse contexto, este capítulo buscou compreender quais métodos de resolução de conflitos são intrínsecos ao processo de alocação de água que vem sendo aplicado no Reservatório Epitácio Pessoa e dimensionar a situação da governança das águas no reservatório. Esta última etapa visou validar a aplicação do protocolo desenvolvido pelo OGA para avaliação da governança no nível de sistema hídrico local.

3.2. METODOLOGIA

A Figura 3 resume o método utilizado para compreender o processo de alocação negociada de água e também para monitorar a governança da água. A escala temporal de análise da alocação negociada de água foi de 2019 e 2020, primeiro e segundo ano, respectivamente, em que se fez uso desse processo. Já o monitoramento da governança seguiu uma escala temporal maior, de 2012 até 2020, que corresponde ao momento em que se iniciou a segunda crise hídrica até o instante em que se deu início a análise.

Figura 3 – Fluxograma metodológico para analisar a alocação negociada de água e monitorar a governança.



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.2.1. Análise da alocação negociada de água

Até o momento em que se deu início a análise haviam sido concretizados por dois anos seguidos o processo de alocação negociada de água no Reservatório Epitácio Pessoa. Dessa forma, o texto buscou identificar nesta ferramenta de planejamento e regulação métodos de resolução de conflitos citados na literatura. Os principais métodos apresentados na literatura analisada e que foram comparados com a prática de alocação: litígio, negociação, conciliação, mediação e arbitragem (BRUYNE; FISCHHENDLER, 2013; CAP-NET, 2008; ENGEL; KORF, 2005; MAYER, 2000; MOORE, 2014; RÜTTINGER *et al.*, 2014).

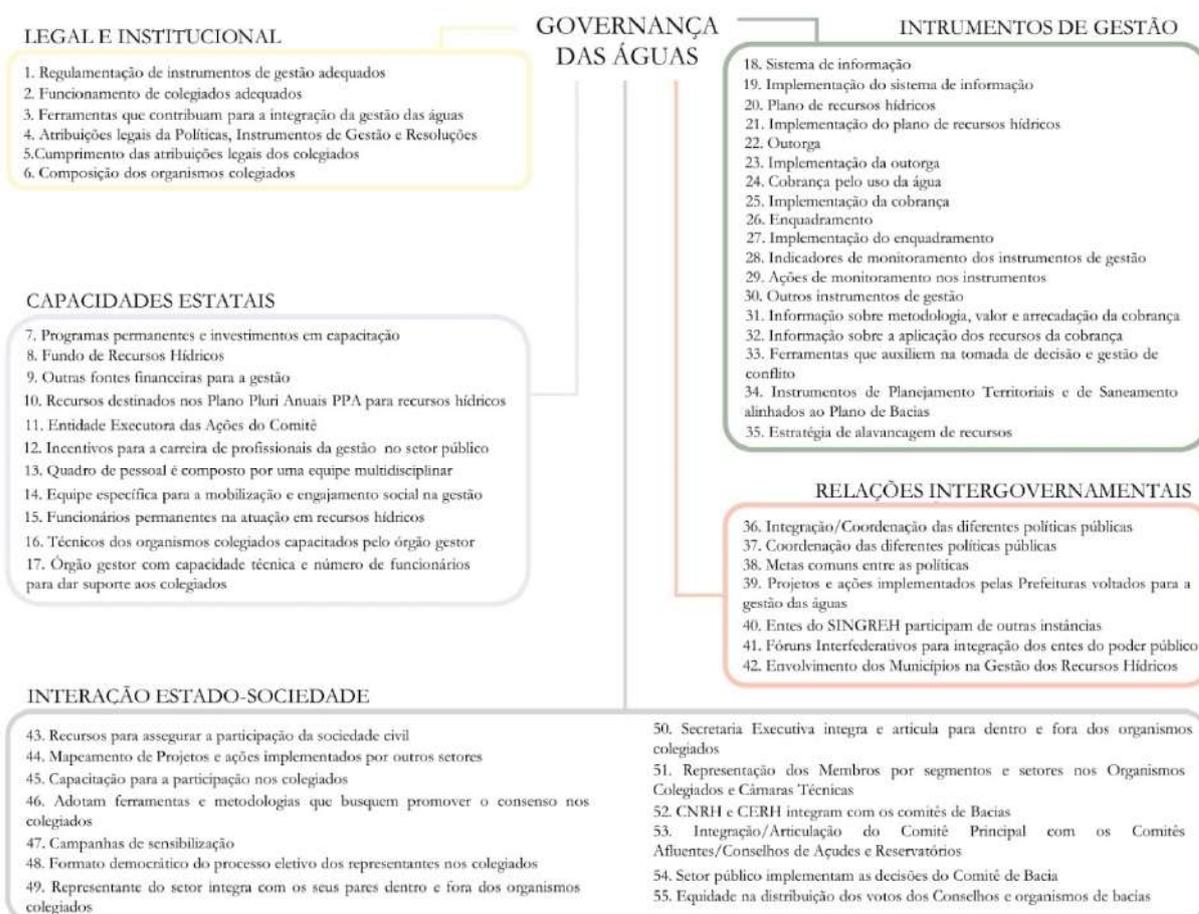
A comparação entre o processo de alocação e os métodos de resolução de conflitos se deu por meio de três categorias apresentadas pelo CAP-NET (2008): **quanto ao processo**, que discute quem faz parte da dinâmica decisória; **quanto ao método**, que diz respeito à metodologia seguida para se buscar resolver o conflito entre os usuários; e **quanto aos resultados**, que avalia o produto final da busca pela resolução do conflito. Então, ao realizar a análise documental buscou-se encontrar semelhanças dos métodos de resolução de conflitos na alocação de água.

Para elaborar essa análise foram utilizados os Termos de Alocação de Água (TAA) em anexo e que foram aprovados por parte dos usuários (CAGEPA e muitos dos irrigantes que fazem uso do reservatório) e órgão gestor; a participação nas reuniões em que os termos foram discutidos; e a Nota Técnica nº 10/2015/COMAR/SRE da ANA (2015) que explica a metodologia adotada para essa ferramenta.

3.2.2. Monitoramento da governança da água

Para esta etapa foi utilizado o Protocolo de Monitoramento da Governança das Águas do OGA (2019a). Foram avaliados os 55 indicadores propostos pela metodologia e que são divididos em cinco dimensões da governança: ambiente legal e institucional; capacidades estatais; relação entre Estado e sociedade; relações intergovernamentais; e instrumentos de gestão (Figura 4).

Figura 4 – Indicadores para monitoramento da governança da água.



Fonte: Elaborada pelo autor com informações do OGA (2019).

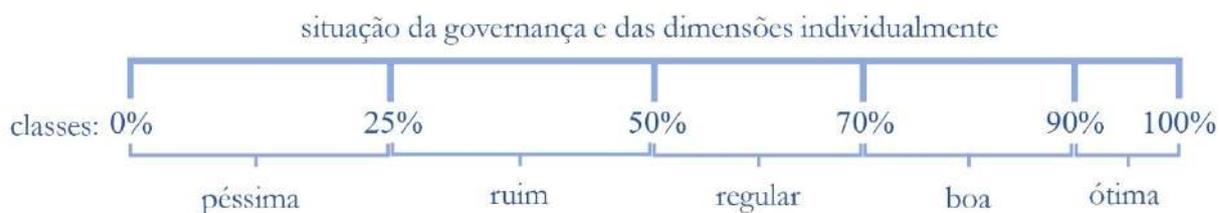
Para cada indicador foi avaliado o seu grau de estado (plenamente atendidos ou parcialmente atendidos ou insatisfatório) levando em consideração todos os itens sugeridos pelo protocolo para avaliar os indicadores. No protocolo esses itens são apresentados em uma coluna nomeada como “o que medir?”. Em seguida cada indicador recebeu um valor numérico. Os que foram classificados como plenamente atendidos receberam valor 2, os que estiveram parcialmente atendidos receberam valor 1 e os insatisfatórios receberam valor 0. Essa valoração dos indicadores corresponde a uma adaptação do que sugere o protocolo, notas de 0 a 10. A alteração foi realizada de modo a simplificar a avaliação.

A análise numérica dos indicadores seguiu a metodologia proposta por Mota (2018). Isto é, para cada dimensão foi calculado o percentual de ótimo por meio da Equação 1, que corresponde à situação em que se encontra a dimensão quando comparada à uma situação ótima em que todos os indicadores receberiam valor 2.

$$\text{Percentual de ótimo} = \frac{\text{total alcançado}}{\sum \text{valor ótimo para cada indicador}} * 100 \quad (1)$$

Os percentuais de ótimo foram classificados de acordo com as classes da Figura 5, sugeridas por Mota (2018). Com esse acréscimo ao protocolo do OGA foi possível observar a governança quali-quantitativamente e facilitar o processo de análise do monitoramento.

Figura 5 – Classes para classificação da governança e das suas dimensões.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Os dados utilizados para analisar cada indicador foram os mais diversos possíveis. Fez-se uso de documentos institucionais de caráter público, literatura publicada sobre o Reservatório Epitácio Pessoa e participação nas reuniões do CBH-PB e nas que foram promovidas pela ANA para discutir os TAA.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. Processo de alocação negociada de água

Fazendo uso dos TAA 2019-2020 e 2020-2021 em anexo (ANA, 2019; 2020a) e da observação das respectivas reuniões ocorridas em 2019 e 2020, foi possível analisar a alocação do Reservatório Epitácio Pessoa em três categorias: quanto ao processo, quanto à metodologia e quanto aos resultados. Essas categorias correspondem a algumas das que são apresentadas pelo Cap-Net (2008) para diferenciar as técnicas de resolução de conflitos.

Quanto ao processo, constatou-se que fizeram parte da dinâmica decisória todas as partes envolvidas no conflito. A ANA, sendo uma delas, fez o papel de mediador dos acordos que foram firmados. Dessa forma, o processo se classifica como uma mediação, por ter a presença de um órgão assumindo certa neutralidade para mediar o conflito (BRUYNE; FISCHHENDLER, 2013; MOORE, 2014; RÜTTINGER *et al.*, 2014). Nessa situação, existe uma incoerência quanto ao órgão com papel mediador, visto que a Lei Federal 9.433 de 1997 determina que compete aos comitês de bacia hidrográfica mediar ou arbitrar em primeira instância os conflitos relacionados aos recursos hídricos (BRASIL, 1997).

A metodologia seguida foi menos formal, se comparada com a que se adota numa situação de litígio, mas não chega a ser considerada uma abordagem informal, pois houve procedimentos bem definidos em conjunto pelas partes. Sendo assim, houve uma semelhança ao processo de arbitragem, pois as características citadas são particulares a esse método (CAP-NET, 2008).

Quanto aos resultados, por meio dos TAA as partes chegaram a um acordo mutualmente aceito, como se espera na adoção de uma mediação ou negociação (CAP-NET, 2008; MAYER, 2000). Mas também houve a necessidade de uma espécie de “sentença da arbitragem” por parte da ANA quando os usuários representados pela associação dos irrigantes insistiam em mais água para ampliar a área de plantio. Essa medida é tida como o resultado do método de arbitragem (CAP-NET, 2008). Moore (2014) explica que pode haver essa associação de métodos quando um só não é suficiente para resolver determinada situação, nesse sentido, adotando uma espécie de mediação-arbitragem.

A conciliação foi percebida na atuação da ANA nos momentos que buscou realizar o processo de alocação de água no reservatório. Esse método tem o objetivo de reduzir as tensões,

construir confiança entre as partes, aumentar a capacidade de se comunicar e criar um caminho aceitável para resolução de conflitos (ENGEL; KORF, 2005; RÜTTINGER *et al.*, 2014). Geralmente, aparece associado a outros métodos para permitir a eficácia destes, a exemplo da mediação (BRUYNE; FISCHHENDLER, 2013), como ocorreu no conflito analisado.

O litígio é um método formal, com a presença de uma terceira parte alheia ao conflito, que tende ser composta pelo poder público (BRUYNE; FISCHHENDLER, 2013). No processo de alocação de água realizado, ele não tem característica presente. Durante o conflito, o litígio foi utilizado na primeira crise (1998-2003), sendo a interrupção do uso da água para realizar atividades de irrigação uma das medidas tomadas pelo poder público (SILVA; RIBEIRO; MIRANDA, 2017).

Percebe-se, portanto, que a alocação de água pode ser um processo bem heterogêneo e que para cada situação pode ser necessário unir diferentes métodos para resolução de conflitos. Ao definir esse processo, é importante identificar as vantagens e desvantagens de cada um desses métodos a serem integrados. Na negociação e mediação, não conseguir aplicar o acordo definido pode levar o conflito aos tribunais e aumentar o desequilíbrio de poder entre as partes. Na arbitragem, dentre as desvantagens está a dependência da competência do árbitro (CAPNET, 2008).

De toda forma, a maneira que a alocação de água tem se apresentado no sistema hídrico analisado oferece um caminho para a resolução do conflito, inclusive por demonstrar uma boa adesão e participação das partes interessadas, legitimando os acordos. Spolidorio (2017) afirma que isso ocorre porque as decisões são tomadas baseadas no diálogo e com ações mais indutivas e estimuladoras por parte do Estado.

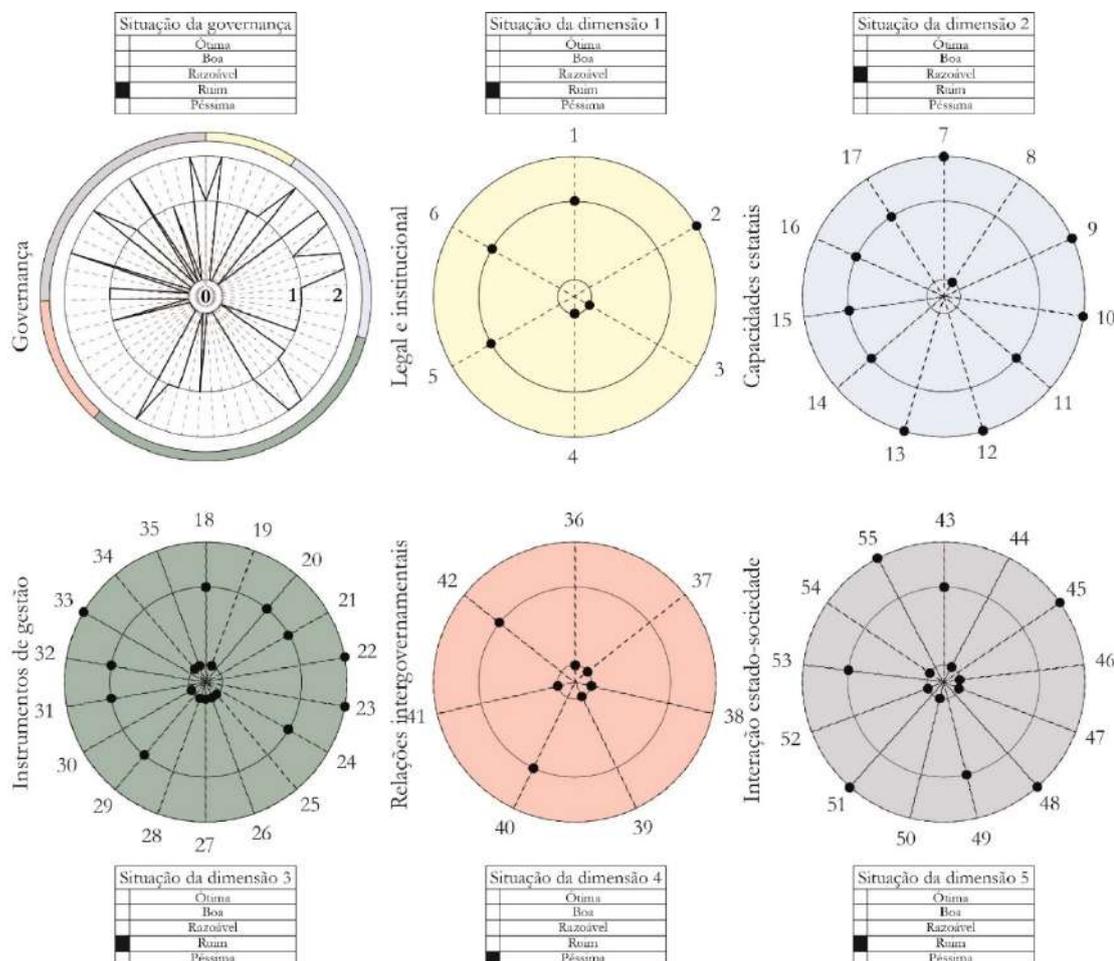
3.3.2. A situação da governança da água

Na Figura 6 são apresentados os valores dados aos indicadores (Figura 4) das cinco dimensões listadas no protocolo de monitoramento do OGA (2019a) e a situação em que cada uma se encontra, além da conjuntura da governança de forma global.

Ao calcular o percentual de ótimo para as dimensões em conjunto, a governança das águas no Reservatório Eptácio Pessoa foi classificada como ruim (41,82% do percentual de ótimo) no período analisado (2012-2020). Isso requer inicialmente atenção quanto aos

indicadores que precisam ser melhorados e o que vem sendo aplicado corretamente, para que continue dessa forma ou se torne mais eficiente.

Figura 6 – Avaliação dos indicadores do OGA (2019) para o reservatório Epitácio Pessoa.



Fonte: Elaborada pelo autor.

- ***Dimensão legal e institucional***

Nesta dimensão, obteve resultado pleno apenas o indicador que trata do funcionamento dos órgãos colegiados (conselhos de recursos hídricos e comitê de bacia) que interferem na governança do reservatório. O CNRH, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) e o CBH-PB encontram-se criados e implementados, realizando reuniões periódicas.

Vários aspectos carecem de melhorias, como a implementação dos instrumentos de gestão que foram criados pela PNRH e regulamentados por resoluções do CNRH, e maior atuação do CBH-PB na busca de soluções para os cenários de crises hídricas no reservatório e na resolução de conflitos (BEZERRA; VIEIRA; RIBEIRO, 2021; SILVA; RIBEIRO, 2021).

Notou-se também, ausência de ferramentas e/ou metodologias que contribuam para a integração da gestão das águas com o planejamento de infraestrutura e obras para diminuir os impactos sobre o corpo hídrico, mas se vê no processo de alocação negociada de água uma tentativa de iniciar essa espécie de integração.

Além disso, nas atas disponíveis das reuniões do CERH e do CBH-PB, percebeu-se que não há discussões consideráveis sobre os instrumentos de gestão para o reservatório. Apesar da ausência das discussões nesse sentido, a cobrança pelo uso da água já vem sendo praticada nas bacias estaduais e a atualização do plano estadual está em desenvolvimento. Sendo, portanto, dois instrumentos importantes, que de alguma forma pode contribuir para a discussão do sistema hídrico analisado.

- ***Dimensão das capacidades estatais***

Cinco dos 11 indicadores desta dimensão foram totalmente atendidos. Isto se deu visto que os órgãos envolvidos na gestão e governança do reservatório têm investimentos na capacitação dos seus membros. Existem outras fontes financeiras para a gestão de recursos hídricos, pois há apoio dos investimentos feitos pelo Progestão (2019) e Procomitês (2019), que junto ao montante previsto no Plano Plurianual estadual do exercício financeiro 2020-2023, podem refletir em aspectos positivos para a governança do reservatório. Por último, percebeu-se que os órgãos de gestão apresentam uma equipe multidisciplinar, observada inclusive, a questão de gênero.

Os indicadores que foram parcialmente atendidos estão relacionados ao funcionamento da entidade executora das ações do CBH-PB; a um quadro permanente de funcionários atuando nos recursos hídricos – que existe na ANA e é ausente na AESA; ausência de número suficiente de funcionários para dar suporte aos órgãos colegiados, como constata Bezerra, Vieira e Ribeiro (2021); e ao fato de haver equipe na AESA destinada a dar apoio aos comitês no sentido do engajamento social, precisando ampliar a área de atuação.

- ***Dimensão dos instrumentos de gestão***

Nesta dimensão de análise da governança, apenas três indicadores foram plenamente atendidos. Estão relacionados ao instrumento de outorga, que existe no reservatório. Ao cadastramento dos usuários, inclusive dos irrigantes, portanto, outorga com bom estágio de implementação. E ao modelo de alocação negociada de água que vem sendo desenvolvido, pois enquadra-se como uma ferramenta que auxilia na tomada de decisão e na gestão de conflitos.

Constata-se ainda que, o plano de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba apesar de existir, data de 2001 e carece de atualização, como reconhece o CBH-PB (BEZERRA; VIEIRA; RIBEIRO, 2021). Já quanto a cobrança pelo uso da água do reservatório, que tem recursos geridos pela União, ficou decidido pela Resolução nº 200 de 2018 do CNRH que deverá ser cobrado os mesmos valores definidos para a bacia em que o reservatório está inserido, mas ainda não foi implementada. Mais recentemente, a Resolução nº 98 de 2021 da ANA delega a cobrança à AESA.

Dez indicadores foram classificados como insatisfatórios, mostrando que há uma enorme carência de fortalecimento dos instrumentos de gestão. Há, inclusive, bastante necessidade de realizar o enquadramento do corpo hídrico em questão, visto que isto tornaria mais factível a preservação, controle e gerenciamento da qualidade da água. Fator que foi fortemente ameaçado na última crise hídrica.

- ***Dimensão das relações intergovernamentais***

Esta dimensão foi a que apresentou a pior situação. Nenhum dos sete indicadores foram categorizados como plenamente atendidos, carecendo de medidas que corroborem para melhorias nesse aspecto que é tão importante para verificar se existe uma lógica sistêmica no interior dos governos.

Necessita de melhoria a participação dos entes do SINGREH em outras instâncias de tomada de decisão. Essa característica auxilia para o que Cosens *et al.* (2017) chamam de aninhamento, permitindo que haja maior potencial de inovação dentro da governança. Além disso, é preciso maior envolvimento dos municípios, que atualmente se restringem a estratégias externas, isto é, na participação para tomada de decisão acerca dos recursos do reservatório, mas não há fortes estratégias internas para lidar com questões como gestão de demanda de água, por exemplo.

Os indicadores avaliados como insatisfatórios estão associados a inexistência de fóruns intergovernamentais e a ausência de ações e projetos das prefeituras. A legislação brasileira deposita também nos municípios a responsabilidade de proteção ambiental e do abastecimento de água (GRANJEIRO; RIBEIRO; MIRANDA, 2020), isto reforça a necessidade de colaboração desse nível de planejamento para o aumento da resiliência do sistema hídrico local analisado.

- ***Dimensão da interação estado-sociedade***

Quatro indicadores foram plenamente atendidos: quanto à existência de capacitação para participação nos órgãos colegiados (CBH-PB e CERH), como preveem os planos de aplicação dos recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos e do Progestão e Procomitês; o formato democrático do processo eletivo dos colegiados; há representação de diferentes setores da sociedade nos órgãos colegiados; e a existência de equidade na distribuição dos votos para tomada de decisão.

Ainda se faz necessário haver mais garantia de recursos financeiros para assegurar a participação da sociedade civil na governança e aumentar a capacidade dos representantes integrarem com seus pares dentro e fora do CBH-PB e CERH. Assim como, promover maior articulação com a tomada de decisão de outras bacias e reservatórios, como tem se iniciado entre o sistema hídrico do Reservatório Epitácio Pessoa e o Acauã, no âmbito do processo de alocação de água.

Há grandes lacunas ainda na capacidade de mapear projetos de outros setores que podem beneficiar a situação do reservatório. E se notou a inexistência de ferramentas metodológicas para promover o consenso na tomada de decisão nos colegiados, falta de campanhas de sensibilização da sociedade e de integração entre o CNRH e o CBH-PB.

3.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de alocação negociada de água que vem sendo desenvolvido tem uma composição robusta, mesclando características de diversos métodos de resolução de conflitos e de uma gestão democrática dos recursos hídricos. Esses fatores são favoráveis a uma atenuação da condição de conflito e é possível inferir que o aprimoramento e consolidação desse processo surge como uma importante ferramenta para lidar com disputas pela água em regiões com insegurança hídrica.

Quanto à governança, a aplicação do protocolo de monitoramento do OGA permitiu identificar diversos aspectos que precisam ser melhorados para que a escassez de recursos naturais e sociais não se faça, diminuindo as tensões em torno da água e a situação de conflito. As maiores criticidades estão associadas às relações intergovernamentais e à implementação dos instrumentos de gestão, estes constituem uma parte fundamental da PNRH. Por isso, cabe aos órgãos colegiados, que se encontram funcionando plenamente, um enfoque maior na melhoria dessa condição, aumentando a coordenação, cooperação, flexibilidade e inovação dos entes que compõem a governança das águas no reservatório. Quanto aos órgãos gestores que

atuam na situação, a preocupação precisa se dar, principalmente, na implementação e efetividade dos instrumentos da PNRH.

Os resultados do processo de alocação de água serão mais perceptíveis com o passar do tempo e deverão gerar, na análise do monitoramento da governança, avanços em aspectos hoje não tão bem avaliados, como, por exemplo, no envolvimento das prefeituras e na articulação dos usuários.

A aplicação realizada do protocolo de monitoramento da governança das águas do OGA mostrou-se satisfatória e adequada, validando esta ferramenta de análise para o nível de sistema hídrico local. Se justifica a aplicação nesse nível focal principalmente em bacias de grandes extensões, que tendem a ter problemas e conflitos variados, podendo uma análise macro não representar as problemáticas em um nível micro, como na situação do sistema aqui analisado.

É possível que para algumas situações faça-se necessário modificar os indicadores ou adicionar outros para representar melhor a problemática. A metodologia do OGA permite essa flexibilidade. Portanto, se trata de uma ferramenta importante para monitorar a situação da governança em distintos níveis, colaborando para possível atenuação e resolução de conflitos pelo uso da água.

CAPÍTULO IV

4. DINÂMICA SISTÊMICA E CONEXÃO A SISTEMAS MAIORES E MENORES

4.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Sistemas hídricos são bastante afetados por incertezas e estresses, sejam de ordem climática (TSCBAKERT *et al.*, 2014) ou antrópica (PLUMMER; BAIRD, 2021). Esses fatores têm grande impacto em Sistemas Socioecológicos (SESs), em que há conectividade da sociedade e natureza como sistemas integrados, mesmo que autônomos (BERKES; FOLKE, 1998). Isto aumenta a complexidade sistêmica e pede abordagens de gerenciamento que levem essas questões em consideração de forma interdisciplinar (STEGER *et al.*, 2021).

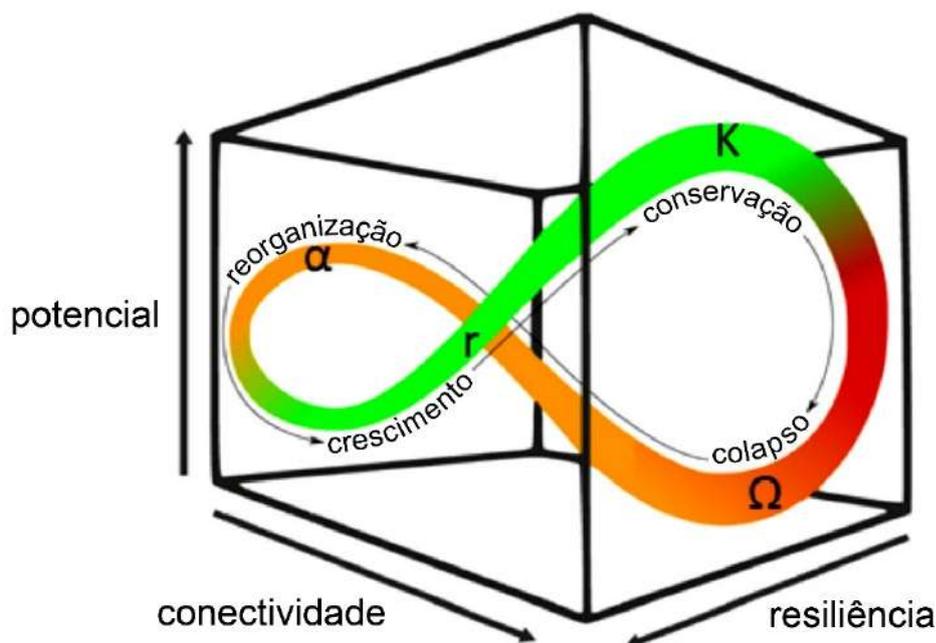
SESs são compostos por múltiplos subsistemas, estão conectados a sistemas maiores e menores (OSTROM, 2009; WALKER *et al.*, 2004) e não apresentam uma dinâmica linear ao longo do tempo, por isso, são considerados sistemas adaptativos complexos (LIU *et al.*, 2007). Tais características expõem a necessidade de discutir a resiliência ecológica nesses sistemas. A resiliência trata-se de um conceito introduzido na ecologia inicialmente por Holling (1973). Desde então muitos significados foram dados a esse termo (GUNDERSON, 2000). Atualmente, diversos autores concluem que a resiliência trata da capacidade de um sistema absorver perturbações e se reorganizar conseguindo manter suas funções essenciais (FATH; DEAN; KATZMAIR, 2015; FOLKE *et al.*, 2010; JIMENEZ *et al.*, 2020; WALKER *et al.*, 2004).

As formas que os sistemas usam para superar os estresses podem ser caracterizadas como adaptação ou transformação. Adaptação ocorre quando os atores influenciam a resiliência para que o sistema atinja um regime desejável, enquanto a transformação significa que o sistema se tornou insustentável, forçando-o a desenvolver uma nova estrutura ecológica e/ou social (WALKER *et al.*, 2004). Sabendo que os SESs são dinâmicos, Folke *et al.* (2010) consideram que a adaptação e transformação são essenciais para manter a resiliência.

Diante da complexidade que envolve os SESs é difícil fazer considerações acerca da dinâmica sistêmica sem fazer uso de modelos conceituais (ALLEN *et al.*, 2014). O ciclo adaptativo (Figura 7) é uma estrutura heurística que fraciona a dinâmica de um SES em quatro fases, permitindo compreender transições, acúmulo de recursos, identificar estressores e impulsionadores de mudanças (HOLLING; GUNDERSON, 2002; JIMENEZ *et al.*, 2020; LI *et al.*, 2016; VANG RASMUSSEN; REENBERG, 2012). Foi utilizado e, portanto, validado

por pesquisadores de diversas áreas do conhecimento (ARGELER *et al.*, 2015; BERNASCONI *et al.*, 2016; BOLLIG, 2016; CHAFFIN; CRAIG; GOSNELL, 2014; LUO *et al.*, 2018; THANH; TSCHAKERT; HIPSEY, 2020; TSAO; NI, 2015). A estrutura admite que os sistemas, normalmente, se movem lentamente da fase de crescimento ou exploração (r) para fase de conservação (K) e que submetidos a distúrbios passam, rapidamente, para fase de colapso ou liberação (Ω), e em seguida, para fase de reorganização (α) (HOLLING; GUNDERSON, 2002). Nesta última fase, o sistema faz uso do aprendizado ou de outras ferramentas para conseguir se adaptar ou encontra maneiras de mudar sua estrutura, sugerindo que houve transformação (CYSNE, 2012; VANG RASMUSSEN; REENBERG, 2012; WALKER *et al.*, 2004).

Figura 7 – Visualização tridimensional do ciclo adaptativo.



Fonte: Adaptada de Castell e Schrenk (2020).

As quatro fases do ciclo adaptativo estão totalmente relacionadas a três características sistêmicas: **resiliência**, explicada acima; **potencial** de recursos acumulados e de opções disponíveis para utilizá-los; e **conectividade** entre variáveis de controle do sistema, que influencia na sensibilidade para responder a perturbações, isto é, se o sistema será rígido ou flexível a mudanças (CYSNE, 2012). Sendo na fase r (alta resiliência, baixo potencial, baixa conectividade), na fase K (baixa resiliência, alto potencial, alta conectividade), na fase Ω (baixa resiliência, baixo potencial, alta conectividade) e na fase α (alta resiliência, alto potencial, baixa conectividade) (HOLLING; GUNDERSON, 2002). Burkhard, Fath e Müller (2011) explicam

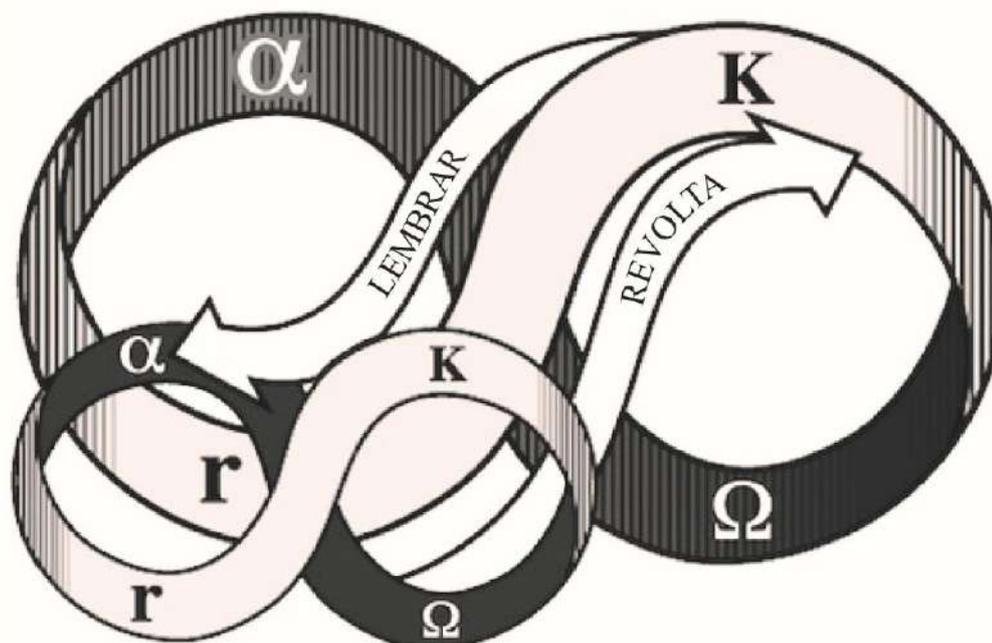
que na transição $r \rightarrow K$ a trajetória não é necessariamente monótona, podendo haver alterações de baixas amplitudes nas variáveis do ciclo adaptativo, mesmo que não interrompa a progressão entre as fases.

Sundstrom e Allen (2019) afirmam que em todo sistema devem haver mudanças ao longo do tempo que reflitam sua dinâmica, podendo ser chamadas de indicadores de mudança, permitindo quantificar os ciclos adaptativos. Os autores ainda apresentam exemplos de possíveis ferramentas que podem ser úteis para identificar mudanças nesses indicadores, dentre elas o Fisher Information (FI) (FISHER, 1922). O FI é uma forma de medir a quantidade de informação que uma variável carrega sobre determinado parâmetro, oferecendo *insights* sobre mudanças nos sistemas (AHMAD *et al.*, 2016; SUNDSTROM *et al.*, 2017). Obter a estrutura heurística do ciclo adaptativo também de forma quantitativa potencializa os resultados adquiridos, sendo possível criar umnexo entre mudança socioambiental e monitoramento sistêmico, alcançando orientações úteis de gerenciamento (ARGELER *et al.*, 2015; CASTELL; SCHRENK, 2020).

Sabendo que os SESs também são impactados por fatores externos aos sistemas analisados (MCGINNIS; OSTROM, 2014; OSTROM, 2009) é importante que qualquer análise consistente considere o aninhamento de sistemas. A panarquia compõe uma teoria que se debruça nesse aspecto. É definida como um modelo conceitual que busca descrever a relação entre sistemas complexos em escalas de espaço e tempo (HOLLING; GUNDERSON, 2002), também pode ser interpretada como um conjunto aninhado de ciclos adaptativos (PÉREZ-ORELLANA; DELGADO; MARIN, 2020), como mostra a Figura 8. De acordo com Holling, Gunderson e Peterson (2002), um sistema pode causar “revolta” em outro, o que significa induzir uma mudança crítica, ou ajuda-lo a “lembrar”, aproveitando o potencial acumulado e facilitando uma renovação.

Neste modelo, se admite a existência de uma hierarquia e uns sistemas exercem impacto em outros, tanto de cima para baixo como de baixo para cima (ALLEN *et al.*, 2014). Utilizar a panarquia pode oferecer inúmeras oportunidades para melhorar a governança em SESs (GUNDERSON; ALLEN; GARMESTANI, 2021), mas na prática ainda são poucas as tentativas de integrar essa abordagem com a gestão e governança de recursos naturais (GARMESTANI *et al.*, 2020).

Figura 8 – Representação da panarquia como aninhamento de ciclos adaptativos.



Fonte: Adaptada de Silverman (2012).

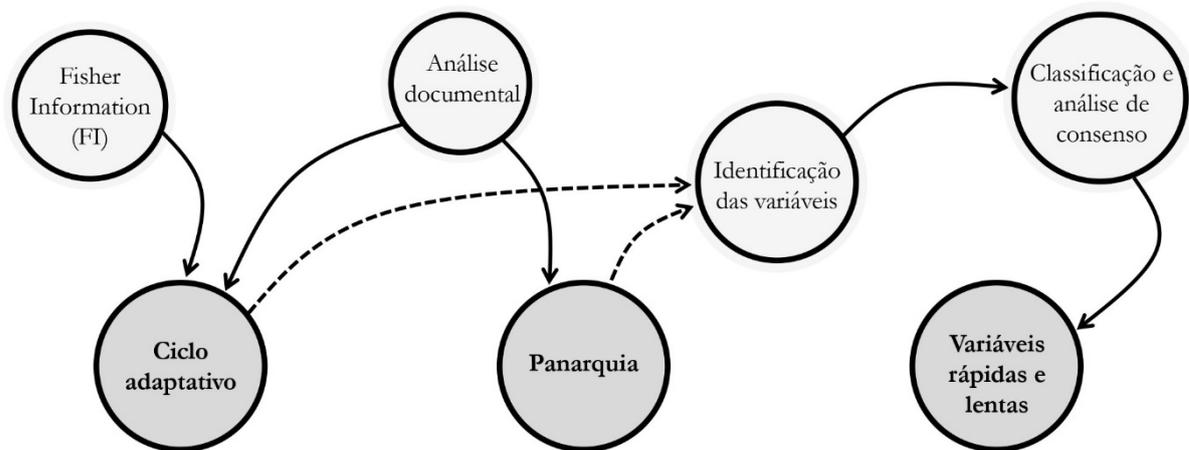
Nesse contexto, é possível identificar variáveis que impulsionam dinâmicas sistêmicas, sejam elas variáveis internas ou derivadas de sistemas em outros níveis. Essas variáveis podem ser classificadas como **rápidas** ou **lentas**, sendo as primeiras as que normalmente são perceptíveis em um intervalo curto de tempo, enquanto as lentas impactam o sistema ao longo do tempo, mas são difíceis de detectar e podem moldar o surgimento e comportamento das rápidas (WALKER *et al.*, 2012). Definir variáveis desse tipo pode ser muito útil para projetar uma boa gestão de recursos naturais (CRÉPIN, 2007). Jimenez *et al.* (2020) e Thanh, Tschakert e Hipsey (2020) identificaram essas variáveis e conseguiram, a partir disso, entender melhor a dinâmica dos sistemas analisados. Não há uma única maneira consolidada para definir quais variáveis são rápidas ou lentas e as aplicações feitas até agora dependem muito do julgamento feito pelo avaliador, carecendo, portanto, de técnicas mais robustas que avaliem também a confiabilidade da categorização.

Sendo assim, este capítulo teve como objetivo aplicar ao Reservatório Epitácio Pessoa, sob as lentes da dinâmica sistêmica, a estrutura heurística do ciclo adaptativo de forma quali-quantitativa e a teoria da panarquia, para que seja possível identificar variáveis rápidas e lentas e que todo esse conhecimento sirva de subsídio para fortalecer a governança.

4.2. METODOLOGIA

A Figura 9 resume o método utilizado para compreender a dinâmica sistêmica do Reservatório Eptácio Pessoa e as relações que houve entre ele e outros sistemas, maiores e menores. O detalhamento da metodologia é feito a seguir. E escala temporal de análise para a aplicação do ciclo adaptativo é de 1995 até 2020, período que compreende as duas crises últimas crises hídricas vivenciadas pelo reservatório, sendo uma possibilidade para identificar estressores e aspectos que podem desencadear aprendizagem.

Figura 9 – Fluxograma metodológico para compreender a dinâmica sistêmica e a relação com outros sistemas.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Para identificar as transições que o sistema passou nas últimas décadas (1995-2020) foi utilizada a estrutura heurística do ciclo adaptativo (HOLLING; GUNDERSON, 2002) de forma quali-quantitativa. Primeiro, com o auxílio do FI (FISHER, 1922; SUNDSTROM *et al.*, 2017), buscou-se definir quantitativamente as fases do ciclo adaptativo. Matematicamente, FI ou $I(\theta)$, é obtido pela Equação 2, onde $p\theta(X/\theta)$ é a densidade de probabilidade de obter um determinado valor da variável X na presença de uma condição θ (KARUNANITHI *et al.*, 2008).

$$I(\theta) = \int \frac{dx}{p_0(X|\theta)} \left[\frac{\partial p_0(X|\theta)}{\partial \theta} \right]^2 \quad (2)$$

Por meio de várias etapas de derivação Mayer, Pawlowski e Cabezas (2006) e Karunanithi *et al.* (2008) simplificaram a Equação 2, resultando na Equação 3, onde m é o número de estados, definidos como uma condição do sistema dada pela valoração de cada uma das variáveis q que caracterizam seu comportamento (AHMAD *et al.*, 2016). Para mais detalhes sobre o método e derivações, consultar Mayer, Pawlowski e Cabezas (2006), Karunanithi *et al.*

(2008) e Cabezas e Eason (2010). Para auxiliar no processo de obtenção dos valores de FI foi utilizado o código em linguagem Python desenvolvido por Ahmad *et al.* (2016).

$$FI \approx 4 \sum_{i=1}^m [q_i - q_{i+1}]^2 \quad (3)$$

Foi utilizada uma série de dados de volumes mensais do reservatório como única variável para calcular FI e assim representar o sistema. A escolha se deu, visto que, o volume de água armazenado no reservatório resume vários aspectos importantes da dimensão ecológica e hidrológica (por exemplo, a quantidade de água que aflui ao reservatório, representando a dinâmica hidrológica da bacia de drenagem) e da dimensão social (a quantidade de água retirada, representando a dinâmica de exploração ou conservação). Os dados de volume foram disponibilizados pela AESA (2021). Os resultados de FI foram suavizados calculando a média aritmética de uma sequência de doze resultados para que assim fosse possível ter uma tendência mais clara do comportamento do sistema.

Qualitativamente, com o auxílio de documentos institucionais e produção bibliográfica existente sobre o sistema, foi possível identificar eventos importantes do período analisado (1995-2020) que justificam a maneira que o período foi dividido entre as fases do ciclo adaptativo utilizando o Fisher Information e, portanto, validam os resultados. Após estruturar o ciclo adaptativo para o nível focal (reservatório) foram investigadas, por meio da panarquia, as relações com níveis maiores (macro) e menores (micro) que possam ter impactado de forma direta ou indireta o sistema analisado. Não foi o intuito detalhar com precisão os ciclos dos outros sistemas aninhados aos do Reservatório Epitácio Pessoa.

Com o auxílio das estruturas do ciclo adaptativo e da panarquia foi possível identificar variáveis que impactaram o reservatório. Seguiu-se com o intuito de caracterizá-las como variáveis rápidas ou lentas. Para diminuir a imprecisão na caracterização contou-se com a colaboração de um grupo de participantes que têm experiência na dinâmica dos recursos hídricos no semiárido (pesquisadores de diferentes universidades brasileiras e profissionais de entidades de gestão de recursos naturais). Para medir o consenso entre o grupo de participantes foi utilizado o módulo de análise do consenso do *software* Anthropac (BORGATTI, 1996) como forma de validar a caracterização das variáveis. A análise de consenso feita pelo Anthropac avalia estatisticamente a concordância entre um grupo acerca de determinado assunto e faz isso aplicando uma análise fatorial de resíduos mínimos às respostas obtidas (STONE-JOVICICH *et al.*, 2011).

Como não se conseguia mensurar previamente o grau de concordância entre os indivíduos que iriam opinar sobre as variáveis, adotou-se um critério rigoroso para definição do número de participantes: que o nível de concordância entre eles é baixo (apenas 50%) e, dessa forma, uma amostra de 29 indivíduos é suficiente para estudos de consenso em que 95% das respostas estão corretas com nível de confiança de 99,9% (para mais detalhes consultar Weller, 2007).

A seleção dos participantes¹ se fez com envio do convite para colaborar com a pesquisa e junto a ele definições do que seriam variáveis rápidas e lentas, seguindo as explicações de Walker *et al.* (2012) e Thanh, Tschakert e Hipsey (2020). Em seguida, havia uma tabela em que os participantes poderiam caracterizar as variáveis listadas como rápidas ou lentas. A mesma tabela que os participantes receberam para caracterizar as variáveis se encontra na sessão de resultados a seguir, no tópico 4.3.3. As respostas com as caracterizações feitas foram recebidas entre agosto e outubro de 2021.

4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

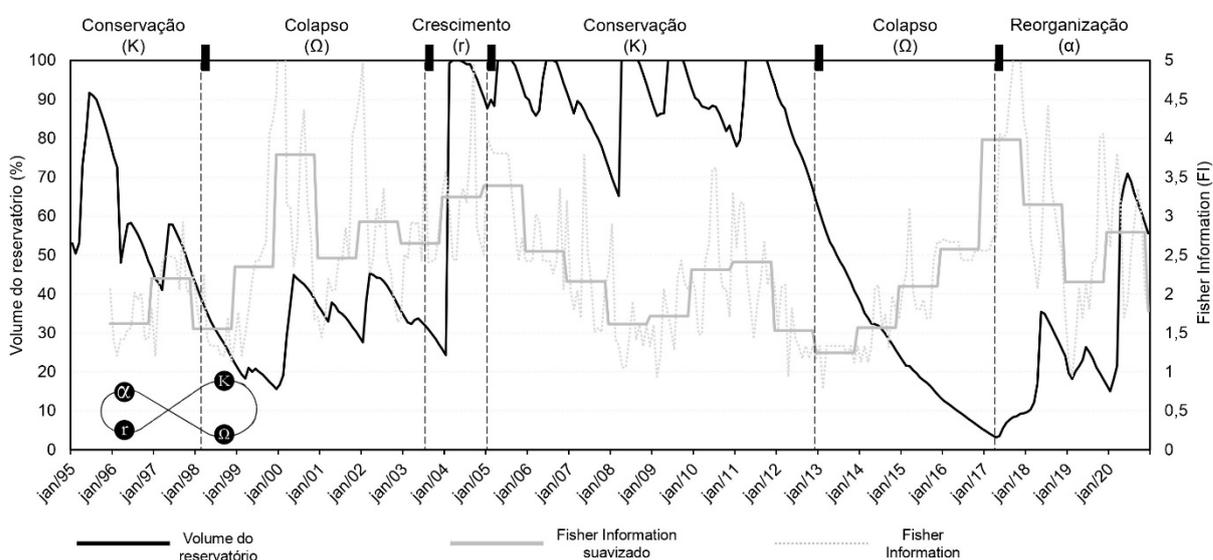
4.3.1. Dinâmica do sistema

Na Figura 10 pode-se identificar como o volume do reservatório variou ao longo do tempo (1995-2020) e a aplicação do FI com esses dados. Como parâmetros para o cálculo de FI foram utilizados como tamanho de janela uma sequência de doze dados mensais (um ano), pois considerou-se que um ano corresponde a um período cíclico dentro do sistema analisado, assim como Ai *et al.* (2019). Nesse período, portanto, há meses chuvosos e outros em que ocorre estiagem, excetuando os anos atípicos de secas severas. O incremento da janela utilizado foi de um passo de tempo, portanto, um mês, seguindo o recomendado e adotado por outros estudos (AHMAD *et al.*, 2016; KARUNANITHI *et al.*, 2008; WANG; TAYLOR; GARVIN, 2020). Calculou-se o tamanho de estado seguindo as recomendações de Karunanithi *et al.* (2008), isto é, a incerteza na medição da variável utilizada, expressada numericamente como mais ou menos duas vezes o desvio padrão dos dados entre dois momentos que expressam estabilidade no sistema. O período de estabilidade considerado foi o de 01/04/2004 até 01/04/2005, em que o reservatório estava em seu volume total. Como o objetivo principal não foi focar unicamente

¹ Como se trata de uma pesquisa de opinião pública sem a identificação dos participantes na apresentação dos resultados, não houve necessidade de submeter a pesquisa ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), segundo informações da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) na Resolução CNS nº 510 de 2016.

na aplicação de FI, as definições de cada um desses parâmetros podem ser melhor esclarecidas nos estudos citados anteriormente que utilizam FI como ferramenta de análise.

Figura 10 – Fases dos ciclos adaptativos no reservatório Epitácio Pessoa.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A aplicação do FI ajudou, sobretudo, a identificar a transição entre algumas fases dos ciclos adaptativos: o colapso iniciado em 1998; a fase de conservação iniciada em 2005; o colapso iniciado no final de 2012; e o início da reorganização em 2017. Não existe um modo único de interpretar os valores de FI, aqui compreendeu-se que quando houve uma mudança brusca ou constante nos valores de FI suavizados, houve um indicativo de mudança nas fases do ciclo, o que é validado pelas informações e eventos sobre o sistema apresentados no texto que se segue.

Durante a fase de conservação de 2005-2012 houve uma queda brusca nos valores de FI, mas na prática não foram notadas grandes transformações no sistema e o volume voltou a crescer rapidamente, um comportamento inverso ocorreu na fase de colapso de 1998-2003. Para Cabezas *et al.* (2005) é normal que isto ocorra, pois, grandes oscilações podem ocorrer no sistema durante períodos de transições ou de estabilidade, como se constatou nessa aplicação. A análise qualitativa que se segue tem o objetivo, também, de eliminar determinados ruídos, como os que foram relatados, e identificar outras fases dos ciclos adaptativos pelas quais o sistema passou e não foram identificadas quantitativamente.

A seca de 1998-2003 foi um impulsionador para a primeira fase de colapso. Durante essa fase o sistema não conseguiu se recuperar expressivamente, o que levou a uma situação de

conflito entre os usuários (SILVA; RIBEIRO, 2021). Esse período foi marcado por medidas tomadas baseadas em decisões judiciais, como a interrupção da defluência do reservatório para os usos a jusante (RÊGO *et al.*, 2013; SILVA; RIBEIRO; MIRANDA, 2017). A PNRH era recente, não havia se difundido a ponto de afetar positivamente essa problemática de dimensão local. Havia pouca ou quase nenhuma participação na governança. Os impactos foram percebidos de forma local, com decisão movida por uma ação judicial em 1999 para evitar o uso da água pelos irrigantes nas margens do reservatório (que não tinham outorga para utilizar os recursos hídricos e o fizeram clandestinamente durante toda crise) (RÊGO *et al.*, 2013). A crise também teve consequências regionais, como os severos racionamentos de água para os municípios abastecidos (GRANDE *et al.*, 2016; SILVA; RIBEIRO; MIRANDA, 2017).

Não houve uma transição da primeira fase de colapso para reorganização, o sistema passou para uma fase de crescimento. Isto se deu, sobretudo, ao início de um período demasiadamente chuvoso a partir 2004 que fez o reservatório acumular bastante água. Portanto, este fato está relacionado à memória sistêmica da dimensão ecológica. Como não houve consideráveis alterações de âmbito social e institucional, entende-se que a etapa de reorganização não existiu, inviabilizando um processo de adaptação ou transformação. Também em outros sistemas nem sempre as transições têm um progresso sequencial do tipo r-K- Ω - α (PÉREZ-ORELLANA; DELGADO; MARIN, 2020; ZHANG *et al.*, 2021). Algo que Abel, Cumming e Anderies (2006) explicam que pode ocorrer. Não havendo a fase de reorganização, o sistema continuou o mesmo, sem alterações substanciais principalmente na sua dimensão social.

Na fase de conservação (2005-2012), em que o imaginário de segurança hídrica se fez presente devido ao período chuvoso, o sistema acumulou diversas fragilidades: pouca atuação do órgão gestor para controlar os usos e implementar os instrumentos de gestão que constam na PNRH; usuários com outorga vencida ou sem outorga, como os irrigantes; ausência de participação nas questões envolvendo o reservatório, inclusive, do CBH-PB criado em 2008 (RIBEIRO; VIEIRA; RIBEIRO, 2012; SILVA; RIBEIRO; MIRANDA, 2017). De acordo com Silva (2014), foi nesse período e também por esses motivos que se criaram condições para a existência da segunda crise hídrica, catalisada pelo mal gerenciamento da variabilidade climática da região.

Em 2012 se iniciou um longo período de seca que diminuiu consideravelmente as recargas de água no reservatório. Este condicionante somado às fragilidades acumuladas na fase anterior e a tímida gestão e articulação institucional levaram o sistema a uma fase de

colapso bastante caótica. Os racionamentos de água chegaram a durar 84 horas semanais em algumas cidades e em outras o abastecimento foi completamente interrompido (SILVA; RIBEIRO, 2021). Durante todo esse período a irrigação continuou sendo praticada clandestinamente, mesmo diante da prerrogativa legal de que em um cenário de escassez hídrica os usos prioritários são o consumo humano e a dessedentação de animais (BRASIL, 1997). Nesse contexto, as obras do PISF foram aceleradas e em 2017 o reservatório passou a receber água de outra bacia hidrográfica.

O período de 2017-2020 marca uma fase de reorganização do sistema, que teve início no momento em que se tornou integrado à outra bacia hidrográfica. Esta solução hidráulica para expansão da oferta de água representa uma transformação do sistema, pois sua estrutura (ecológica e social) se tornou insustentável na época, o que demandou um novo arranjo como uma resposta urgente e de curto prazo. Rêgo *et al.* (2017) argumentam que se tivesse havido gestão adequada das águas acumuladas no reservatório durante todo o período de crise hídrica não haveria necessidade do PISF.

Além disso, também houve marcas de adaptação por meio de uma maior articulação institucional, que levou ao cadastramento de todos os irrigantes que exploram o reservatório e, desde 2019, a existência de planejamento anual por meio da alocação negociada de água. O que se percebe, portanto, é que numa mesma fase α pode ocorrer conjuntamente transformação e adaptação como uma forma do sistema voltar a um regime mais sustentável.

Na Tabela 1 é possível perceber como cada fase vivenciada esteve associada as três características sistêmicas (resiliência, potencial e conectividade) intrínsecas à estrutura do ciclo adaptativo. Dessa forma, nota-se que a baixa resiliência está relacionada, principalmente, às dificuldades de atendimento aos usos da água e a pouca capacidade de lidar com os estresses que afetam o sistema, como as secas. O potencial do sistema está fortemente atrelado ao volume de água armazenado e à garantia de satisfazer os diferentes usos da água. Na conectividade percebe-se a variação entre flexibilidade e rigidez no sistema de governança, sendo, portanto, uma característica importante para permitir a inovação ou para direcionar o sistema para momentos de crise e colapso.

Tabela 1 – Maneira que a resiliência, potencial e conectividade estão associados à dinâmica do sistema. ↑ indica alto valor e ↓ indica baixo valor de alguma das três características.

| Fases | Propriedades sistêmicas | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Resiliência | Potencial | Conectividade |
| Colapso Ω (1998-2003) | ↓ Atendeu as funções básicas do sistema com dificuldade e sem demonstrar formas inovadoras de lidar com o problema. | ↓ Rápida redução do volume e baixo potencial para usos múltiplos da água. | ↑ Os atores possuíam uma maneira consolidada e pouco flexível de explorar o reservatório. |
| Crescimento r (2003-2004) | ↑ O sistema passou a visualizar pouco risco de não atendimento aos usos. | ↓ A quantidade de água armazenada diminuiu ligeiramente para depois aumentar na transição para fase K. | ↓ Pouco controle do sistema e a situação foi afetada, sobretudo, por variáveis externas como o aumento das precipitações. |
| Conservação K (2005-2012) | ↓ O sistema acumulou fragilidades e estabilidade, o que dificultou a reação aos estresses. | ↑ Alto potencial de garantir os usos múltiplos da água. | ↑ O sistema se tornou rígido e os atores passaram a desconsiderar variáveis externas como as secas. |
| Colapso Ω (2013-2017) | ↓ Se tornou difícil manter as funções básicas do sistema (como o abastecimento). | ↓ Rápida redução do volume e baixo potencial para usos múltiplos da água. | ↑ O sistema permaneceu rígido e acreditou controlar as variáveis externas, não apresentando espaço para a flexibilização interna necessária. |
| Reorganização α (2017-2020) | ↑ Foram apresentadas alternativas de transformação e adaptação capazes de conferir maior segurança hídrica. | ↑ A nova composição do sistema permite acumular e planejar recursos com menos vulnerabilidade. | ↓ O planejamento participativo apresenta uma rede com flexibilidade, capaz de se moldar diante das variáveis externas. |

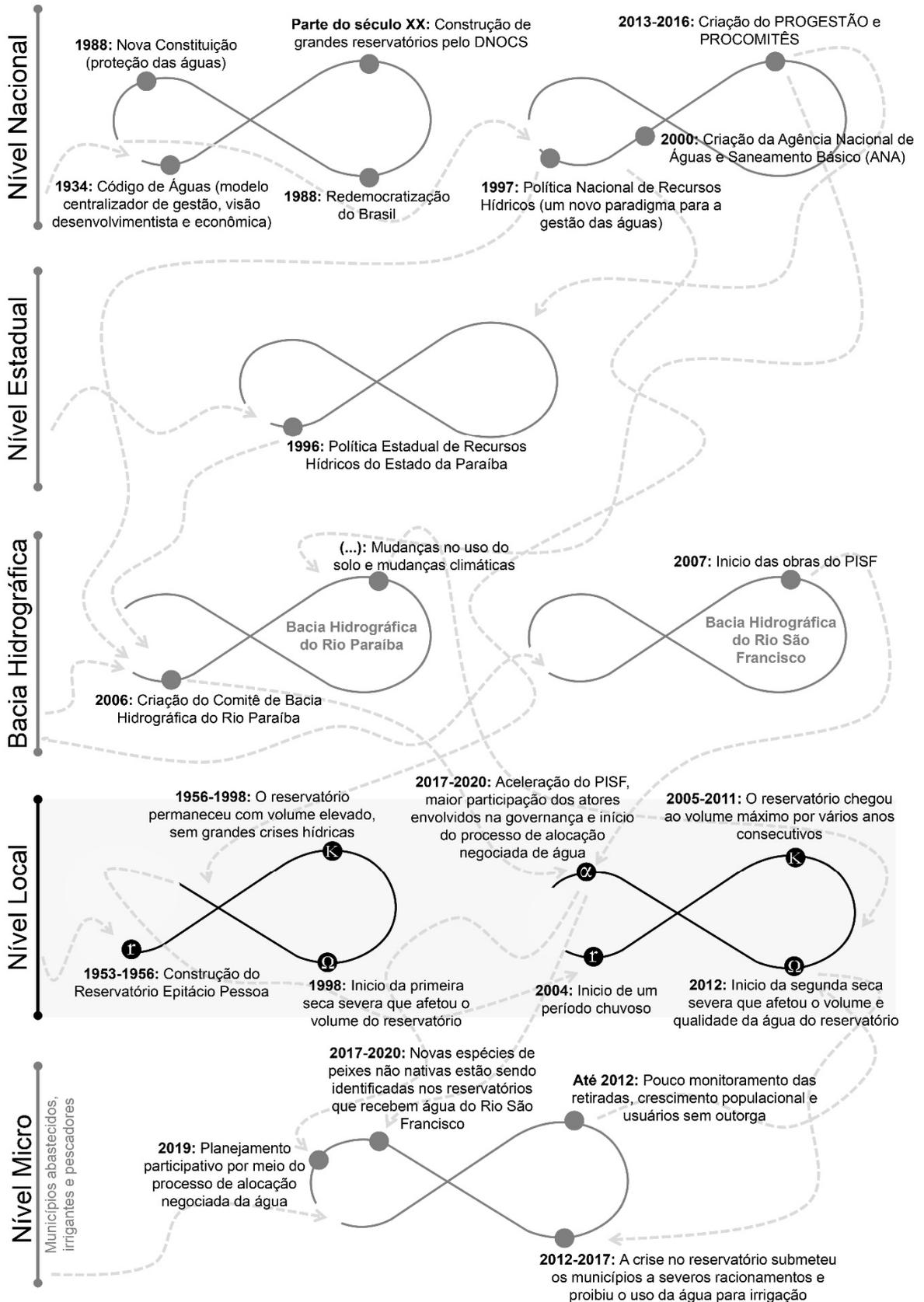
4.3.2. Relações com macros e micros sistemas

Na Figura 11 é possível identificar como sistemas maiores e menores impactaram o sistema composto pelo Reservatório Epitácio Pessoa. Tratam-se de eventos que puderam ser identificados na literatura e documentos disponíveis. Os eventos em nível nacional impactam, basicamente, na forma que a governança se moldou. A PNRH criada em 1997 tem grande importância nesse sentido, mesmo que sua implementação tenha sido lenta e somente mais recentemente tenha sido possível detectar seu impacto numa governança mais descentralizada e participativa. Diretamente, as políticas criadas em âmbito nacional foram responsáveis por criar a ANA, órgão gestor das águas acumuladas no reservatório. Além disso, a construção do reservatório é um dos resultados de uma série de medidas assumidas para lidar com as secas, podendo ser citado também o PISF (DANTAS; SILVA; SANTOS, 2020).

No nível estadual um marco importante se deu com a criação da Política Estadual de Recursos Hídricos, que impulsionou a criação e instalação do CBH-PB (RIBEIRO; VIEIRA; RIBEIRO, 2012). O rio Paraíba é de domínio estadual enquanto o reservatório é gerido pela União. Isso adiciona complexidade na governança do reservatório, pois, faz-se necessário integração e articulação com órgãos estaduais, como a AESA. O CBH-PB é um órgão que pode servir de arena para facilitar essa integração, mas no histórico de crises nota-se pouca atuação do comitê nesse sentido ou para resolver ou mitigar as problemáticas.

Alterações nas características físicas e climáticas da bacia hidrográfica têm poder de impacto no volume de água afluente para o reservatório. Na literatura há relatos de modificações no uso do solo (BRITO; RUFINO; DJORDJEVIĆ, 2021) e mudanças climáticas na região onde a bacia está situada (SILVA *et al.*, 2017), sendo o primeiro responsável pela diminuição da área vegetada (SILVA *et al.*, 2021) e o segundo afetando a variabilidade das chuvas e acentuando os impactos das secas (BRASIL NETO *et al.*, 2021; IPCC 2021; SILVA *et al.*, 2020).

Figura 11 – Relações panárquicas com sistemas de diferentes níveis de planejamento.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Ainda no nível de bacia hidrográfica, é preciso perceber que desde 2017, o reservatório também sofre impacto, mesmo que indiretamente, do que vem a ocorrer na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, pois está integrado a ela por meio do PISF. Os canais desviam água do rio São Francisco para o rio Paraíba com intuito de proporcionar maior segurança hídrica para sistemas considerados vulneráveis. Mas é importante que não seja criada uma sensação de segurança hídrica absoluta a partir desta outra bacia (NUNES; RIBEIRO, 2021), pois ela também apresenta situações problemáticas nas dimensões sociais e ecológicas (ASSIS; RIBEIRO; SILVA, 2020; LUCAS *et al.*, 2021; SANTOS *et al.*, 2020) podendo chegar em um momento que não possa oferecer suporte para outras bacias, mesmo que temporariamente. Desse modo, é necessário utilizar as águas da transposição de forma eficiente, sem a falsa ideia que o recurso existirá incondicionalmente.

Os subsistemas (ou nível micro) foram responsáveis por eventos impulsionadores da segunda crise hídrica no reservatório: pouco monitoramento das retiradas dos usuários mesmo diante de constante redução no volume acumulado; crescimento populacional levando a um aumento na demanda de água para abastecimento; e a presença de usuários sem outorga retirando água para irrigação. A outorga, emitida pelo órgão gestor, é um dos instrumentos da PNRH e além de ser usada para permitir o uso da água, tem um papel importante no controle quantitativo e qualitativo dos corpos hídricos (RIBEIRO, 2017).

Em contrapartida, a crise também causou impacto nos subsistemas, dentre eles, severos racionamentos no abastecimento público e proibição da irrigação, mesmo que até o momento da interrupção não houvesse nenhuma outorga emitida para estes usuários (RÊGO *et al.*, 2017). Após a segunda crise, em 2017, o REP condicionou os usuários a uma realidade com algumas diferenças. Estudos recentes apontam para a presença de espécies aquáticas não nativas depois que houve a integração com o rio São Francisco (RAMOS *et al.*, 2021) e isto pode ser um risco para a fauna e para a atividade econômica dos pescadores locais. A qualidade da água também ficou deteriorada acelerando o processo de eutrofização do reservatório (BARBOSA *et al.*, 2020, BARBOSA *et al.*, 2021). E como benefício, o processo de alocação negociada de água tem sido desde 2019 um meio de integrar órgão gestor e usuários no planejamento anual do reservatório, colaborando para uma governança mais participativa e também adaptativa, como propõe Cysne (2012).

4.3.3. Variáveis rápidas e lentas

Foi importante verificar se existe consenso entre o grupo de participantes que classificaram as variáveis identificadas nas etapas anteriores como rápidas ou lentas, de modo a considerar a classificação realizada como apropriada. Assume-se que há consenso quando a razão entre o primeiro e o segundo autovalor é igual ou maior que 3 para o primeiro autovalor (ROMNEY; WELLER; BATCHELDER, 1987; ROMNEY 1999; WELLER 2007). Os autovalores correspondem aos itens ou respostas que podem ser assinaladas pelos indivíduos para as perguntas. Houve consenso no grupo que classificou as variáveis, pois a razão entre o primeiro e o segundo autovalor foi de 3,553. Também foi observado um grau de concordância médio de 57% entre os participantes, valor maior que o adotado inicialmente para definir o número de respondentes. Isto indica que a condição de que 95% das respostas estão corretas com nível de confiança de 99,9% foi satisfeita.

Na Tabela 2 são listadas as variáveis identificadas na aplicação do ciclo adaptativo e da panarquia, e também se são consideradas rápidas ou lentas. A maioria das variáveis na dimensão social do sistema foram consideradas como lentas, o que indica que demoram mais para impactar o sistema, seja positiva ou negativamente. Mas estas variáveis influenciam consideravelmente os SESs (DAHDOUH-GUEBAS *et al.*, 2021), como ocorreu com a criação de um arranjo institucional e uma nova política hídrica nacional pela Lei Federal 9.433 de 1997. Apenas a demanda por água e a presença de infraestrutura foram consideradas variáveis rápidas na dimensão social. De fato, uma diminuição considerável no consumo de água pode diminuir o impacto do colapso num sistema ou evita-lo num curto espaço de tempo. E uma infraestrutura, quando finalizada, pode solucionar de forma rápida uma problemática, mesmo que parcialmente, como aconteceu no Reservatório Epiácio Pessoa com o PISF.

As variáveis ecológicas são aquelas que mesmo que diretamente relacionadas a impactos antrópicos, como as mudanças no uso do solo da bacia, são percebidas e mensuradas na dimensão biofísica do sistema. Metade dessas variáveis foi considerada rápida e a outra metade foi considerada lenta. O fato de as mudanças climáticas terem sido consideradas como variável lenta é um consenso para além do grupo que colaborou com a pesquisa, mas os eventos extremos causados por essas mudanças tendem ser mais intensos e provocar alterações mais rápidas, como discute o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC 2021). Isso ocorre porque as variáveis lentas têm a capacidade de governar ou influenciar as variáveis rápidas (DAHDOUH-GUEBAS *et al.*, 2021).

Tabela 2 – Classificação das variáveis em rápidas ou lentas.

| | Variáveis | Caracterizada como: | |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------|
| | | Lenta | Rápida |
| Sociais | Políticas de recursos hídricos e novos arranjos legais e institucionais | * | |
| | Monitoramento dos usuários do sistema assim como da quantidade de água que captam | * | |
| | Monitoramento da quantidade e qualidade de recursos hídricos no sistema | * | |
| | Planejamento baseado na negociação | * | |
| | Participação dos atores envolvidos na governança | * | |
| Ecológicas | Demanda por recursos hídricos | | * |
| | Infraestrutura | | * |
| | Eventos extremos (secas e cheias) | | * |
| | Variabilidade climática | | * |
| | Mudanças climáticas | * | |
| | Mudanças no uso do solo na bacia de drenagem | | * |
| | Qualidade da água para os diversos usos | * | |
| | Espécies aquáticas exóticas | * | |

Só existiam duas opções de respostas para os indivíduos que participaram da classificação, mas alguns deles (31% dos participantes) assinalaram as duas, indicando que algumas variáveis poderiam ser lentas ou rápidas dependendo da situação. As que mais receberam respostas desse tipo foram “qualidade da água para os diversos usos” (10,3% das respostas) e “eventos extremos” (20,7% das respostas). Para os eventos extremos foram feitos alguns comentários de que as secas geralmente demoram mais a afetar de forma drástica os sistemas hídricos locais, enquanto as cheias têm impactos mais imediatos. Nas escassas pesquisas que classificam ou explicam essas variáveis não se discute a possibilidade de elas apresentarem um caráter dúbio (CRÉPIN, 2007; JIMENEZ *et al.*, 2020; THANH; TSCHAKERT; HIPSEY, 2020; WALKER *et al.*, 2012), como sugeriram alguns indivíduos

nesta pesquisa. Apenas Dahdouh-Guebas *et al.* (2021) ao listar variáveis, classificam algumas delas como rápidas e lentas, mas não explicam a escolha por essa denominação, sendo, um aspecto que carece de aprofundamento.

O conhecimento sobre essas variáveis pode ser de grande relevância para o órgão gestor do reservatório e para os órgãos colegiados que devem deliberar sobre os sistemas hídricos locais, como o comitê de bacia hidrográfica e os conselhos de recursos hídricos. São, portanto, fatores que servem como ponto de análise e atenção dessas entidades para reduzir o risco de falha do sistema de governança existente e aumentar as chances de o sistema conseguir suprir as suas funções básicas mesmo diante de estresses. Sabendo que esses fatores podem afetar o reservatório de forma rápida ou lenta, o sistema de governança poderá definir formas mais adequadas de reagir a eles (como planos de ações rápidas diante de eventos extremos) ou do que esperar deles (como benefícios esperados a longo prazo do aumento da participação na tomada de decisão ou da fiscalização dos usuários).

4.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível perceber que um sistema hídrico local tem impactos regionais e está fortemente interligado a sistemas maiores e menores, de modo que ambos se influenciam e se impactam. As relações entre esses sistemas de distintos níveis espaciais e de planejamento se dão por meio de variáveis que podem afetar o sistema de forma rápida ou lenta, exigindo diferentes respostas. Essas constatações reforçam que a segurança e sustentabilidade hídrica deve ser pensada sob a ótica multinível, pois fragilidades em um nível macro podem, por exemplo, afetar de forma negativa um sistema local que possui boas soluções de governança ou o inverso.

A análise apoiada no ciclo adaptativo e no conceito de panarquia permitiu compreender a dinâmica do sistema composto pelo Reservatório Epitácio Pessoa, identificando estressores e fortalecedores. Dessa forma, para sistemas socioecológicos complexos, como o que foi analisado, este tipo de investigação se mostra necessária, visto que, possibilita desenvolver uma governança baseada em aprendizagem, observando a transitoriedade do sistema. O conhecimento adquirido sobre o reservatório deve ser de grande valia para os órgãos que devem deliberar e projetar políticas hídricas, assim como deve colaborar para a atuação do órgão gestor, que pode monitorar o impacto das variáveis rápidas e lentas identificadas.

O reservatório se mostrou bastante vulnerável aos fenômenos de secas e isto se deve, sobretudo, à pouca ou demorada resposta e atuação institucional ao longo do tempo. Essa fragilidade tem se atenuado com a alocação negociada de água. Medida que foi resultado de um processo de reorganização, o que demonstra a importância de os sistemas conseguirem se adaptar e transformar posterior a algum impacto exógeno ou endógeno que desencadeie uma fase de colapso.

Se reconhece que muitos desafios são colocados, como encontrar equilíbrio entre rigidez e flexibilidade na conectividade do sistema de modo a permitir adaptação; garantir o mínimo de resiliência para que o sistema seja capaz de atender aos usos prioritários, como preconiza a PNRH; e integrar o monitoramento do sistema e seu potencial com o conhecimento sobre sua dinâmica, possibilitando respostas adequadas do sistema de governança.

A metodologia proposta e aplicada apresenta relevantes contribuições como a utilização da análise de consenso para caracterizar variáveis que impactam o sistema e a integração do Fisher Information para quantificar os ciclos adaptativos e definir as fronteiras entre as fases da estrutura. Em outras análises existe a possibilidade de refinar ainda mais a utilização do Fisher Information ao tentar quantificar mais de um indicador dos sistemas, como características socioeconômicas e de qualidade de água, somando-se ao conhecimento que os dados de volume do reservatório já oferecem.

CAPÍTULO V

5. O CARÁTER ADAPTATIVO DA GOVERNANÇA DA ÁGUA

5.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Muitas podem ser as estratégias para o enfrentamento de crises hídricas (LIMA *et al.*, 2018). Mas se reconhece que quando a governança assume um caráter adaptativo possibilita que os sistemas respondam melhor às falhas, evitem a degradação e minimizem o ambiente propício aos conflitos pela alocação de recursos (CHAFFIN; GUNDERSON, 2016; DECARO *et al.*, 2017). Segundo Shivakumar (2005), a governança pode ser uma facilitadora à adaptação, ajudando os sistemas a passar por períodos de transições. Nesse sentido, o conceito da Governança Adaptativa (GA) surge como uma abordagem emergente e potencializadora para que os sistemas de recursos hídricos consigam lidar com as incertezas e complexidades na era do antropoceno (PLUMMER; BAIRD, 2021; RIBEIRO; JOHNSON, 2018).

Para Chaffin, Gosnell e Cosens (2014), a GA consiste em um sistema de governança ambiental composto por uma gama de interações entre atores, redes, organizações e instituições em busca de um estado satisfatório para o local ao qual se aplica diante das incertezas e complexidades associadas às rápidas mudanças. Estas duas características (incerteza e complexidade) envolvem tanto aspectos ecossistêmicos como institucionais (HURLBERT; GUPTA, 2016; PAHL-WOSTL *et al.*, 2012; SCHOLZ; STIFTEL, 2005).

O OGA entende que o firmamento de uma governança sólida perpassa cinco dimensões que estão atreladas entre si, sendo elas: a construção de aspectos legais e institucionais; capacidade estatal; presença de instrumentos de gestão; relações estado-sociedade; e relações intergovernamentais (OGA, 2019a), como apresentado no Capítulo III.

Constituindo a primeira dimensão citada pelo OGA (2019a), os dispositivos jurídicos e normativos funcionam como um mecanismo de organização. Eles são imprescindíveis para orientar a estrutura, os limites, as regras e os processos que estarão vinculados ao nível em que a governança deve ser aplicada e são cruciais para análise das barreiras à adaptação (COSENS *et al.*, 2017; RUHL, 2011). Atuam em toda estrutura da governança, afetando todas as escalas, os atores e instituições, sejam elas formais ou informais.

Os dispositivos legais surgem como uma maneira de facilitar a adaptação nos sistemas socioecológicos por meio da auto-organização, coordenação e colaboração entre escalas

(DECARO *et al.*, 2017). Craig *et al.* (2017) mostram que muitos autores têm orientado para a adequação da legislação ambiental para alcançar sistemas mais resilientes e com uma gestão adaptativa capaz de operacionalizar adequadamente a GA.

Cosens *et al.* (2017) apresentam um conjunto de características que ao serem identificadas nos dispositivos jurídicos podem contribuir para a presença e fortalecimento de uma GA. Essas características se apoiam em três aspectos: estrutura, que corresponde ao desenho institucional; capacidade, relacionada aos recursos e autoridade para responder às mudanças; e processo, que é essencial para a garantia da implementação das prerrogativas estabelecidas.

O papel dos dispositivos jurídicos e normativos na GA já foi investigado em nível nacional (BETTINI; BROWN; HAAN, 2015; CRAIG *et al.*, 2017; NOVELLIE; BIGGS; ROUX, 2016) e de bacia hidrográfica (COSENS, 2015; COSENS; GUNDERSON, 2021). Mas para Daniell e Barreteau (2014) a governança precisa ser pensada e analisada em vários níveis e escalas. Algo também constatado no Capítulo IV desta pesquisa. Escalas caracterizam, por exemplo, as dimensões espaciais, temporais, legislativas e institucionais, enquanto os níveis correspondem ao fracionamento de uma escala (CASH *et al.*, 2006; DANIELL; BARRETEAU, 2014). Logo o mais sensato é que a jurisdição e normativas também sejam analisadas dessa forma. Principalmente se a governança estiver baseada num arcabouço jurídico que preze pela descentralização, como a PNRH (BRASIL, 1997; RIBEIRO, 2017).

Cada nação apresenta uma composição jurídica (também chamada de legal) que orienta como os recursos naturais devem ser geridos. Nesse sentido, para Granziera (2003, p. 34) o direito de águas brasileiro corresponde ao

“conjunto de princípios e normas jurídicas que disciplinam o domínio, uso, as competências e o gerenciamento das águas visando ao planejamento dos usos e à preservação, assim como a defesa de seus efeitos danosos, provocados ou não pela ação humana”.

Na confederação brasileira (formada pela União, os Estados Federados e os Municípios) cabe à União e aos Estados legislar acerca da gestão das águas e aos municípios responsabilidades de interesse local, como o abastecimento de água que compõe o saneamento básico (ANA, 2020b). Além disso, a bacia hidrográfica é a unidade territorial de gestão na PNRH (BRASIL, 1997), então dessa forma, o planejamento dos recursos hídricos no Brasil se faz em níveis distintos dentro de uma escala espacial: em nível nacional, estadual, de bacia hidrográfica e no nível de sistema hídrico local. Esse planejamento ocorre por meio de leis

(elaboradas pela União e Estados), planos de recursos hídricos (para União, Estados e bacias) e resoluções, acordos e atos normativos (para todos os níveis, sendo subordinados às leis vigentes).

O nível de aplicação dos dispositivos jurídicos e normativos também está totalmente atrelado à dominialidade dos corpos hídricos. A Constituição Federal (BRASIL, 1988) define que os lagos, rios ou correntes de água que banhem mais de um estado federado ou se estendam para outros países serão de domínio da União, enquanto as águas superficiais ou subterrâneas são de domínio estadual, as primeiras quando estiverem contidas em um único estado e as segundas em qualquer situação. Já os lagos e reservatórios serão de domínio da União sempre que construídos com recursos federais (ANA, 2020b) e mesmo que estejam barrando um rio de domínio estadual. Essas distinções adicionam mais complexidade à governança das águas.

Mesmo que exista diferenciação nos níveis de planejamento e, conseqüentemente, nos dispositivos jurídicos e normativos, eles precisam estar integrados para que não haja conflito entre as prerrogativas ao serem aplicadas (PEDROSA, 2020). Assis, Ribeiro e Silva (2020) exemplificam como essa integração é realizada por meio dos instrumentos de gestão numa bacia hidrográfica interestadual de grande dimensão (a do rio São Francisco) e o quão complexo pode ser.

Avaliar aspectos da GA em cenário de complexidade exige um olhar multinível, com vários pontos de análise, abarcando inclusive os sistemas hídricos locais, que surgem como um nível a ser observado ainda mais micro que o de bacia ou sub-bacia. Tal ação se justifica ao perceber que mesmo bacias que possuem plano de recursos hídricos e um comitê em funcionamento, podem apresentar reservatórios em situação de crise e conflito. Isto ocorre sobretudo se o plano não considerar em detalhes as questões conflitantes que envolvem os reservatórios e se o comitê não atuar adequadamente para resolvê-las.

O Estado do Ceará tem um modelo de planejamento e gestão que considera a governança em nível de reservatório, sobretudo por incluir na composição institucional as Comissões Gestoras de Açudes (CGA) como parte dos comitês de bacia (RODRIGUES, 2014). O Estado de Pernambuco também tem uma atuação semelhante com os Conselhos Gestores de Reservatórios (CONSUS). No caso do Reservatório Epitácio Pessoa, se estivesse sendo bem acompanhado como sistema hídrico local, maior teria sido a possibilidade de uma governança adequada. Assim como Cosens *et al.* (2014) sugerem que os problemas de governança costumam ser distintos entre o nível de bacia hidrográfica e os sistemas mais amplos, este

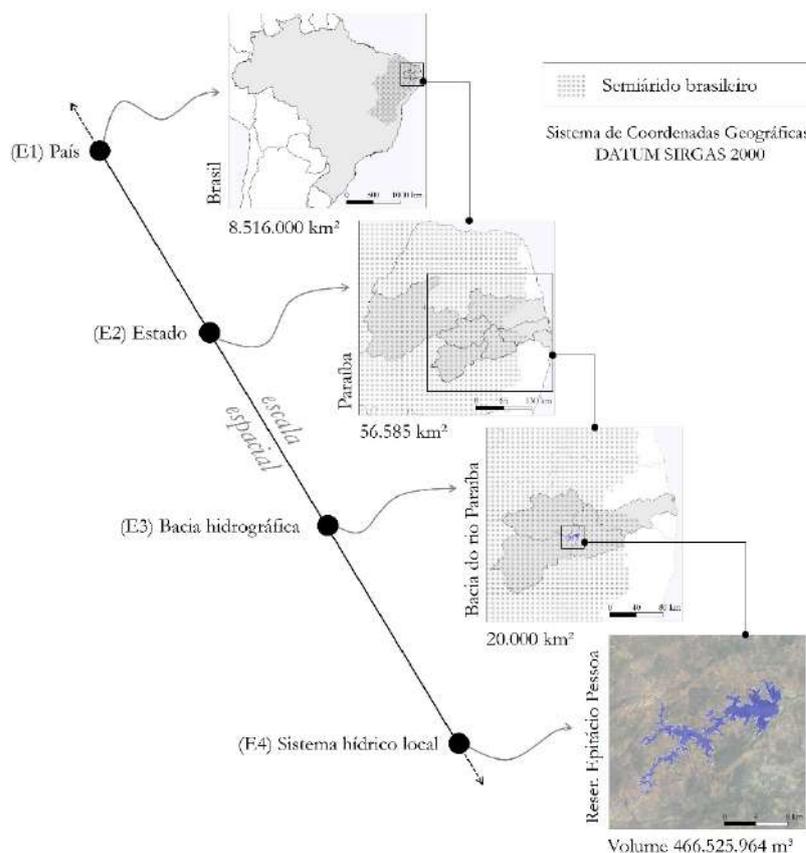
capítulo sugere que esses problemas também podem ser diferentes quando comparam-se situações em nível de bacia e em uma escala local (de governança no nível de reservatório).

Portanto, reconhecendo a necessidade de incentivar no Brasil o diálogo sobre adaptação dos sistemas de recursos hídricos diante das incertezas e complexidades socioambientais, este capítulo buscou identificar nas dimensões legal e institucional da governança da água características associadas à GA, observando as particularidades em escala espacial por meio de uma análise multinível.

5.2. METODOLOGIA

Neste capítulo se utilizou do conceito de Cash *et al.* (2006) de escala e níveis para analisar os dispositivos jurídicos e normativos. A escala escolhida foi a espacial. O ponto focal de análise constitui-se do sistema hídrico local composto pelo Reservatório Eptácio Pessoa. Considerando que a governança desse sistema depende dos dispositivos e instituições de outras dimensões, foi realizada uma avaliação multinível: nível nacional (Brasil), estadual (Paraíba), bacia hidrográfica (Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba) e sistema hídrico local (Figura 12). Dessa forma, mesmo que o ponto de partida seja o Reservatório Eptácio Pessoa, a análise permitiu avaliar outros níveis aninhados a este.

Figura 12 – Níveis utilizados para análise do caráter adaptativo da governança das águas.

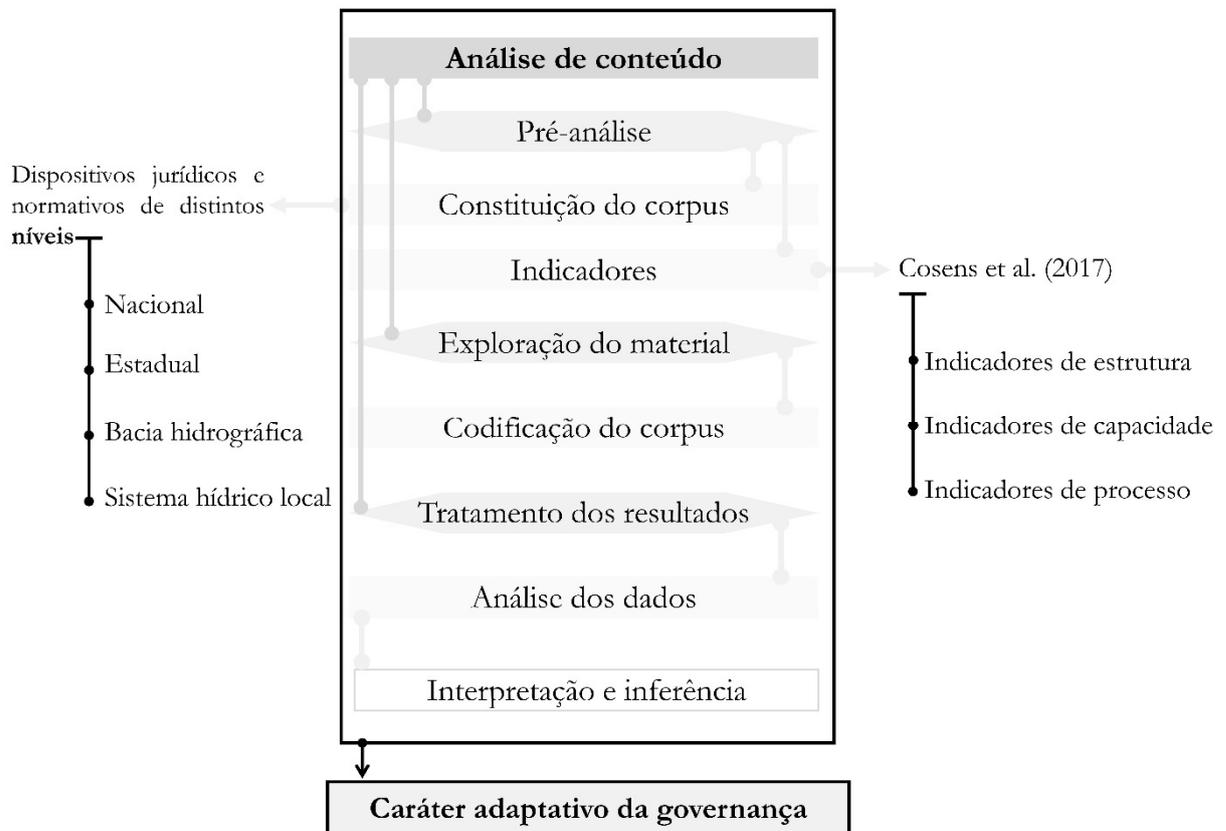


Fonte: Elaborada pelo autor.

O nível micro ou subsistemas (municípios abastecidos, sistemas de irrigação e pesca) discutidos no Capítulo IV não foram considerados nessa análise porque não possuem atribuições para legislar diretamente sobre os recursos hídricos, de acordo com a Constituição Federal (BRASIL, 1988). Dessa forma, acredita-se que impactos consideráveis dos subsistemas no reservatório por meio de dispositivos jurídicos são inexistentes ou de difícil detecção.

O método executado é apresentado na Figura 13. A abordagem consiste em aplicar a análise de conteúdo fundamentada por Bardin (2016), que por meio de um conjunto de etapas se propõe a extrair, de quaisquer recursos de linguagem, sentidos manifestos ou latentes. Sendo latentes aqueles que aparecem de forma implícita no conteúdo analisado, e os manifestos, aqueles que são mais diretos no que é dito no texto. Neste capítulo os objetos de análise foram documentos e não mensagens na forma de comunicação, como normalmente são usadas na análise de conteúdo. Mas isto não é necessariamente um impeditivo, visto que a finalidade é sempre a mesma (BARDIN, 2016) e que uma mensagem também pode ser documental (FRANCO, 2008).

Figura 13 – Fluxograma metodológico para análise da dimensão legal e institucional da governança da água.



Fonte: Elaborada pelo autor.

O *corpus*, grupo de textos selecionados, para análise deste capítulo foi construído por um conjunto de documentos jurídicos e normativos que tem a possibilidade de adicionar características da GA na forma que os recursos hídricos serão geridos (Tabela 3). Foram escolhidos documentos mais gerais e consolidados, como a Lei Federal 9.433 de 1997, e dispositivos normativos e acordos mais recentes, como os que estão relacionados ao processo de alocação negociada de água do reservatório. Foi critério para escolha dos dispositivos o que se considerou ser documentos de impacto para estruturar a governança, por se tratar de políticas de recursos hídricos (nacional e estadual), diretrizes para os instrumentos de gestão, diretrizes para a composição institucional e metodologia para acordos participativos. Também foi critério de escolha ter algum impacto direto ou indireto no sistema hídrico local escolhido, sendo este, portanto, o ponto focal da análise e utilizado como ponto de partida para o levantamento do material. Ao todo constituiu o *corpus* 15 dispositivos com significância para a governança da água.

Os indicadores utilizados foram as características de dispositivos jurídicos levantadas por Cosens *et al.* (2017) que podem conferir à governança das águas um caráter adaptativo (Tabela 4). Essas características foram consideradas neste capítulo por terem sido investigadas e utilizadas como arcabouço por um período de tempo considerável (desde 2014) pelo grupo de pesquisa que as definiram e validaram com a aplicação na análise da governança de diferentes bacias hidrográficas nos Estados Unidos e Austrália (COSENS; GUNDERSON; CHAFFIN, 2014; COSENS, 2015).

A codificação do *corpus* e o tratamento dos resultados foram realizados em duas etapas. A primeira consiste em uma transformação do texto que permite ao analista associar parte do texto a um ou mais indicadores (BARDIN, 2016). O processo se deu com a leitura do *corpus* e sempre que fragmentos remetiam ao sentido de algum dos indicadores ele passava a ser codificado como tal. Enquanto a segunda confere aos dados, criados a partir da codificação, interpretações e inferências.

Por se tratar de pesquisa qualitativa com um número considerável de documentos, foi adotado como auxiliar do processo o *software* Atlas.ti, que permite otimizar o tempo de análise e organizar de forma mais concisa os resultados para que se construam interpretações e inferências mais consistentes do material (SOUZA NETO *et al.*, 2019).

Tabela 3 – Dispositivos analisados para investigar a governança das águas considerando o sistema hídrico composto pelo reservatório Epitácio Pessoa.

| Nível | Dispositivo | Descrição |
|--------------------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nacional | Lei Federal nº 9.433 de 1997 | Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH |
| | Resolução CNRH nº 13 de 2000 | Estabelece critérios gerais para o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos |
| | Resolução CNRH nº 16 de 2001 | Estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos |
| | Resolução CNRH nº 21 de 2005 | Estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos |
| | Resolução CNRH nº 91 de 2008 | Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos |
| | Resolução CNRH nº 145 de 2012 | Estabelece diretrizes para a elaboração de Planos de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e dá outras providências |
| Estadual | Lei Estadual nº 6.308 de 1996 | Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, suas diretrizes e dá outras providências |
| | Lei Estadual nº 7.779 de 2005 | Cria a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA |
| Bacia Hidrográfica | Decreto nº 27.560 de 2006 | Institui o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba e dá outras providências |
| | Resolução CERH nº 01 de 2003 | Estabelece diretrizes para a formação, instalação e funcionamento de Comitês de Bacias |
| | Regimento Interno do CBH-PB | - |

Continuação da Tabela 3.

| | | |
|-----------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Deliberações do CBH-PB de 2008 até 2019 | - |
| Sistema Hídrico Local | Resolução ANA nº 78 de 2019 | Regulamenta a adoção do Termo de Alocação de Água para sistemas hídricos com corpos de água de domínio da União |
| | Nota Técnica nº 10/2015/COMAR/SRE | Metodologia para Alocação de Água em Açudes Isolados |
| | Termo de Alocação de Água (TAA) 2019-2020 (EM ANEXO) | - |
| | Termo de Alocação de Água (TAA) 2020-2021 (EM ANEXO) | - |

Tabela 4 – Diretrizes para investigação do papel da lei na governança adaptativa.

| Aspectos da governança regidos por lei | Componente do aspecto | Diretrizes descritas para avaliação do componente da estrutura |
|----------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Estrutura | Policentricidade | <p>Vários centros de autoridade.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Redundância: funções comuns de gerenciamento e tomada de decisão em várias escalas. A redundância aumenta a probabilidade de que as decisões possam ser tomadas e implementadas na escala de um problema específico. • Aninhamento: representação de órgãos de decisão e assessoria de níveis inferiores em entidades de nível superior. O aninhamento permite a formação de redes <i>ad hoc</i> em resposta à surpresa e aumenta o potencial de inovação local dentro da governança estável em maior escala. • Complementaridade: se um órgão de decisão deixar de agir ou agir de forma inadequada, outro órgão pode intervir. • Subsidiariedade: tomada de decisão no nível mais próximo possível do recurso, mas dentro do contexto de um governo em múltiplas escalas que promova as condições para a implementação das decisões de gestão. A subsidiariedade aumenta a probabilidade de que o conhecimento local seja usado, as decisões sejam feitas sob medida para problemas específicos e a inovação possa ocorrer em nível local, apoiada pela governança em escalas maiores. |
| | Integração | Integração da gestão de recursos hídricos nos setores que influenciam a alocação, qualidade e desenvolvimento da terra, e integração da regulamentação de recursos fisicamente conectados, como águas subterrâneas e superficiais. A integração reduz a possibilidade de consequências indesejadas. |
| | Persistência | Estabilidade na representação e nos órgãos de tomada de decisão para promover a legitimidade e a confiança, reduzindo potencialmente o tempo de resposta à surpresa. |
| Capacidade | Adaptativa | Recursos e autoridade legal para responder às mudanças. Permite que um sistema de governança se ajuste durante incertezas e mudanças. |
| | Participativa | As pessoas afetadas têm o direito e os recursos para desempenhar um papel na tomada de decisões. A capacidade participativa reduz a probabilidade de marginalização de partes da sociedade e aumenta a probabilidade de que todos os aspectos de um sistema sejam considerados na tomada de decisões. |

Continuação da Tabela 4.

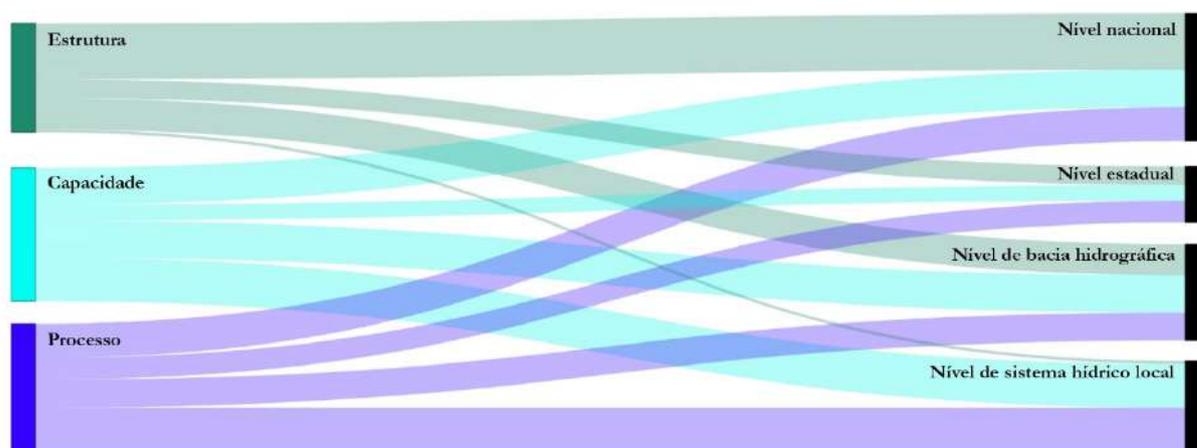
| | | | |
|----------|------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Processo | Legitimidade | | Aceitação da autoridade porque ela é percebida e exercida de maneira adequada. A legitimidade é necessária para o apoio público à gestão de recursos e inclui requisitos para a tomada de decisões com base científica, deliberação, responsabilidade, transparência, consistência, estabilidade e revisão e recurso para aqueles prejudicados por uma ação governamental. |
| | Justiça processual | | Envolve a transparência, o direito de buscar revisão e engajamento no nível apropriado. A justiça processual é necessária para identificar consequências não intencionais, verificar a corrupção e evitar a aplicação desigual do ônus da adaptação. |
| | Abordagem de resolução de problemas | de | Autoridade e recursos para usar a ciência e os processos colaborativos baseados em interesses. Permite a possibilidade de soluções benéficas para todos e contrasta com abordagens políticas e ideológicas que não estão sujeitas a compromissos. |
| | Reflexão e aprendizagem | e | Recursos para monitoramento e um processo de <i>feedback</i> e consideração de novas informações. A oportunidade de reflexão e aprendizagem garante que a resposta à mudança não seja mecânica e que a sociedade evolua com a abordagem da gestão. |
| | Equilíbrio, estabilidade e flexibilidade | e | Prazos de adaptação que consideram tanto a necessidade de ajuste quanto a necessidade econômica de estabilidade. O equilíbrio entre estabilidade e flexibilidade reconhece que, embora os ajustes devam ocorrer em face da mudança, os sistemas sociais e, particularmente, os sistemas econômicos requerem estabilidade; ambos devem ser levados em consideração. |
| | Resolução de conflitos | de | Processo para resolução de conflitos e tomada de decisões finais e vinculativas sobre compensações em relação a recursos escassos. Pode chegar um ponto em que o consenso não é possível e, a menos que um sistema para resolver problemas seja projetado e acordado de antemão, o conflito é provável. |

Fonte: Adaptada de Cosens *et al.* (2017).

5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise de conteúdo foi possível perceber que os aspectos intrínsecos à estrutura estão mais presentes nas diretrizes em nível nacional (Figura 14). Em nível local esse aspecto surge uma única vez, quando a Nota Técnica da ANA cita a composição institucional da Coordenação de Marcos Regulatórios e Alocação de Água (COMAR) e suas atribuições, dentre elas a descentralização das atividades de operação e manutenção de reservatórios, canais e adutoras de domínio da União. Essa constatação não é, necessariamente, algo negativo e que prejudique a presença da GA, pois as diretrizes e decisões presentes em outros níveis precisam estar em consonância com as existentes em nível nacional (ANA, 2020b) e prerrogativas feitas em dispositivos de nível macro podem ser impactantes em nível micro.

Figura 14 – Diagrama de fluxo para os aspectos da governança regidos por dispositivos jurídicos e normativos nos níveis analisados.



Fonte: Elaborada pelo autor.

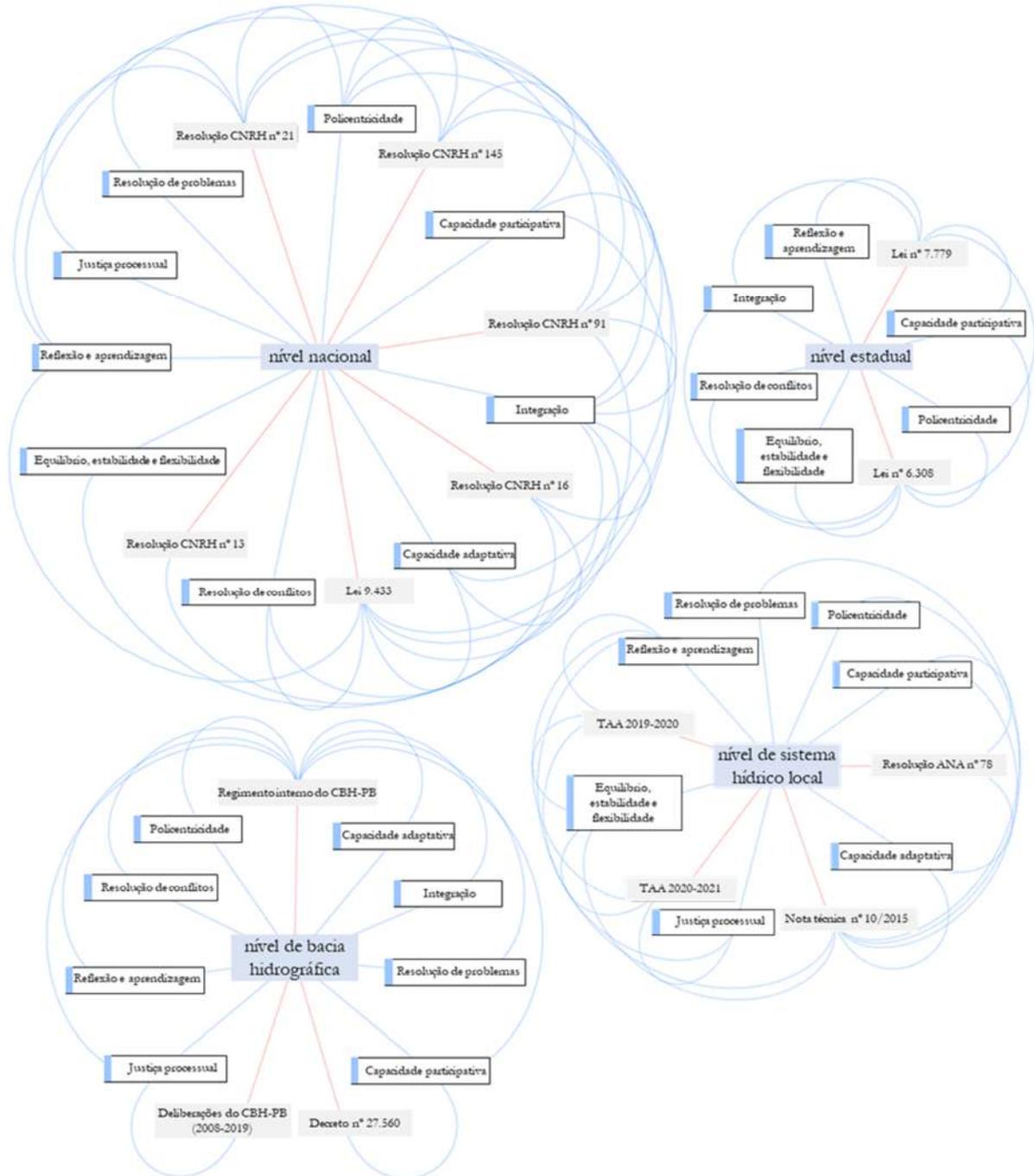
Os indicadores relacionados à estrutura configuram uma preocupação quanto ao aspecto institucional, isto é, aos órgãos que compõem o sistema de governança. Nesse sentido a Lei Federal 9.433 de 1997 define bem o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) em seu texto, inclusive as suas atribuições. O mesmo acontece com a lei equivalente no nível estadual para a Paraíba, por meio do Sistema Integrado de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos definido pela Lei Estadual 6.308 de 1996. Assim como os dispositivos que tratam da composição do CBH-PB. Todos os órgãos contidos nesses níveis, na prática, apresentam importância para a situação analisada no sistema hídrico local.

Nos sistemas hídricos locais as Comissões Gestoras de Açudes (CGA) vinculadas aos comitês de bacia podem fortalecer os indicadores de estrutura, visto que, pela experiência em estados como o Ceará e em bacias como do rio Piranhas-Açu, as CGA são consideradas importantes organismos locais de gestão (OLIVEIRA, 2019; RODRIGUES, 2014). Compete às CGA, por exemplo, arbitrar a regra de alocação negociada de água quando não existir consenso entre as partes, acompanhar o cumprimento dos acordos de alocação e propor critérios de uso racional da água (CBH-PPA, 2014; CONERH, 2007). Na ausência de uma CGA no Reservatório Eptácio Pessoa para atuar na governança, quem tem assumido papel de árbitro na alocação negociada de água é a ANA, como visto no Capítulo III.

Indicadores de capacidade e de processo foram identificados com certa proporcionalidade em todos os níveis a partir dos dispositivos considerados como amostra. Isto sugere uma atenção multinível da condição que os sistemas terão de responder aos cenários de mudanças e a forma que as decisões serão tomadas e implementadas. A presença dessas características associadas à governança da água sugere uma maior habilidade dos sistemas conseguirem responder às transições no âmbito ecológico (GUNDERSON, 2000), fortalecer a tomada de decisão com o conhecimento e aceitação dos atores pertencentes ao sistema (ERDIAW-KWASIE *et al.*, 2020; PORRAS; STRINGER; QUINN, 2019), além de equidade e justiça nas ações acordadas.

A maioria dos indicadores se encontraram presentes no processo de codificação. As redes de conexão entre os indicadores e os níveis (Figura 15) mostram que em âmbito nacional os dispositivos analisados contêm uma maior densidade das características levantadas por Cosens *et al.* (2017) (Tabela 4). Nesse mesmo nível a policentricidade e a integração dos diferentes órgãos que influenciam na governança, são os dois componentes que surgem em mais documentos. Segundo Bettini, Brown e Haan (2015), características que se assemelham ao que aqui foi definido como policentricidade e integração, corroboram para produzir formas de adaptação por meio da aprendizagem, decisão e ação. Isto ocorre, visto que, ao mesmo tempo que a governança está descentralizada, também demanda uma certa coordenação entre os níveis e setores por meio da integração institucional. Juntas, as duas características auxiliam, por exemplo, na velocidade que o sistema hídrico local leva para elaborar respostas para determinados estresses, desde que os envolvidos em níveis maiores tenham “aprendido” com situações semelhantes e ofereça o suporte devido.

Figura 15 – Redes de conexões para os indicadores da governança adaptativa nos níveis analisados. Links na cor vermelha ligam os níveis aos dispositivos analisados e os links na cor azul ligam os níveis ao indicador e, posteriormente, ao dispositivo em que ele foi identificado.



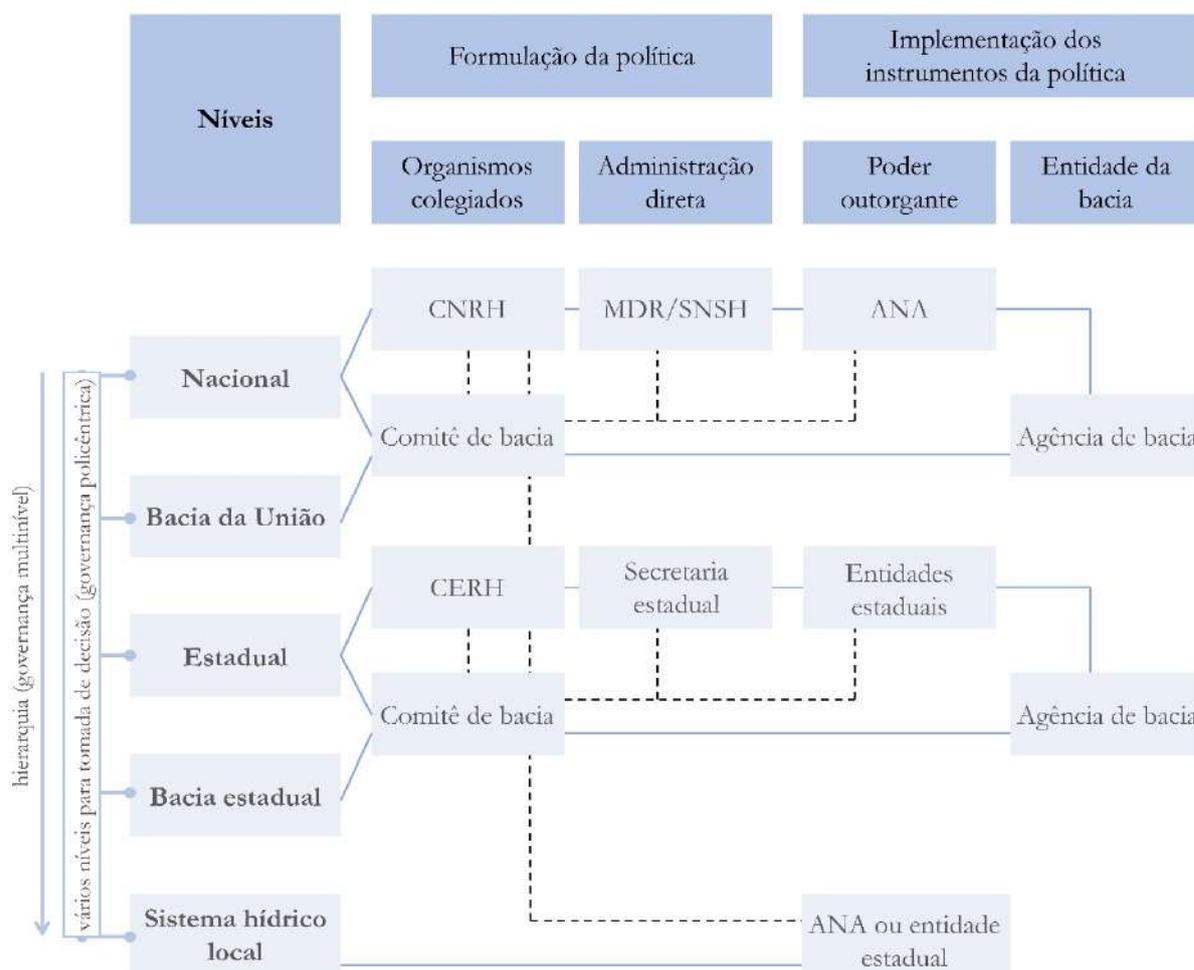
Fonte: Elaborada pelo autor.

A policentricidade aqui observada favorece a descentralização na governança das águas, característica marcante da PNRH (RIBEIRO, 2017; SILVA *et al.*, 2017). Isso se contrapõe a uma estrutura de governança centralizadora, que tende a diminuir o potencial de inovação e,

consequentemente, a capacidade adaptativa porque limita a comunicação em uma estrutura predominantemente controlada em um único nível administrativo (CHAFFIN *et al.*, 2016).

Ainda nessa discussão, é preciso destacar que a análise de conteúdo se mostrou adequada por ter identificado essa forte presença da policentricidade (também chamado de governança de rede por McGinnis e Ostrom, 2011), pois é uma parte fundamental do modelo de governança das águas presente no Brasil, o que fica bastante evidente ao observar a composição do SINGREH (Figura 16). É importante destacar que o policentrismo e a governança multinível não são sinônimos. Para Pahl-Wostl (2015), a governança multinível pode ser uma característica de sistemas policêntricos e, dessa forma, responsável por distribuir a autoridade para tomada de decisão dentro de uma hierarquia. Complementar a isso, Sandström, Söderberg e Nilsson (2020) esclarecem que todo projeto de governança multinível tem um certo grau de policentrismo. De fato, o que há no Brasil é um sistema de governança com vários níveis para tomada de decisão (policêntrica) e uma hierarquia na qual instituições em um patamar superior podem modificar ou influenciar decisões tomadas em níveis inferiores (multinível). Nesse cenário de governança multinível é preciso fortalecer as relações entre as entidades de diferentes níveis, para contribuir com o fluxo de informações, recursos e conhecimentos, assim, favorecendo a adaptação (HURLBERT; DIAZ, 2013).

Figura 16 – Matriz e funcionamento do SINGREH adaptado de ANA (2020c) e acrescentado o nível de sistema hídrico local.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Os indicadores comuns a todos os níveis são: reflexão e aprendizagem, capacidade participativa e policentricidade. Essas três características juntas permitem, através da GA, que um sistema mantenha a autoridade para a tomada de decisões mais próxima do nível a ser aplicado, assim como aumenta as chances de que todos os pontos de vista sejam levados em consideração na tomada de decisão e que sejam consideradas mudanças menos mecânicas para a adaptação sistêmica (CLARVIS; ALLAN; HANNAH, 2014; COSENS *et al.*, 2017; PAHL-WOSTL, 2020). Na prática para que esses benefícios sejam alcançados faz-se necessário observar, dentre outros aspectos, a representatividade dos atores no processo de tomada de decisão e o conhecimento técnico sobre as questões que envolvem o planejamento.

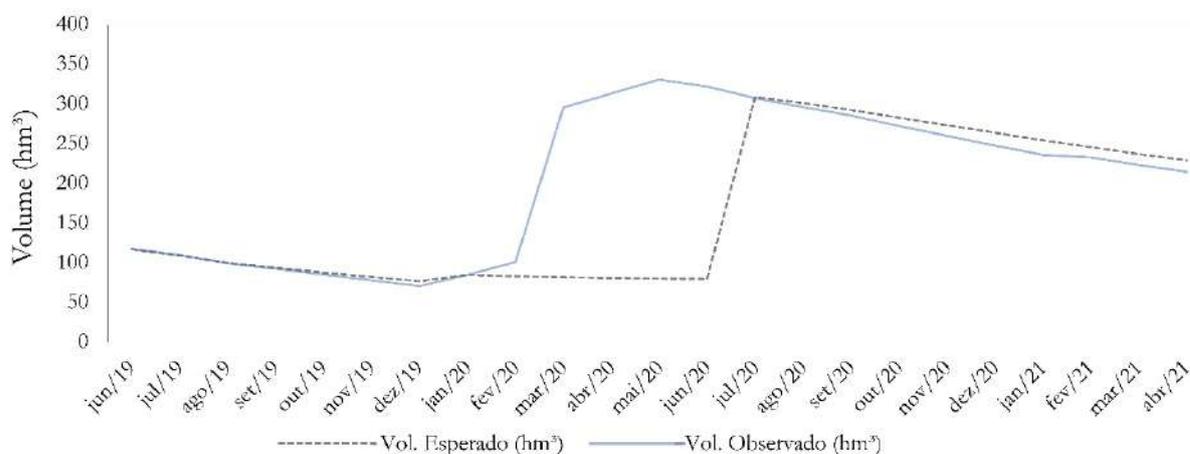
A persistência e a legitimidade são as duas únicas características que não estão presentes em nenhum dos dispositivos analisados, portanto, em nenhum nível. A primeira porque nos

órgãos colegiados onde ocorre parte fundamental da tomada de decisão (conselhos e comitês de bacias) as representações e cargos são dados por meio de mandato, o que não garante a estabilidade na representação para algumas medidas deliberativas, consultivas e até mesmo normativas. A ausência desse tipo de estabilidade pode afetar negativamente o tempo que o sistema levará para responder a perturbações (COSENS *et al.*, 2017). Essa característica também depende de um regime governamental estável. No Brasil, recentemente, a composição de órgãos importantes sofreu alteração refletindo, por exemplo, na diminuição da participação da sociedade civil na representação do CNRH (OGA, 2019b). Mas esse tipo de estabilidade está voltado para mudanças no grau de representação, como por exemplo, se tem sido constante no comitê de bacia o número de representantes de determinado segmento, respeitando o estabelecido no dispositivo que regulamenta este aspecto. Aqui o intuito foi relacionar a persistência à forma como são ocupadas as entidades responsáveis na tomada de decisão acerca dos recursos hídricos, em outras palavras, a estabilidade dos componentes que compõem as entidades.

Na composição institucional dos níveis analisados, a ANA é o único órgão com quadro de funcionários permanentes sendo formados por meio de concursos e, portanto, se encaixando com o que Cosens *et al.* (2017) classifica como persistência. Isso permite que o corpo técnico conheça melhor os sistemas que deverão gerir formando um conhecimento consolidado das problemáticas e vulnerabilidades associadas, auxiliando em respostas mais rápidas e fundamentadas.

A legitimidade é uma característica difícil de ser percebida ou citada em dispositivos jurídicos ou normativos, visto que está associada, dentre outros fatores, à observação do cumprimento de determinadas diretrizes, pois é assim que se legitima uma medida. Isso fez com que não fosse notada menção direta ou indireta nos dispositivos analisados. Em contrapartida, o monitoramento auxilia para a garantia desse indicador ou, mais diretamente, para observância do cumprimento dele. Um exemplo disso está nos dados mensais dos boletins de acompanhamento da Coordenação de Marcos Regulatórios e Alocação de Água (COMAR) (Figura 17), que mostram que o Reservatório Epitácio Pessoa tem alcançado as metas estabelecidas nos TAA, respeitando as retiradas acordadas para cada usuário e mantendo o reservatório com o volume próximo ou superior ao planejado. Assim, legitimando a tomada de decisão participativa que vem sendo desenvolvida.

Figura 17 – Dados do COMAR para o monitoramento do volume do Reservatório Epitácio Pessoa.



Fonte: Elaborada pelo autor com dados da COMAR.

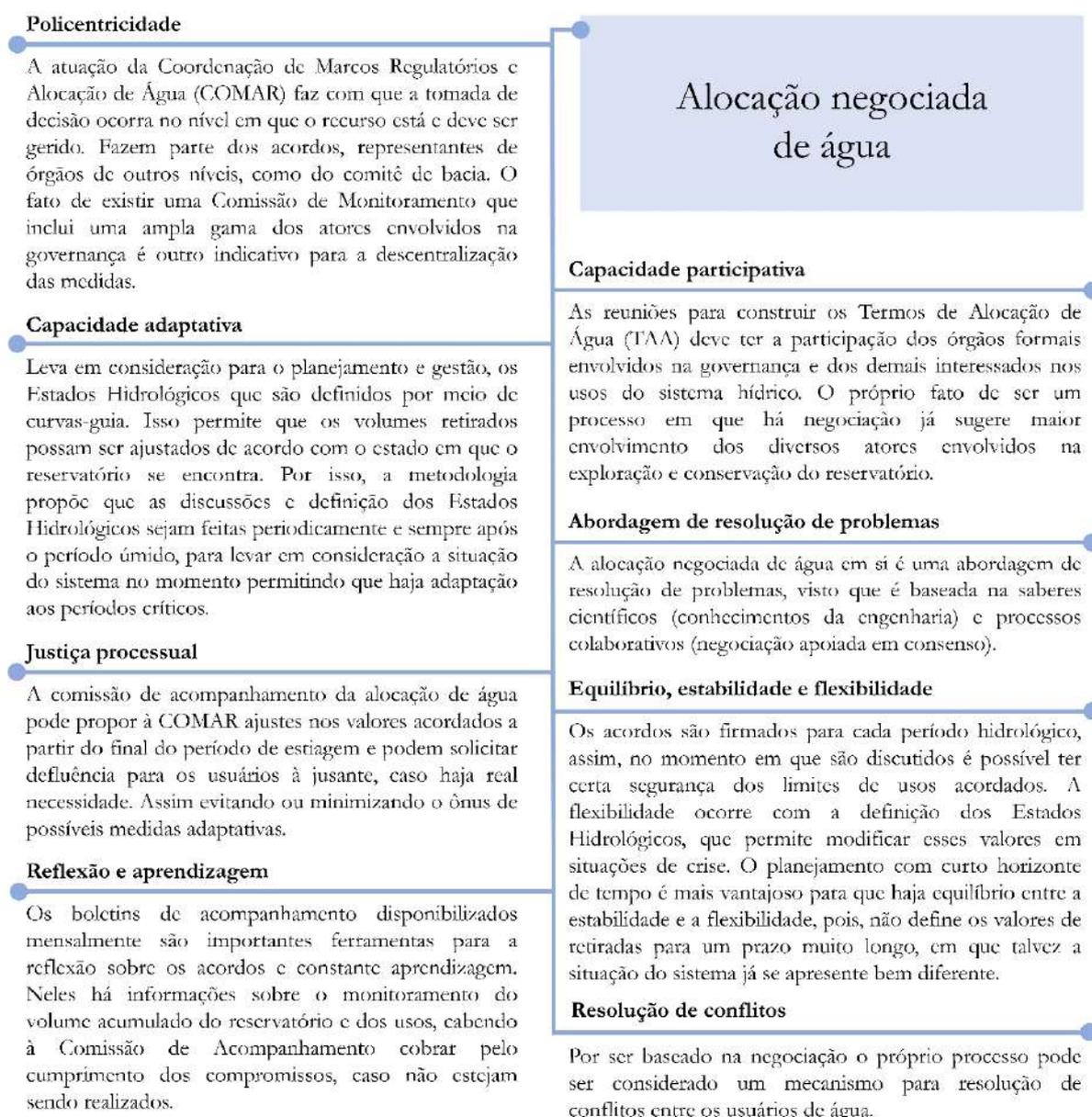
No nível de bacias hidrográficas, o Protocolo de Monitoramento do OGA (2019a) se mostra uma ferramenta importante para avaliar periodicamente a governança, como relatado no Capítulo III. A análise da legitimidade pode ser aprofundada, pois, para Cosens (2013), a legitimidade que se buscou identificar neste trabalho é o que pode ser classificado como legitimidade baseada em resultados, havendo outras quatro fontes potenciais a serem exploradas: baseada em ordem, sistêmica, deliberativa e processual. Para Cosens *et al.* (2017), a lei só conseguirá atingir seus objetivos para uma GA se garantir a legitimidade, por isso a importância de haver o monitoramento, como o indicado anteriormente para o nível local.

É importante considerar que a legitimidade baseada em resultados pode se tornar enviesada diante de determinados contextos sociais que não incluam adequadamente algum ator ou grupo de atores envolvido na governança, por exemplo, não levando em consideração os anseios desses atores na tomada de decisão. Desse modo, mesmo que os resultados observados estejam próximos aos esperados, o processo, aparentemente participativo, pode estar sendo coercitivo e os atores, mesmo se sentindo prejudicados, estarão condicionados a cumprirem determinado acordo. Portanto, é necessário considerar além da participação, um certo grau de equidade de poder entre os diversos atores, para que assim a legitimidade possua um caráter justo e efetivo.

Atentando-se ao ponto focal de análise, que foi o sistema hídrico local composto pelo Reservatório Epitácio Pessoa, os resultados alcançados demonstram uma forte presença de elementos da GA nos dispositivos e acordos que orientam a governança neste nível. Essa

constatação se deve sobretudo ao processo de alocação negociada de água que vem sendo desenvolvido. A participação nas reuniões tem sido substancial, incluindo atores dos diversos campos de interesses na exploração do reservatório (abastecimento, irrigação e aquicultura). A Figura 18 apresenta características desse modelo de alocação que tendem a fortalecer alguns aspectos da GA.

Figura 18 – Características do processo de alocação negociada de água associadas a aspectos que favorecem a governança adaptativa.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A presença ou não dos indicadores analisados não qualifica por si só a governança como adaptativa, mas apresenta indícios de que a dimensão legal e institucional da governança tem

em sua composição elementos que tendem a favorecer os sistemas hídricos na assimilação de incertezas e perturbações. Sendo assim, as características levantadas por Cosens *et al.* (2017) e investigadas neste capítulo em vários níveis apontam para uma condição positiva, mas somente a implementação desses dispositivos pode medir a efetividade das diretrizes.

Por mais que os dispositivos se atentem aos vários aspectos necessários à GA, é preciso considerar a dificuldade de implementação, pois isso perpassa aspectos problemáticos relacionados à governabilidade, heterogeneidade em um país com dimensões continentais e desinformação social. Souza Filho (2011) ao explorar desafios para implementação da PNRH, sugere componentes de ação para que seja possível superá-los, dentre eles, o fortalecimento institucional e a participação. Além do fortalecimento institucional, Silva (2014) também sugere o monitoramento e a fiscalização da implementação das políticas de recursos hídricos. Portanto, estas também são medidas que podem facilitar a implementação de uma GA em sistemas hídricos.

Entende-se que deve o comitê de bacia ser, também, fiscal da boa implementação do plano da bacia verificando se ações e programas aprovados estão sendo obedecidos. Sousa Júnior *et al.* (2016) consideram que na prática a participação na governança brasileira da água é prejudicada porque os comitês de bacia, importantes arenas para discussões, ainda são desafiados negativamente por questões políticas, técnicas e operacionais, como a desigual distribuição de autoridade entre as partes interessadas no recurso. De acordo com Lemos *et al.* (2020) poucos grupos controlam a produção do conhecimento e a tomada de decisão em momentos de crises em sistemas hídricos brasileiros, o que dificulta a capacidade adaptativa.

Também é preciso destacar que muitas podem ser as estratégias que podem ser adotadas para facilitar a adaptação e a superação de crises hídricas, como apresentam Lima *et al.* (2018) para o cenário de crise vivenciado pelo Distrito Federal. Nesse contexto, as características (ou indicadores) investigadas nesse capítulo são ferramentas para o desenvolvimento dessas estratégias levando em consideração as peculiaridades de cada sistema hídrico.

A quantidade de dispositivos jurídicos e normativos que influência direta ou indiretamente a governança da água no Brasil é bastante ampla e, por isso, a análise feita não classifica como findada a investigação do caráter adaptativo. No entanto, para a governança praticada no Reservatório Epitácio Pessoa, o ordenamento jurídico e normativo apresenta-se com características que podem ajudar o corpo hídrico a lidar com as rápidas mudanças socioambientais.

5.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na Lei 9.433/97, da PNRH, encontra-se disposto, em um dos seus fundamentos, que “a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades”. A integração entre setores usuários assim como a articulação entre a gestão de recursos hídricos, a gestão ambiental e o uso do solo também estão previstos na PNRH. Neste capítulo verificou-se que esses modernos aspectos (descentralização, participação, integração, articulação), essenciais para o alcance de uma Governança Adaptativa, são contemplados nos dispositivos analisados. Isso pode ser verificado nos níveis nacional (resoluções do CNRH); estaduais (leis); de bacia hidrográfica (deliberações de comitê) e sistema hídrico local (termos de alocação de água).

Considerar as discussões no nível de sistema hídrico local (contextualizando-as em nível macro) é muito adequado para o Brasil. Isso tem muita relevância em casos em que grande parte da demanda de água é satisfeita com os reservatórios de regularização de vazão, como no semiárido. A análise mostrou que o planejamento realizado para estes sistemas pode fortalecer a presença da Governança Adaptativa, essencialmente e muito recentemente, devido ao processo de alocação negociada de água. A alocação de água que vem sendo desenvolvida no reservatório é uma iniciativa da ANA em reservatórios com águas de domínio da União, mas é um direcionamento para que órgãos gestores estaduais utilizem a metodologia em reservatórios com águas de domínio estadual.

A pesquisa foi realizada em um Estado com política de recursos hídricos, em uma bacia com comitê e em um reservatório estratégico para a população de diversos municípios paraibanos, o qual passou a ser melhor observado após a crise vivenciada – o que tem desencadeado recente interesse em ter sua governança aperfeiçoada. O panorama encontrado pode ser bem distinto para outros estados, bacias e reservatórios. Por isso, sugere-se que esta investigação seja realizada para outros sistemas, proporcionando, inclusive, a comparação e diretrizes para melhorias.

Há uma lacuna entre a concepção da política hídrica no Brasil (e a respectiva regulamentação) e os resultados alcançados quanto à implementação. Por mais que nesta pesquisa tenham surgido indícios que apontam para uma governança brasileira de águas de caráter adaptativo, faz-se necessário examinar sua implementação e resolver as barreiras que a limita. Como nenhum sistema se encontra isolado, a presença de indicadores em um nível mais macro deve ter influência direta na situação local. Isso é essencial em casos de governança de

águas onde as instituições estão conectadas em um sistema de gerenciamento – como no caso brasileiro.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Esta pesquisa conclui que a governança da água e sua análise são fenômenos complexos, assim como os sistemas hídricos inseridos no contexto em que essa governança se aplica. Dessa forma, o conjunto metodológico apresentado colabora para compreender essa complexidade e oferecer subsídios para identificar lacunas existentes e aspectos a serem melhorados. As etapas metodológicas sugeridas e aplicadas utilizam dados simples e ferramentas de fácil acesso, o que são fatores importantes para permitir a replicabilidade e a investigação da governança em outros contextos.

O monitoramento da governança realizado no Capítulo III mostrou-se importante de ser realizado por permitir visualizar pontos de possível melhoria da governança para torna-la mais robusta. Além disso, ficou demonstrado que o protocolo de monitoramento da governança das águas do OGA é adequado para ser aplicado em outros níveis de planejamento e não apenas para a bacia hidrográfica, para o qual ele foi pensado inicialmente. Em alguns indicadores é necessário observar a integração entre o nível de planejamento analisado e outros, o que é bastante adequado para análise da governança, como ficou elucidado no Capítulo IV. Ainda assim, mesmo que sejam utilizados dados de pouca complexidade, se reconhece a necessidade de muitas informações para embasar o julgamento de cada indicador e a busca por essas informações pode ser uma tarefa bastante dispendiosa. Nesse sentido, é importante que cada vez mais as entidades envolvidas na governança de recursos hídricos ofereçam transparência para os dados e informações produzidas no seu âmbito de atuação. Além disso, não há ao certo um indicativo de qual frequência deve ser adotada para o monitoramento da governança, mas a prática pode oferecer subsídios para responder a esse questionamento além de permitir o aperfeiçoamento do processo.

O Capítulo IV mostrou que a dinâmica sistêmica e a relação de um sistema a outros pode ser algo bastante complexo e que envolva muitas variáveis, mesmo para um sistema hídrico local. Isto reforça o entendimento de que estes sistemas têm impactos regionais e, por isso, precisam ser fortalecidos e resilientes. O conhecimento adquirido com a compressão da transitoriedade do sistema ao longo do tempo é um fator crucial para desenvolver uma governança baseada em aprendizagem, isto é, uma governança moldada pelos cenários de

incertezas e crises que o sistema já vivenciou, de modo a se tornar mais sólida e capaz de responder a novas crises.

A identificação de variáveis rápidas e lentas que afetam o sistema hídrico local analisado é outro aspecto importante para projetar possíveis melhorias na governança, sobretudo nas políticas e normas que devem orientar a exploração e conservação da água, além das respostas institucionais. A contribuição da antropologia, com a análise de consenso, integrada à classificação das variáveis é um fator que deve ser levado em consideração, pois oferece maior confiabilidade utilizando a colaboração de um número pequeno de indivíduos, se contrapondo a um processo que até então era mais subjetivo e dependia apenas do modo que o pesquisador avaliava a variável, podendo existir certo enviesamento.

No Capítulo V ficou demonstrado que na dimensão legal e institucional do Brasil existem diretrizes que podem favorecer o caráter adaptativo da governança da água. Essas diretrizes estão espalhadas nos dispositivos de diferentes níveis de planejamento, portanto, a situação aqui encontrada (para um sistema hídrico local no Estado da Paraíba e em uma bacia hidrográfica com elementos da PNRH já implementados) pode ser diferente se alterado o sistema analisado. Além disso, essas diretrizes precisam ser implementadas satisfatoriamente para que os sistemas consigam lidar com os estresses endógenos e exógenos facilitando a existência de adaptação ou transformação, como demonstrado no Capítulo IV.

Durante boa parte do texto se evidenciou a importância da alocação negociada de água como um mecanismo de resolução de conflitos (Capítulos III e V) e que favorece a adaptação (Capítulos IV e V). Legitimando o entendimento de que quando a tomada de decisão acontece de forma participativa e incluindo os atores envolvidos no sistema de governança os resultados tendem ser satisfatórios e mais facilmente aceitos.

Com a pesquisa, consolida-se a necessidade de considerar os sistemas hídricos locais como um nível de planejamento importante, não apenas pelas análises realizadas no Reservatório Epitácio Pessoa como amostra, mas também pelo que se tem vivenciado no restante do país, com a crise do sistema hidrelétrico brasileiro e o risco de colapso do abastecimento público de grandes regiões metropolitanas, ambas relacionadas com a gestão e governança de reservatórios.

Por fim, diante dos resultados alcançados, sugerem-se como orientações:

- I. Sabendo que o CBH-PB aderiu ao Observatório das Águas, facilitando o exercício de monitoramento da governança, sugere-se que o monitoramento seja realizado no âmbito do comitê também para os sistemas hídricos locais estratégicos da bacia hidrográfica. Isto pode ser executado separando os integrantes do comitê em grupos de indivíduos com maior proximidade com cada sistema hídrico e aceitando também a colaboração de agentes externos ao comitê, de modo a facilitar a análise e discussão dos indicadores;
- II. Maior publicidade e transparência aos dados e informações oriundas dos órgãos do sistema de governança para acelerar as respostas aos momentos de crise e facilitar o monitoramento;
- III. Levar em consideração as variáveis rápidas e lentas para definir estratégias de gestão, como planos de ações diante dos fenômenos de secas e medidas para melhoria da qualidade da água;
- IV. Promover maior articulação institucional no âmbito do Reservatório Epitácio Pessoa, principalmente, após a integração com outra bacia hidrográfica por meio do PISF;
- V. Que os diferentes órgãos gestores e colegiados definam estratégias para implementação das diferentes diretrizes que constam nos dispositivos jurídicos. Estas ações devem estar integradas ao exercício de monitoramento da governança;
- VI. Fortalecer cada vez mais o processo de alocação negociada de água e empoderar os atores para que eles participem efetivamente da tomada de decisão e atuem na melhoria da governança para além da arena em que se discute o planejamento do corpo hídrico.

Podem ser consideradas como **recomendações para trabalhos futuros**:

- a. Utilizar o protocolo de monitoramento da governança das águas do OGA em outros sistemas hídricos locais e em outros níveis de planejamento, como estados federados e para o Brasil como um todo;
- b. Aplicar a heurística do ciclo adaptativo a reservatórios com dinâmicas distintas, como em reservatórios anuais, diferindo do que foi aplicado nesta pesquisa (um reservatório plurianual numa região semiárida);
- c. Aplicar o Fisher Information utilizando mais variáveis para definir as fases do ciclo adaptativo;
- d. Investigar o caráter adaptativo da governança em outros contextos, como bacias hidrográficas sem comitês, estados com diferentes políticas hídricas, entre outros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEL, N.; CUMMING, D. H. M.; ANDERIES, J. M. Collapse and Reorganization in Social-Ecological Systems: Questions, Some Ideas, and Policy Implications. **Ecology and Society**, v. 11, n. 1, p. 17-42, 2006.

ACSELRAD, H. Disputas cognitivas e exercício da capacidade crítica: o caso dos conflitos ambientais no Brasil. **Sociologias**, v. 16, n. 35, p. 84-105, 2014.

AESA – AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA. **AESA: Monitoramento**. 2020. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/>. Acesso em: 02 fev. 2021.

AHMAD, N.; DERRIBLE, S.; EASON, T.; CABEZAS, H. Using Fisher information to track stability in multivariate systems. **R. Soc. open sci.**, v. 3, p. 160582, 2016.

AI, N.; KJERLAND, M.; KLEIN-BANAI, C.; THEIS, T. L. (2019) Sustainability assessment of universities as small-scale urban systems: A comparative analysis using Fisher Information and Data Envelopment Analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 212, p. 1357-1367, 2019.

ALLEN, C. R.; ANGELER, D. G.; GARMESTANI, A. S.; GUNDERSON, L. H.; HOLLING, C. S. Panarchy: Theory and Application. **Ecosystems**, v. 17, p. 578-589, 2014.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Alocação de água – PB**. 2021b. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/alocacao-de-agua-e-marcos-regulatorios/alocacao-de-agua/pb>. Acesso em: 14 jul. 2021.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Alocação de água**. 2021a. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/regulacao/resolucoes-e-normativos/regras-especiais-de-uso-da-agua/alocacao-de-agua-inicial>. Acesso em: 11 mai. 2021.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Direito de Águas à Luz da Governança**. Brasília: ANA, 2020b.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Nota Técnica nº 10/2015/COMAR/SER**. 2015. Disponível em:

https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sof/Alocacao_Agua/NT_10_2015_Doc_57595_2015.pdf. Acesso em: 20 jun. 2020.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Resolução nº 1.934, de 30 de outubro de 2017.** 2017. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/resolucoes/2017/1934-2017.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2021.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Termo de alocação de água 2019/2020:** Sistema Hídrico Epitácio Pessoa (PB). 2019. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/regulacao/resolucoes-e-normativos/regras-especiais-de-uso-da-agua/alocacao-de-agua/termo-de-alocacao-de-agua-epitacio-pessoa-2019-2020-lista-convite.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2020.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Termo de alocação de água 2019/2020:** Sistema Hídrico Epitácio Pessoa (PB). 2020a. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/regulacao/resolucoes-e-normativos/regras-especiais-de-uso-da-agua/alocacao-de-agua/termo-de-alocacao-de-agua-epitacio-pessoa-2020-2021.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2020.

ANGELER, D. G.; ALLEN, C. R.; GARMESTANI, A. S.; GUNDERSON, L. H.; HJERNE, O.; WINDER, M. Quantifying the Adaptive Cycle. **PLoS ONE**, v. 10, n. 12, p. e0146053, 2015.

AQUINO, S. H. S.; SILVA, S. M. O.; SILVA, D. C. Alocação participativa das águas no Ceará: incertezas, deslocamentos e disputas. In: SOUZA FILHO, F. A.; SILVA, S. M. O.; FORMIGA-JOHNSON, R. M.; NELSON, D. R.; NAUDITT, A; RIBBE, L. (Org.). **Adapta: Gestão adaptativa do risco climático de seca.** Fortaleza: Expressão Gráfica, 2019, p. 315-326.

ARMITAGE, D., LOË, R., & PLUMMER, R. Environmental governance and its implications for conservation practice. **Conservation Letters**, v. 5, n. 4, p. 245-255, 2012.

ASSIS, W. D.; RIBEIRO, M. M. R.; SILVA, S. R. Multi-level governance application to a shared river basin. **RBRH**, v. 25, p. 1-16, 2020.

BANCO MUNDIAL. **Diálogos para o aperfeiçoamento da política e do sistema de recursos hídricos no Brasil.** Brasília: Banco Mundial, 2018.

BARBOSA, J. E. L.; SEVERIANO, J. S.; CAVALCANTE, H.; SILVA, D. L.; MENDES, C. F.; BARBOSA, V. V.; SILVA, R. D. S.; OLIVEIRA, D. A.; MOLOZZI, J. Impacts of inter-

basin water transfer on the water quality of receiving reservoirs in a tropical semi-arid region. **Hydrobiologia**, v. 848, p. 651-673, 2021.

BARBOSA, V. V.; SEVERINO, J. S.; OLIVEIRA, D. A.; BARBOSA, J. E. L. Influence of submerged macrophytes on phosphorus in a eutrophic reservoir in a semiarid region. **Journal of Limnology**, v. 79, n. 2, p. 138-150, 2020.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

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

BERNASCONI, P. *et al.* Avaliação da resiliência do sistema socioecológico de médias e grandes propriedades rurais de Cotriguaçu (MT, Brasil). **Sustentabilidade em Debate**, v. 7, n. 2, p. 53-72, 2016.

BETTINI, Y., BROWN, R. R., & HAAN, F. J. Exploring institutional adaptive capacity in practice: examining water governance adaptation in Australia. **Ecology and Society**, v. 20, n. 1, p. 1-21, 2015.

BEZERRA, A. P.; VIEIRA, Z. M. C. L.; RIBEIRO, M. M. R. Water governance assessment at different scales: a reservoir case study in the Brazilian semiarid region. **RBRH**, v. 26, p. 1-13, 2021.

BOLLIG, M. Adaptive cycles in the savannah: pastoral specialization and diversification in northern Kenya. **Journal of Eastern African Studies**, v. 10, n. 1, p. 21-44, 2016.

BORGATTI, S. P. **ANTHROPAC 4.0**. Natick: Analytic Technologies, 1996.

BRASIL NETO, R. M.; SANTOS, C. A. G.; SILVA, J. F. C. B. C.; SILVA, R. M.; SANTOS, C. A. C.; MISHRA, M. Evaluation of the TRMM product for monitoring drought over Paraíba State, northeastern Brazil: a trend analysis. **Sci Rep**, v. 11, p. 1097, 2021.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Centro Gráfico, 1988.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. **D.O.U. de 09/01/1997**. Brasília, DF, 1997.

BRITO, H. C.; RUFINO, I. A. A.; DJORDJEVIĆ, S. Cellular automata predictive model for man-made environment growth in a Brazilian semi-arid watershed. **Environ Monit Assess**, v. 193, p. 323, 2021.

BRUYNE, C.; FISCHHENDLER, I. Negotiating conflict resolution mechanisms for transboundary water treaties: a transaction cost approach. **Global Environmental Change**, v. 23, n. 6, p. 1841-1851, 2013.

BURKHARD, B.; FATH, B. D.; MÜLLER, F. Adapting the adaptive cycle: Hypotheses on the development of ecosystem properties and services. **Ecological Modelling**, v. 222, p. 2878-2890, 2011.

CABEZAS, H.; EASON, T. Fisher information and order. *In*: HEBERLING, M. T.; HOPTON M. E. (Eds.). **San Luis Basin Sustainability Metrics Project: A Methodology for Assessing Regional Sustainability**. U.S. Washington: Environmental Protection Agency, 2010, p. 163-222.

CABEZAS, H.; PAWLOWSKI, C. W.; MAYER, A. L.; HOAGLAND, N. T. Sustainable systems theory: ecological and other aspects. **Journal of Cleaner Production**, v. 13, p. 455-467, 2005.

CAP-NET. **Conflict Resolution and Negotiation Skills for Integrated Water Resources Management**. Estocolmo: Cap-Net UNDP, 2008.

CASH, D. W.; ADGER, W. N.; BERKES, F.; GARDEN, P.; LEBEL, L.; OLSSON, P.; PRITCHARD, L.; YOUNG, O. Scale and Cross-Scale Dynamics: governance and information in a multilevel world. **Ecology and Society**, v. 11, n. 2, p. 1-12, 2006.

CASTELL, W. Z.; SCHRENK, H. Computing the adaptive cycle. **Sci Rep**, v. 10, p. 18175, 2020.

CBH-PB – COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA. **Deliberação nº 01 de 26 de fevereiro de 2008**. 2008. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/wp-content/uploads/2017/06/DELIBERA%C3%87%C3%83O-N%C2%BA-01-de-26-de-fevereiro-de-2008-CBH-PB.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2022.

CBH-PPA – COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIANCÓ-PIRANHAS-AÇU. **Deliberação nº 18/2014**. 2014. Disponível em: http://cbhpiancopiranhasacu.org.br/Docs/Deli/Deliberacao_n_018-2014.pdf. Acesso em: 18 jun. 2021.

CHAFFIN, B. C.; CRAIG, R. K.; GOSNELL, H. Resilience, Adaptation, and Transformation in the Klamath River Basin Socio-Ecological System. **Idaho Law Review**, v. 51, p. 157-193, 2014.

CHAFFIN, B. C.; GARMESTANI, A. S.; GOSNELL, H.; CRAIG, R. K. Institutional networks and adaptive water governance in the Klamath River Basin, USA. **Environmental Science & Policy**, v. 57, p. 112-121, 2016.

CHAFFIN, B. C.; GOSNELL, H.; COSENS, B. A. A decade of adaptive governance scholarship: synthesis and future directions. **Ecology and Society**, v. 19, n. 3, p. 1-13, 2014.

CHAFFIN, B. C.; GUNDERSON, L. H. Emergence, institutionalization and renewal: rhythms of adaptive governance in complex social-ecological systems. **Journal of Environmental Management**, v. 165, p. 81-87, 2016.

CLARVIS, M. H.; ALLAN, A.; HANNAH, D. M. Water, resilience and the law: from general concepts and governance design principles to actionable mechanisms. **Environmental Science & Policy**, v. 43, p. 98-110, 2014.

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução nº 141, de 10 de julho de 2012. **D.O.U. de 24/08/2012**. Brasília, DF, 2012.

CONERH – CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DO CEARÁ. **Resolução nº 02, de 20 de novembro de 2007**. 2007. Disponível em: <http://www.cbhrmf.com.br/resolucoes/resolucao-conerh-no-02-20-de-novembro-de-2007/>. Acesso em: 16 jun. 2021.

COSENS, B. A. *et al.* The role of law in adaptive governance. **Ecology and Society**, v. 22, n. 1, p. 1-13, 2017.

COSENS, B. **Application of the Adaptive Water Governance Project to the management of the Lake Eyre Basin and its connections to the Great Artesian Basin**. Adelaide: Flinders University and Goyder Institute for Water Research, 2015.

COSENS, B. Legitimacy, Adaptation, and Resilience in Ecosystem Management. **Ecology and Society**, v. 18, n. 1, p. 1-9, 2013.

COSENS, B.; GUNDERSON, L. Adaptive Governance in North American Water Systems: A Legal Perspective on Resilience and Reconciliation. *In*: BAIRD, J.; PLUMMER, R. (eds.).

Water Resilience: management and governance in times of change. Cham: Springer Nature Switzerland, 2021. p. 171-192.

COSENS, B.; GUNDERSON, L.; ALLEN, C.; BENSON, M. Identifying Legal, Ecological and Governance Obstacles, and Opportunities for Adapting to Climate Change. **Sustainability**, v. 6, n. 4, p. 2338-2356, 2014.

COSENS, B.; GUNDERSON, L.; CHAFFIN, B. The adaptive water governance project: assessing law, resilience and governance in regional socio-ecological water systems facing a changing climate. **51 Idaho Law Review**, v. 1, p. 1-27, 2014.

CPT – Comissão Pastoral da Terra. **Conflitos pela Água**. 2020. Disponível em: <https://www.cptnacional.org.br/publicacao/category/6-conflitos-pela-agua>. Acesso em: 10 dez. 2020.

CRAIG, R. K., *et al.* Balancing stability and flexibility in adaptive governance: an analysis of tools available in u.s. environmental law. **Ecology and Society**, v. 22, n. 2, p. 1-15, 2017.

CRÉPIN, A. S. Using Fast and Slow Processes to Manage Resources with Thresholds. **Environ Resource Econ**, v. 36, p. 191-213, 2007.

CYSNE, A. P. **Modelo de governança adaptativa para os recursos hídricos utilizando cenários climáticos**. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

DANIELL, K. A.; BARRETEAU, O. Water governance across competing scales: coupling land and water management. **Journal of Hydrology**, v. 519, n. 2367-2380, 2014.

DAHDOUH-GUEBAS, F.; *et al.* Reconciling nature, people and policy in the mangrove social-ecological system through the adaptive cycle heuristic. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 248, p. 106942, 2021.

DANTAS, J. C.; SILVA, R. M.; SANTOS, C. A. G. Drought impacts, social organization, and public policies in northeastern Brazil: a case study of the upper Paraíba River basin. **Environ Monit Assess**, v. 192, p. 192-317, 2020.

DECARO, D. A.; CHAFFIN, B. C.; SCHLAGER, E.; GARMESTANI, A. S.; RUHL, J. B. Legal and institutional foundations of adaptive environmental governance. **Ecology And Society**, v. 22, n. 1, p. 1-20, 2017.

ENGEL, A.; KORF, B. **Negotiation and mediation techniques for natural resource management**. Roma: FAO, 2005.

ERDIAW-KWASIE, M. O.; ABUNYEWAH, M.; EDUSEI, J.; ALIMU, E. B. Citizen participation dilemmas in water governance: an empirical case of Kumasi, Ghana. **World Development Perspectives**, v. 20, p. 100242, 2020.

FATH, B. D.; DEAN, C. A.; KATZMAIR, H. Navigating the adaptive cycle: an approach to managing the resilience of social systems. **Ecology and Society**, v. 20, n. 2, p. 1-10, 2015.

FISHER, R. A. On the mathematical foundations of theoretical statistics. **Phil. Trans. R. Soc. Lond. A**, v. 222, p. 309-368, 1922.

FOLKE, C.; CARPENTER, S. R.; WALKER, B.; SCHEFFER, M.; CHAPIN, T.; ROCKSTRÖM, J. Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and Transformability. **Ecology and Society**, v. 14, n. 4, p. 1-9, 2010.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. Brasília: Líber Livro, 2008.

FRANKS, T.; CLEAVER, F. Water governance and poverty. **Progress In Development Studies**, v. 7, n. 4, p. 291-306, 2007.

GALTUNG, J. **Peace by peaceful means: peace and conflict, development and civilization**. Oslo: International Peace Research Institute, 1996.

GARMESTANI, A. *et al.* Panarchy: opportunities and challenges for ecosystem management. **Front Ecol Environ**, v. 18, n. 10, p. 576-583, 2020.

GETIRANA, A.; LIBONATI, R.; CATALDI, M. Brazil is in water crisis — it needs a drought plan. **Nature**, v. 600, p. 218-220, 2021.

GRANDE, M. H.; GALVÃO, C. O.; MIRANDA, L. I.; SOBRINHO, L. D. G. The perception of users about the impacts of water rationing on their household routines. **Ambient. Soc.**, v. 19, n. 1, p. 165-184, 2016.

GRANGEIRO, E. L. A.; RIBEIRO, M. M. R.; MIRANDA, L. I. B. Integração de políticas públicas no Brasil: o caso dos setores de recursos hídricos, urbano e saneamento. **Cadernos Metrópole**, v. 22, n. 48, p. 417-434, 2020.

GRANZIERA, M. L. M. **Direito de águas: disciplina jurídica das águas doces**. São Paulo: Atlas, 2003.

GUNDERSON, L. H. Ecological Resilience — In Theory and Application. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 31, p. 425-439, 2000.

GUNDERSON, L. H. Ecological Resilience — In Theory and Application. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 31, n. 1, p. 425-439, 2000.

GUNDERSON, L. H.; ALLEN, C. R.; GARMESTANI, A. **Applied panarchy: applications and diffusion across disciplines**. Island Press: Washington, 2021.

HOLLING, C. S. Resilience and Stability of Ecological Systems. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 4, p. 1-23, 1973.

HOLLING, C. S.; GUNDERSON, L. H. Resilience and adaptive cycles. *In*: GUNDERSON, L. H.; HOLLING, C. S. (Ed.) **Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems**. Washington: Island Press, 2002, p. 25-62.

HOLLING, C. S.; GUNDERSON, L. H.; PETERSON, G. D. Sustainability and panarchies. *In*: GUNDERSON, L. H.; HOLLING, C. S. (eds.) **Panarchy: Understanding transformations in human and natural systems**. Washington: Island Press, 2002, p. 63-102.

HULBERT, M. A.; DIAZ, H. Water governance in Chile and Canada: a comparison of adaptive characteristics. **Ecology and Society**, v. 18, n. 4, p. 1-15, 2013.

HURLBERT, M.; GUPTA, J. Adaptive Governance, Uncertainty, and Risk: Policy Framing and Responses to Climate Change, Drought, and Flood. **Risk Analysis**, v. 36, n. 2, p. 339-356, 2016.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. IBGE, [s. l.], 2020. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 16 nov. 2020.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate change widespread, rapid, and intensifying – IPCC**. 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/2021/08/09/ar6-wg1-20210809-pr/>. Acesso em: 08 dez. 2021.

JIMÉNEZ, M.; PÉREZ-BELMONT, P.; SCHEWENIUS, M.; LEMER, A. M.; MAZARI-HIRIART, M. (2020) Assessing the historical adaptive cycles of an urban social-ecological system and its potential future resilience: the case of Xochimilco, Mexico City. **Regional Environmental Change**, v. 20, n. 7, p. 1-14, 2020.

KARUNANITHI, A. T.; CABEZAS, H.; FRIEDEN, B. R.; PAWLOWSKI, C. W. Detection and assessment of ecosystem regime shifts from Fisher information. **Ecology and Society**, v. 13, n. 1, p.1-22, 2008.

KNIEPER, C.; PAHL-WOSTL, C. A Comparative Analysis of Water Governance, Water Management, and Environmental Performance in River Basins. **Water Resources Management**, v. 30, n. 7, p. 2161-2177, 2016.

LEAL, G.F. Justiça ambiental, conflitos latentes e externalizados: estudo de caso de pescadores artesanais do norte fluminense. **Ambiente & Sociedade**, v. 16, n. 4, p. 83-99, 2013.

LEMOES, M. C.; PUGA, B. P.; FORMIGA-JOHNSSON, R. M.; SEIGERMAN, C. K. Building on adaptive capacity to extreme events in Brazil: water reform, participation, and climate information across four river basins. **Regional Environmental Change**, v. 20, n. 2, p. 1-13, 2020.

LI, Y.; DEGENER, J.; GAUDREAU, M.; LI, Y.; KAPPAS, M. (2016) Adaptive capacity based water quality resilience transformation and policy implications in rapidly urbanizing landscapes. **Science of the Total Environment**, v. 569-670, p. 168-178, 2016.

LIMA, J. E. F. W.; FREITAS, G. K.; PINTO, M. A. T.; SALLES, P. S. B. A. **Gestão da crise hídrica 2016-2018: Experiências do Distrito Federal**. Brasília: Adasa, Caesb, Emater e Seagri. 2018.

LIU, J. *et al.* Complexity of coupled human and natural systems. **Science**, v. 317, p. 1513-1516, 2007.

LUCAS, M. C. *et al.* Significant Baseflow Reduction in the Sao Francisco River Basin. **Water**, v. 13, n. 2, p. 1-17, 2021

LUO, F.; LIU, Y.; PENG, J.; WU, J. Assessing urban landscape ecological risk through an adaptive cycle framework. **Landscape and Urban Planning**, v. 180, p. 125-134, 2018.

MAYER, A. L.; PAWLOWSKI, C. W.; CABEZAS, H. Fisher Information and dynamic regime changes in ecological systems. **Ecol. Model.**, v. 195, p. 72-82, 2006.

MAYER, B. **The dynamics of conflict resolution: a practitioner's guide**. São Francisco: John Wiley & Sons, 2000.

MCGINNIS, M. D.; OSTROM E. Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges. **Ecology and Society**, v. 19, n. 2, p. 1-12, 2014.

MCGINNIS, M. D.; OSTROM, E. Reflections on Vincent Ostrom, Public Administration, and Polycentricity. **Public Administration Review**, v. 72, n. 1, p. 15-25, 2011.

MOORE, C. W. **The mediation process: practical strategies for resolving conflict**. São Francisco: Jossey-Bass, 4ª ed., 2014.

MOTA, A. O. **Proposição metodológica para avaliação da implementação de planos diretores de recursos hídricos**. 2018. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

NAGENDRA, H.; OSTROM, E. Applying the social-ecological system framework to the diagnosis of urban lake commons in Bangalore, India. **Ecology and Society**, v. 19, n. 2, p. 1-18, 2014.

NOVELLIE, P., BIGGS, H., & ROUX, D. National laws and policies can enable or confound adaptive governance: examples from south african national parks. **Environmental Science & Policy**, v. 66, p. 40-46, 2016.

NUNES, T. H. C.; GALVÃO, C. O.; RÊGO, J. C. Rule curve for seasonal increasing of water concessions in reservoirs with low regularized discharges. **RBRH**, v. 21, n. 3, p. 493-501, 2016.

NUNES, T. H. C.; RIBEIRO, M. M. R. Conflitos de segunda ordem no Eixo Leste do Projeto de Integração do Rio São Francisco: análise por meio da metodologia da Cadeia Causal. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 26, n. 4, p. 627-637, 2021.

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Princípios da OCDE para a Governança da Água**. [s.l.]: OECD Water Governance Programme, 2015.

OGA – Observatório das Águas. **Governança da água está enfraquecida por decreto**. 2019b. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?72802/Governanca-da-agua-esta-enfraquecida-por-decreto>. Acesso em: 30 nov. 2020.

OGA – Observatório das Águas. **Protocolo de Monitoramento de Governança das Águas**. [s.l.]: OGA, 2019a.

OHLSSON, L. The turning of a screw: social adaptation to water scarcity. In FALKENMARK, M.; LUNDQUIST, J.; OHLSSOM, L. (eds.). **New Dimensions in Water Security**. Rome: FAO/AGLW, 2000. p. 47-95.

OLIVEIRA, P. A. **Mensurando a governança da água em bacias hidrográficas compartilhadas no Brasil**: proposta metodológica e aplicação à bacia do rio Piranhas-Açu. 2019. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2019.

OSTROM, E. A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. **Science**, v. 325, p. 419-422, 2009.

OSTROM, E. **Governing the Commons: the evolution of institutions for collective action**. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

ÖZEROL, G. *et al.* Comparative studies of water governance: a systematic review. **Ecology and Society**, v. 23, n. 4, p. 1-28, 2018.

PAHL-WOSTL, C. A conceptual framework for analysing adaptive capacity and multi-level learning processes in resource governance regimes. **Global Environmental Change**, v. 19, n. 3, p. 354-365, 2009.

PAHL-WOSTL, C. Adaptive and sustainable water management: from improved conceptual foundations to transformative change. **International Journal of Water Resources Development**, v. 36, n. 2-3, p. 397-415, 2020.

PAHL-WOSTL, C. An Evolutionary Perspective on Water Governance: from understanding to transformation. **Water Resources Management**, v. 31, n. 10, p. 2917-2932, 2017.

PAHL-WOSTL, C. The role of governance modes and meta-governance in the transformation towards sustainable water governance. **Environmental Science & Policy**, v. 91, p. 6-16, 2019.

PAHL-WOSTL, C. **Water Governance: concepts, methods, and practice**. Switzerland: Springer, 2015.

PAHL-WOSTL, C.; LEBEL, L.; KNIEPER, C.; NIKITINA, E. From applying panaceas to mastering complexity: Toward adaptive water governance in river basins. **Environmental Science & Policy**, v. 23, p. 24-34, 2012.

PEDROSA, V. A. **Construindo pactos pelo uso da água**. Brasília: ANA e UNESCO, 2020.

PÉREZ-ORELLANA, D. C.; DELGADO, L. E.; MARIN, V. H. The adaptive cycle and the ecosystem services: a social-ecological analysis of Chiloé Island, southern Chile. **Ecology and Society**, v. 25, n. 4, p. 1-29, 2020.

PIGNATELLI, M. **Os conflitos étnicos e interculturais**. Lisboa: Instituto Sup. de Ciências Sociais e Políticas, 2010.

PINHEIRO, M. I. T.; CAMPOS, J. N. B.; STUDART, T. M. C. Conflitos por águas e alocação negociada: o caso do vale dos carás no Ceará. **Revista de Administração Pública**, v. 45, n. 6, p. 1655-1672, 2011.

PLUMMER, R.; BAIRD, J. The Emergence of Water Resilience: An Introduction. *In*: BAIRD, J.; PLUMMER, R. (Ed.). **Water Resilience: Management and Governance in Times of Change**. Switzerland: Springer Nature, 2021, p. 3-22.

PORRAS, G. L.; STRINGER, L. C.; QUINN, C. H. Corruption and conflicts as barriers to adaptive governance: water governance in dryland systems in the Rio del Carmen watershed. **Science of The Total Environment**, v. 660, p. 519-530, 2019.

PROGESTÃO. **Recursos Progestão transferidos para Paraíba**. 2019. Disponível em: <https://progestao.ana.gov.br/mapa/pb/recursos-progestao-transferidos-para-paraiba>. Acesso em: 10 out. 2020.

PROCOMITÊS. **Relatório anual de certificação: Paraíba**. [s.l.]: PROCOMITÊS e ANA. 2019.

RAMOS, T. P. A.; LUSTOSA-COSTA, S. Y.; LIMA, R. M. O.; BARBOSA, J. E. L.; MENEZES, R. F. First record of *Moenkhausia costae* (Steindachner 1907) in the Paraíba do Norte basin after the São Francisco River diversion. **Biota Neotropica**, v. 21, n. 2, p. e20201049, 2021.

READ, L.; MADANI, K.; INANLOO, B. Optimality versus stability in water resource allocation. **Journal of Environmental Management**, v. 133, p. 343-354, 2014.

RÊGO, J. C.; GALVÃO, C. O.; ALBUQUERQUE, J. P. T.; RIBEIRO, M. M. R.; NUNES, T. H. C. A gestão de recursos hídricos e a transposição de águas do Rio São Francisco para o Açude Epiácio Pessoa – Boqueirão. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2017. p. 1-8.

RÊGO, J. C.; GALVÃO, C. O.; VIEIRA, Z. M. C. L.; RIBEIRO, M. M. R.; ALBUQUERQUE, J. P. T.; SOUZA, J. A. Atribuições e responsabilidades na gestão dos recursos hídricos – o caso do Açude Epitácio Pessoa/Boqueirão no Cariri Paraibano. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS*, 20., 2013, Bento Gonçalves. **Anais** [...]. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013. p. 1-8.

RIBEIRO, M. A. F. M.; VIEIRA, Z. M. C. L.; RIBEIRO, M. M. R. Participatory and decentralized water resources management: challenges and perspectives for the North Paraíba River Basin committee – Brazil. **Water Science & Technology**, v. 66, n. 9, p. 2007-2013, 2012.

RIBEIRO, M. M. R. A Few Comments on the Brazilian Water Resource Policy. **New Water Policy and Practice**, v. 3, n. 1, p. 22-32, 2017.

RIBEIRO, N. B.; FORMIGA-JOHNSSON, R. M. Governança das águas: bases conceituais. *In: SOUZA FILHO, F. A.; SILVA, S. M. O.; FORMIGA-JOHNSSON, R. M.; NELSON, D. R.; NAUDITT, A; RIBBE, L. (Org.). Adapta: Gestão adaptativa do risco climático de seca.* Fortaleza: Expressão Gráfica, 2019, p. 315-326.

RIBEIRO, N. B.; JOHNSSON, R. M. F. Discussions on water governance: patterns and common paths. **Ambiente & Sociedade**, v. 21, n. 1-22, 2018.

RODRIGUES, C. R. **Indicadores para avaliação de comissões gestoras de sistemas hídricos e sua aplicação na análise das bacias da região metropolitana de Fortaleza.** 2014. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Hídricos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

ROMNEY, A. K. Culture consensus as a statistical model. **Current Anthropology**, v. 40 (Supplement), p. S103–15, 1999.

ROMNEY, A. K.; WELLER, S. C.; BATCHELDER, W. H. Recent applications of cultural consensus. **American Behavioral Scientist**, v. 31, n. 2, p. 163-77, 1987.

RUHL, J. B. General Design Principles for Resilience and Adaptive Capacity in Legal Systems: Applications to Climate Change Adaptation Law. **North Carolina Law Review**, v. 89, p. 1373-1401, 2011.

RÜTTINGER, L.; JANßEN, A.; KNUPP, C.; GRIESTOP, L. **From conflict to collaboration in natural resource management: A handbook and toolkit for practitioners working in aquatic resource systems.** [s.l.]: Collaborating for Resilience, 2014.

SANDSTRÖM, A.; SÖDERBERG, C.; NILSSON, J. Adaptive capacity in different multi-level governance models: a comparative analysis of swedish water and large carnivore management. **Journal of Environmental Management**, v. 270, p. 110890, 2020.

SANTOS, A. *et al.* Causes and consequences of seasonal changes in the water flow of the São Francisco river in the semiarid of Brazil. **Environmental and Sustainability Indicators**, v. 8, p. 100084, 2020.

SCHOLZ, J.; STIFTEL, B. **Adaptive governance and water conflict**: New institutions for collaborative planning. New York: Routledge, 2005.

SHIVAKUMAR, S. **The Constitution of Development**: crafting capabilities for self-governance. New York: Palgrave Macmillan, 2005.

SILVA, A. C. S. **Análise institucional da governança da água para adaptação à variabilidade e mudança climática**: um caso no semiárido brasileiro (1997-2013). 2014. Tese (Doutorado em Recursos Naturais) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2014.

CARVALHO, L. L. S. **A gestão participativa como elemento de governança de recursos hídricos**: o estudo de caso da gestão do CBH e UCS do litoral norte da Paraíba. 2021. Dissertação (Mestrado em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, 2021.

SILVA, A. C. S.; GALVÃO, C. O.; RIBEIRO, M. M. R.; ANDRADE, T. S. Adaptation to climate change: institutional analysis. In: KOLOKYTHA, E.; OISHI, S.; TEEGAVARAPU, R. S. V. (Ed.). **Sustainable Water Resources Planning and Management Under Climate Change**. Singapore: Springer, 2017, p. 261-280.

SILVA, A. M. O.; AQUINO, S. H. S.; SOUZA FILHO, F. A. Adaptação às mudanças climáticas em pequenos hidrossistemas: o caso do hidrossistema de cruzeta. **Irriga**, v. 22, n. 2, p. 269-382, 2017.

SILVA, D. C.; AQUINO, S. H. S.; SILVA, S. M. O.; SOUZA FILHO, F. A. Diagnóstico institucional da alocação negociada de água no Estado do Ceará: aplicação do framework de Elinor Ostrom. In: SOUZA FILHO, F. A.; SILVA, S. M. O.; FORMIGA-JOHNSSON, R. M.; NELSON, D. R.; NAUDITT, A; RIBBE, L. (Org.). **Adapta**: Gestão adaptativa do risco climático de seca. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2019, p. 315-326.

SILVA, J. F. C. B. C.; SILVA, R. M.; SANTOS, C. A. G.; SILVA, A. M.; VIANNA, P. C. G. Analysis of the response of the Epitácio Pessoa reservoir (Brazilian semiarid region) to potential future drought, water transfer and LULC scenarios. **Natural Hazards**, v. 107, p. 1-25, 2021.

SILVA, M. B. M.; RIBEIRO, M. M. R. Caracterização de conflitos pelo uso da água: o caso do Reservatório Epitácio Pessoa. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 24., 2021, Belo Horizonte. **Anais [...]**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2021. p. 1-10.

SILVA, P. H. P.; RIBEIRO, M. M. R.; MIRANDA, L. I. B. Uso de cadeia causal na análise institucional da gestão de recursos hídricos em reservatório no semiárido da Paraíba. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 4, p. 637-646, 2017.

SILVA, R. M.; SANTOS, C. A. G.; SILVA, J. F. C. B. C.; SILVA, A. M.; BRASIL NETO, R. M. Spatial distribution and estimation of rainfall trends and erosivity in the Epitácio Pessoa reservoir catchment, Paraíba, Brazil. **Natural Hazards**, v. 102, p. 829-849, 2020.

SILVA, S. M. O.; SOUZA FILHO, F. A. Alocação de Água – Base Conceitual. *In*: SOUZA FILHO, F. A.; SILVA, S. M. O.; FORMIGA-JOHNSON, R. M.; NELSON, D. R.; NAUDITT, A; RIBBE, L. (Org.). **Adapta**: Gestão adaptativa do risco climático de seca. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2019, p. 447-460.

SILVERMAN, H. **Solving for pattern**. 2012. Disponível em: <https://www.solvingforpattern.org/2012/10/27/panarchy-and-pace-in-the-big-back-loop/>. Acesso em: 16 dez. 2021.

SOUSA JÚNIOR, W.; BALDWIN, C.; CAMKIN, J.; FIDELMAN, P.; SILVA, O.; SUSANA NETO; SMITH, T. Water: drought, crisis and governance in Australia and Brazil. **Water**, v. 8, n. 11, p. 493-514, 2016.

SOUZA FILHO, F. A. A política nacional de recursos hídricos: desafios para sua implantação no semiárido brasileiro. *In*: MEDEIROS S. S.; CHEYI, H. R.; GALVÃO, C. O.; PAZ, V. P. S. (org.). **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2011. p. 01-25.

SOUZA NETO, R. A.; DIAS, G. F.; SILVA, R. R.; RAMOS, A. S. M. Efeitos dos Softwares de Análise de Dados Qualitativos na Qualidade de Pesquisas. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 23, n. 3, p. 373-394, 2019.

SPOLIDORIO, P. C. M. A Alocação Negociada de Água como Estratégia de Regulação Responsiva. **Journal of Law and Regulation**, v. 3, n. 1, p. 183-198, 2017.

STEGER, C. *et al.* Mental models of a social-ecological system facilitate social learning among a diverse management team. **Environmental Science & Policy**, v. 122, p. 127-138, 2021.

STONE-JOVICICH, S. S.; LYNAM, T.; LEITCH, A.; JONES, N. A. Using Consensus Analysis to Assess Mental Models about Water Use and Management in the Crocodile River Catchment, South Africa. **Ecology and Society**, v. 16, n. 1, p. 45, 2011.

SUNDSTROM, S. M. *et al.* Detecting spatial regimes in ecosystems. **Ecology Letters**, v. 20, p. 19-32, 2017.

SUNDSTROM, S. M.; ALLEN, C. R. The adaptive cycle: more than a metaphor. **Ecological Complexity**, v. 39, p. 100767, 2019.

THANH, H. T.; TSCHAKERT, P.; HIPSEY, M. R. Tracing environmental and livelihood dynamics in a tropical coastal lagoon through the lens of multiple adaptive cycles. **Ecology and Society**, v. 25, n. 1, p. 1-24, 2020.

TSAO, C.; NI, C. Vulnerability, resilience, and the adaptive cycle in a crisis-prone tourism community. **Tourism Geographies**, v. 18, n. 1, p. 80-105, 2016.

TSCBAKERT, P. *et al.* Learning and envisioning under climatic uncertainty: an African experience. **Environment and Planning**, v. 46, p. 1049-1068, 2014.

UNDP – United Nations Development Programme. **User's Guide on Assessing Water Governance**. Dinamarca: Phoenix Design Aid, 2013.

VANG RASMUSSEN, L.; REENBERG, A. Collapse and Recovery in Sahelian Agro-pastoral Systems: Rethinking Trajectories of Change. **Ecology and Society**, v. 17, n. 1, p. 1-11, 2012.

VIEIRA, Z. M. C. L.; RIBEIRO, M. M. R. A methodology for first- and second-order water conflicts analysis. **Water Policy**, v. 12, n. 6, p. 851-870, 2010.

WALKER, B. H.; CARPENTER, S. R.; ROCKSTROM, J.; CRÉPIN, A. S. G.; PETERSON G. D. Drivers, "slow" variables, "fast" variables, shocks, and resilience. **Ecology and Society**, v. 17, n. 3, p. 1-4, 2012.

WALKER, B.; HOLLING, C. S.; CARPENTER, S. R.; KINZIG, A. Resilience, Adaptability and Transformability in Social–ecological Systems. **Ecology and Society**, v. 9, n. 2, p. 1-9, 2004.

WANG, Y.; TAYLOR, J. E.; GARVIN, M. J. Measuring Resilience of Human–Spatial Systems to Disasters: Framework Combining Spatial-Network Analysis and Fisher Information. **J. Manage. Eng.**, v. 36, n. 4, p. 1-12, 2020.

WELLER, S. C. Cultural Consensus Theory: Applications and Frequently Asked Questions. **Field Methods**, v. 19, n. 4, p. 339-368, 2007.

ZHANG, L.; HUANG, Q.; HE, C.; YUE, H.; ZHAO, Q. (2021) Assessing the dynamics of sustainability for social-ecological systems based on the adaptive cycle framework: A case study in the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration. **Sustainable Cities and Society**, v. 70, p. 102899, 2021.

ANEXO – TERMOS DE ALOCAÇÃO DE ÁGUA 2019-2020 E 2020-2021

TERMO DE ALOCAÇÃO DE ÁGUA 2019-2020



TERMO DE ALOCAÇÃO DE ÁGUA 2019/2020
SISTEMA HÍDRICO EPITÁCIO PESSOA (PB)
Bacia Hidrográfica do rio Paraíba

- Objetivo:** Alocação de Água do sistema hídrico formado pelo rio Paraíba, pelo reservatório Epitácio Pessoa e pelos demais reservatórios até o reservatório Acauã.
- Vigência:** Julho de 2019 a julho de 2020.
- Data e local:** Reunião realizada em 13 de junho de 2019 em Boqueirão (PB).
- Participantes:** Anexo I.
- Pauta da reunião:** I – Resolução ANA/AESA nº 87/2018 – avaliação do cumprimento; II – Marco regulatório do sistema hídrico Epitácio Pessoa – discussão inicial; III - Alocação de Água 2019/2020; IV – Plano Operativo Anual do PISF – 2020; V - Comissão de Acompanhamento da Alocação; VI - Operação, Manutenção e Monitoramento de Barragens – geração de energia fotovoltaica;.

1. SITUAÇÃO REGULATÓRIA E HIDROLÓGICA

1.1 Usos sujeitos à Resolução ANA/AESA nº 87/2018, atendido o disposto no art. 3º desta Resolução quanto à defluência a jusante do reservatório Epitácio Pessoa e às condições de uso definidas na Tabela 1 deste Termo de Alocação.

1.2 Cota e volume do reservatório Epitácio Pessoa em 30/06/2019 (previsão): 366,32 m – 120,19 hm³ (25,76% do volume total do açude).

2. ALOCAÇÃO DE ÁGUA 2019/2020

2.1 Durante o período de vigência deste Termo (julho de 2019 a julho de 2020), os usos de recursos hídricos neste sistema hídrico ficam limitados ao exposto na Tabela 1.

| TABELA 1 – Usos Alocados - 2019/2020 – reservatório Epitácio Pessoa | |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Finalidade | Condição de uso (vazão média anual) |
| SIAA – Campina Grande e Cariri | 1170 L/s |
| Caminhões pipa | sem restrição |
| Usos no entorno do reservatório | Área máxima irrigável igual a 0,5 hectare de acordo com as condições definidas no art. 4º da Resolução ANA/AESA nº 87/2018, mantidas, nesse limite, as culturas existentes, porém, autorizada somente de julho a dezembro de 2019 – Ver item 2.2 |
| Defluência a jusante | Volume necessário à recarga do açude Acauã a ser realizada somente em junho de 2019 - Ver itens 2.3 e 2.4 |



2.2 Os usos para irrigação no entorno do reservatório Epitácio Pessoa somente poderão ocorrer **a partir de janeiro de 2020 por expressa autorização da ANA**, após avaliação da situação hidrológica do reservatório e reunião presencial com os irrigantes.

2.3 A CAGEPA informará **imediatamente** à ANA a cota e as coordenadas da captação atual para o sistema adutor Acauã (Aroeiras, Gado Bravo, Ingá, Itatuba e Juarez Távora) para avaliação do volume a ser defluído ainda em junho de 2019 para a recarga deste reservatório e consequente atendimento ao uso para abastecimento público.

2.4 A defluência para o açude Acauã será realizada de acordo com os seguintes procedimentos:

- a) envio imediato à ANA pela CAGEPA das informações expressas no item 2.3;
- b) definição pela ANA do volume a ser defluído;
- c) compromisso da AESA de acompanhamento da operação de defluência e do fluxo da água até Acauã;
- d) aviso pela AESA e pela Comissão de Acompanhamento da Alocação aos ribeirinhos quanto à realização da operação de defluência e o subsequente fechamento;
- e) operação da abertura pelo DNOCS com o registro da vazão medida, do dia e hora de abertura e fechamento, com imediato encaminhamento de relatório à ANA; e
- f) fechamento total pelo DNOCS da defluência ao término da operação.

2.5 As vazões médias previstas na Tabela 1 referem-se ao volume alocado no período de vigência deste Termo de Alocação, podendo ser ajustadas mensalmente para atender a demandas específicas ou à sazonalidade dos usos.

2.6 Os usos alocados poderão ser revistos no caso de eventual atendimento pelo retorno do funcionamento regular do PISF e desde que a Comissão de Acompanhamento da Alocação tenha elaborado proposta à ANA e essa a tenha aprovado.

3. ENCAMINHAMENTOS PARA EFETIVAÇÃO DA ALOCAÇÃO DE ÁGUA 2019/2020

3.1 Os compromissos e ações para efetivação da alocação de água do sistema hídrico Epitácio Pessoa e rio Paraíba constam nas Tabelas 2 e 3.

| TABELA 2 – Compromissos e Ações - 2019/2020 | | | |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------|
| Item | Atividade | Responsável | Prazo |
| 1 | Monitoramento | | |
| 1.1 | Cotas do reservatório Epitácio Pessoa | DNOCS / ANA | Diária |
| 1.2 | Volumes captados para abastecimento público dos SIAA Campina Grande e Cariri | CAGEPA | Mensal |
| 1.3 | Monitoramento qualitativo previsto no parágrafo único do art. 2º da Resolução ANA/AESA nº 87/2018 | CAGEPA | Mensal |
| 1.4 | Vazões defluídas do reservatório Epitácio Pessoa | DNOCS | Diário |

| TABELA 3 – Compromissos e Ações - 2019/2020 | | | |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------|
| Item | Atividade | Responsável | Prazo |
| 1 | Monitoramento - continuação | | |
| 1.5 | Relatório sobre a operação de defluência para recarga do açude Acauã visando atender às demandas para abastecimento público | DNOCS | Imediatamente após a finalização da operação |
| 2 | Instrumentação | | |
| 2.1 | Instalação de réguas no açude para o acompanhamento da redução do volume do açude | AESA | Quando necessário |
| 3 | Regulação | | |
| 3.1 | Estudo para elaboração de um marco regulatório para o sistema hídrico Epitácio Pessoa | ANA / AESA | 2019 |
| 4 | Outras ações | | |
| 4.1 | Envio à ANA da cota mínima no espelho d'água e das coordenadas para a captação do sistema adutor Acauã no açude de mesmo nome | CAGEPA | Imediato |
| 4.2 | Execução do remanejamento da captação do sistema adutor Acauã para que ele independa da cota do açude para seu funcionamento normal | CAGEPA | Até junho de 2020 |
| 4.3 | Envio à ANA de todos os projetos em elaboração pela CAGEPA que pretendem instalar captações no reservatório Epitácio Pessoa | CAGEPA | Até julho de 2019 |
| 4.4 | Realização de reunião para elaboração do Plano Operativo Anual do PISF | ANA / AESA | Julho de 2019 |
| 4.5 | Articulação para retomada da operação do PISF em 2019 para atendimento aos usos desde Monteiro até o açude Acauã | Comissão de Acompanhamento da Alocação | 2019 |
| 4.6 | Ofício à AESA e à ANA informando a data de início da captação no rio Paraíba para o Agreste Setentrional do Estado de Pernambuco bem como os volumes mensais a serem solicitados ao PISF pelo Estado da Paraíba visando atender tal demanda | COMPESA | Junho de 2019 |

3.2 As informações apresentadas nas Tabelas 2 e 3, cujos prazos não estão nela definidos, devem ser encaminhadas mensalmente à ANA até o dia 5 do mês subsequente também para o endereço eletrônico comar@ana.gov.br.

3.3 A ANA divulgará mensalmente, até o 10º dia útil do mês subsequente, Boletim de Acompanhamento deste Termo de Alocação, além de disponibilizá-lo no endereço eletrônico <https://www.ana.gov.br/regulacao/resolucoes-e-normativos/regras-especiais-de-uso-da-agua>.

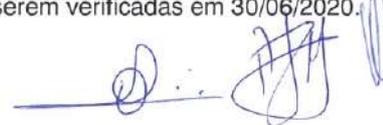
4. PLANO OPERATIVO ANUAL 2020 – PISF

4.1 Este Termo de Alocação de Água registra a necessidade de inclusão no POA-PISF/2020 do fornecimento de volume de 50,90 hm³, de janeiro a dezembro de 2020, para os itens 1.1 a 2.3 da Tabela 4, de acordo com a estimativa mensal apresentada na Tabela 5. Esse volume não considera eventuais perdas hídricas entre o ponto de entrega do PISF e o açude Epitácio Pessoa deve ser complementado pelas definições dos itens 1.2, 3.1 e 3.2.

| TABELA 4 – Volumes propostos para o Plano Operativo Anual 2020 - PISF | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 1 - Rio Paraíba entre Monteiro e o remanso do reservatório Epitácio Pessoa | | |
| Item | Finalidade | Condição de uso (vazão média anual) |
| 1.1 | Abastecimento público dos SIAA Monteiro, Congo, Sumé e Camalaú – CAGEPA | 224 L/s |
| 1.2 | Abastecimento público Agreste Setentrional - COMPESA | 350 L/s (de abril a dezembro de 2020 - ver item 4.6 da Tabela 3) |
| 1.3 | Irrigação com área máxima igual a 0,5 hectare | 134 L/s |
| 1.4 | Irrigação complementar até o limite de 500 hectares no trecho | 166 L/s |
| 2 - Reservatório Epitácio Pessoa | | |
| 2.1 | Abastecimento público dos SIAA Cariri e Campina Grande - CAGEPA | 1170 L/s (de julho a dezembro de 2020) |
| 2.2 | Irrigação com área máxima igual a 0,5 hectare | 134 L/s |
| 2.3 | Irrigação complementar até o limite de 500 hectares no entorno do açude | 166 L/s |
| 3 - Rio Paraíba desde o reservatório Epitácio Pessoa até o reservatório Acauã | | |
| 3.1 | Usos diversos no rio Paraíba | a ser definido pela AESA |
| 3.2 | Recarga do açude Acauã | a ser definido pela AESA |

| TABELA 5 - Subsídio ao Plano Operativo Anual PISF 2020 | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2020 | jan | fev | mar | abr | mai | jun | jul | ago | set | out | nov | dez |
| L/s | 824 | 824 | 824 | 1174 | 1174 | 1174 | 2344 | 2344 | 2344 | 2344 | 2344 | 2344 |
| hm ³ | 2,21 | 1,99 | 2,21 | 3,04 | 3,14 | 3,04 | 6,28 | 6,28 | 6,08 | 6,28 | 6,08 | 6,28 |

4.2 Os valores previstos nas Tabelas 4 e 5 poderão ser alterados pela Alocação de Água 2020/2021 em função das condições hidrológicas a serem verificadas em 30/06/2020.





5. COMISSÃO DE ACOMPANHAMENTO DA ALOCAÇÃO DE ÁGUA

5.1 Fica instituída a Comissão de Acompanhamento da Alocação cujos membros estão relacionados na Tabela 5, com as seguintes atribuições:

- receber, avaliar e difundir os Boletins de Acompanhamento da Alocação;
- acompanhar e cobrar o cumprimento dos compromissos para efetivação da Alocação; e
- propor à COMAR ajustes na Alocação a partir do final da estiagem.

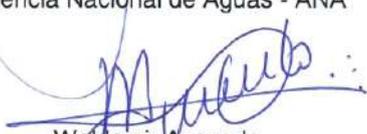
| TABELA 5 – Comissão de Acompanhamento da Alocação de Água 2019/2020 | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Entidade | Responsável pela indicação |
| DNOCS/CEST-PB | Representante de cada uma das instituições |
| SEIRHMA-PB | |
| AESA | |
| CAGEPA | |
| COMPESA | CBH Paraíba |
| 6 prefeituras municipais sendo duas de cada um dos três trechos (montante e jusante do Epitácio Pessoa e bacia hidráulica do açude) | |
| 6 representantes dos irrigantes sendo duas de cada um dos três trechos (montante e jusante do Epitácio Pessoa e bacia hidráulica do açude) | |

5.2 Os representantes na Comissão de Acompanhamento da Alocação, definida na Tabela 5, terão seus nomes, e-mails e telefones informador à COMAR até 30 de junho de 2019 e esta comunicará a composição e contatos a todos os participantes na reunião de Alocação de Água.

Este Termo de Alocação de Água registra os encaminhamentos da reunião de Alocação e foi lavrado pelos representantes da ANA e do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba e será encaminhado aos órgãos reguladores e usuários de recursos hídricos e aos demais presentes à reunião.

Boqueirão (PB), 13 de junho de 2019.


 Wilde Cardoso Gontijo Júnior
 COMAR/SRE
 Agência Nacional de Águas - ANA


 Waldemir Azevedo
 Agência Executiva da Gestão das Águas - AESA





Aprovo este Termo de Alocação de Alocação de Águas, inclusive as condições e usos nele definidos, cujos efeitos regulatórios são os mesmos do mecanismo previsto na Resolução ANA nº 683, de 5 de maio de 2014.

O descumprimento das condições de uso definidas neste Termo de Alocação de Água sujeita os usuários às penalidades previstas na legislação pertinente.


Rodrigo Flecha Ferreira Alves
Superintendente de Regulação – SRE
Agência Nacional de Águas

Anexo I – Relação de presentes à reunião

Anexo II – Convite para a reunião de Alocação de Água



CONVITE

A Superintendência de Regulação da Agência Nacional de Águas – ANA e a Agência Executiva de Gestão das Águas - AESA convidam os interessados em participar da reunião de Alocação de Água do **Sistema Hídrico Epitácio Pessoa (Boqueirão) - Trecho Portal PISF-Monteiro até o reservatório Acauã**, conforme segue:

Convidados:

- Colônia de Pescadores de Boqueirão
- Associações de Aquicultores e Pescadores do Açude Boqueirão
- Associações de Irrigantes na área de abrangência do sistema hídrico (Monteiro/PB ao reservatório Acauã)
- Companhia de Águas e Esgotos da Paraíba – CAGEPA
- Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA
- Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS (Boqueirão)
- Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS / Coordenadoria Estadual da Paraíba – CEST/PB
- Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba – CBH do Paraíba
- Ministérios Públicos Federal e Estadual
- Prefeituras e Câmaras Municipais interessadas na gestão do sistema hídrico em questão: Monteiro, Sumé, Camalaú, Caraúbas, São Domingos do Cariri, Amparo, Congo, Gurjão, Livramento, Ouro Velho, Prata, Parari, São João do Cariri, São José dos Cordeiros, Barra de Santana, Caturité, Campina Grande, São José da Mata, Queimadas, Pocinhos, Lagoa Seca, Matinhas, São Sebastião de Lagoa de Roça, Alagoa Nova, Boqueirão, Juazeirinho, Seridó, São Vicente do Seridó, Pedra Lavrada, Cubati, Olivedos, Boa Vista, Soledade, Cabaceiras, Sossêgo, Alcantil, Barra de São Miguel, Riacho de Santo Antônio, Aroeiras, Gado Bravo, Ingá, Itatuba, Juarez Távora.

Data: **13 de junho de 2019 (quinta-feira)**

Horário: **09h00 às 12h00**

Local: **APA 8 VERDE - Boqueirão-PB (próximo à descarga de água do açude Boqueirão para o rio Paraíba)**

Pauta da reunião:

1. Operação, Monitoramento e Manutenção do açude – placas fotovoltaicas
2. Resolução ANA/AESA nº 87/2018 – avaliação de cumprimento
3. Marco regulatório – sistema hídrico, batimetria, disponibilidades e demandas
4. Alocação de Água 2019/2020
5. Plano Operativo Anual do PISF
6. Comissão de Acompanhamento da Alocação

Contamos com a participação de todos.

Agência Nacional de Águas – ANA
RODRIGO FLECHA FERREIRA ALVES
Superintendente de Regulação

Agência Executiva de
Gestão das Águas - AESA
PORFÍRIO CATÃO CARTAXO LOUREIRO
Diretor Presidente

TERMO DE ALOCAÇÃO DE ÁGUA 2020-2021



**TERMO DE ALOCAÇÃO DE ÁGUA 2020/2021
SISTEMA HÍDRICO EPITÁCIO PESSOA (PB)
Bacia Hidrográfica do rio Paraíba**

- Objetivo:** Alocação de Água do sistema hídrico formado pelo rio Paraíba, pelo reservatório Epitácio Pessoa e pelos demais reservatórios, até o reservatório Acauã.
- Vigência:** julho de 2020 a junho de 2021.
- Data e local:** Reuniões realizadas em 30 de junho e 03 de julho de 2020, excepcionalmente por teleconferência em razão da pandemia de Covid-19, conforme Portaria ANA nº 104/2020.
- Participantes:** Conforme gravação das reuniões em áudio e vídeo, disponíveis em <https://www.ana.gov.br/regulacao/resolucoes-e-normativos/regras-especiais-de-uso-da-agua>.
- Pauta da reunião:** I – Alocação de Água 2019/2020: avaliação dos resultados e compromissos; II – Alocação de Água 2020/2021: cenários e tomada de decisão; III – Ações para efetivar a alocação de água (marco regulatório, defluência a jusante, cultivo permanente no entorno, PISF, medição de vazão pelo equipamento ultrassônico fixo, informações sobre as captações para abastecimento a partir do reservatório Acauã); IV – Comissão de Acompanhamento da Alocação de Água.

1. SITUAÇÃO REGULATÓRIA E HIDROLÓGICA

1.1. Usos sujeitos à Resolução ANA/AESA nº 87/2018 e atualizações, atendido o disposto no art. 3º desta Resolução, quanto à defluência a jusante do reservatório Epitácio Pessoa, e às condições de uso definidas na Tabela 1 deste Termo de Alocação.

1.2. Cota e volume do reservatório Epitácio Pessoa em 30/06/2020: 374,35 m – 321,55 hm³ (68,92% do volume total do açude).

2. ALOCAÇÃO DE ÁGUA 2019/2020

2.1. Durante o período de vigência deste Termo, os usos de recursos hídricos neste sistema hídrico ficam limitados ao expresso na Tabela 1.





| TABELA 1 – Usos Alocados - 2020/2021 – sistema hídrico Epitácio Pessoa | |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Finalidade | Condição de uso (vazão média anual) |
| SIAA – Campina Grande e Cariri | 1300 L/s |
| Caminhões pipa | Sem restrição, sujeitos a cadastramento na AESA conforme Resolução Conjunta ANA e AESA nº 11/2018 |
| Usos no entorno do reservatório e no rio Paraíba a montante | Irrigação: área máxima irrigável igual a 1,0 hectare e 0,6 L/s por usuário (CPF), limitada a 4,0 hectares e 2,4 L/s por propriedade, totalizando o máximo de 500,0 hectares ou 300 L/s Aqüicultura em tanques escavados: área máxima, por usuário, igual a 0,5 ha (sistemas sem recirculação) e 1,0 ha (sistemas com recirculação) |
| Defluência a jusante do reservatório Epitácio Pessoa | 2000 L/s até 31 de julho de 2020 e 300 L/s (8,6 hm ³) a partir de 01 de agosto de 2020 |

2.2. Para equilíbrio das condições de armazenamento do reservatório Epitácio Pessoa, deverá ser aportado ao reservatório Epitácio Pessoa 4,8 hm³ a partir do PISF ou de descargas dos reservatórios localizados no rio Paraíba, conforme previsto na Resolução ANA nº 125/2019, que aprovou o PGA/PISF 2020.

2.3. O aporte hídrico ao reservatório Epitácio Pessoa será avaliado a partir de medições semanais de vazão na estação fluviométrica Sítio Jacaré/Riacho Fundo.

2.4. Descargas complementares do reservatório Epitácio Pessoa, destinadas ao atendimento aos usos associados ao reservatório Acauã, serão condicionadas ao seguinte procedimento:

2.4.1. Elaboração, pela AESA, de relatório com a justificativa para os volumes e vazões que se pretende liberar, considerando os usos e perdas em trânsito no curso do rio Paraíba, as cotas mínimas para operação das adutoras do SIAA Aroeiras – Gado Bravo – Novo Pedro Velho e do SIAA Acauã (108,56 m) e a simulação de deplecionamento do reservatório Acauã durante a estiagem;

2.4.2. Manifestação da Comissão de Acompanhamento da Alocação de Água sobre o relatório encaminhado pela AESA;

2.4.3. Autorização emitida pela ANA/COMAR;

2.4.4. Ampla divulgação prévia aos interessados, sobretudo aos ribeirinhos;

2.4.5. Monitoramento das vazões de descarga pelo DNOCS;

2.4.6. Envio de breve relato à ANA/COMAR e à Comissão de Acompanhamento da Alocação de Água, do qual deverão constar datas e horários de início e fim da descarga, extensão do trecho atendido, estimativa de perdas em trânsito e demais





informações julgadas relevantes.

3. ENCAMINHAMENTOS PARA EFETIVAÇÃO DA ALOCAÇÃO DE ÁGUA 2020/2021

3.1. Os compromissos e ações para efetivação da alocação de água do sistema hídrico Epitácio Pessoa e rio Paraíba constam da Tabelas 2.

| TABELA 2 – Compromissos e Ações - 2020/2021 | | | |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| Item | Atividade | Responsável | Prazo |
| 1 | Monitoramento | | |
| 1.1 | Cotas do reservatório Epitácio Pessoa | DNOCS / ANA | Diária |
| 1.2 | Volumes captados para abastecimento público dos SIAA Campina Grande e Cariri | CAGEPA | Mensal |
| 1.3 | Monitoramento qualitativo previsto no parágrafo único do art. 2º da Resolução ANA/AESA nº 87/2018 | CAGEPA | Mensal |
| 1.4 | Vazões defluídas do reservatório Epitácio Pessoa | DNOCS | Diário |
| 1.5 | Relato sobre a operação de defluência para recarga do reservatório Acauã | AESA | 15 dias após a conclusão da operação |
| 2 | Instrumentação | | |
| 2.1 | Reativação da estação fluviométrica Sítio Jacaré/Riacho Fundo | AESA | Urgente |
| 3 | Regulação | | |
| 3.1 | Proposta de marco regulatório para o sistema hídrico Epitácio Pessoa | ANA / AESA | 2021 |
| 4 | Outras ações | | |
| 4.1 | Execução do remanejamento da captação do SIAA Acauã para redução da dependência de descargas do reservatório Epitácio Pessoa | CAGEPA | Fevereiro de 2021 |
| 4.2 | Articulação para retomada da operação do PISF em 2020 para atendimento aos usos desde Monteiro até o açude Acauã | Estado da Paraíba | 2020 |

3.2. As informações apresentadas na Tabela 2, cujos prazos não estão nela definidos, devem ser encaminhadas mensalmente à ANA até o dia 5 do mês subsequente também para o endereço eletrônico comar@ana.gov.br.

3.3. A ANA divulgará mensalmente, até o 10º dia útil do mês subsequente, Boletim de





Acompanhamento deste Termo de Alocação, além de disponibilizá-lo no endereço eletrônico <https://www.ana.gov.br/regulacao/resolucoes-e-normativos/regras-especiais-de-uso-da-agua>.

4. PLANO OPERATIVO ANUAL 2021 – PISF

4.1. Este Termo de Alocação de Água registra a necessidade de inclusão no POA-PISF/2021 do fornecimento de volume de 28,22 hm³, de janeiro a dezembro de 2021, para as finalidades previstas na Tabela 3.

4.2. O volume previsto no item 4.1 não considera eventuais perdas hídricas entre o ponto de entrega do PISF e o açude Epitácio Pessoa e deve ser complementado após definição da adução para atender à finalidade do item 2.1 (recarga do açude Acauã).

| TABELA 3 – Volumes propostos para o Plano Operativo Anual 2021 - PISF | | |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 1 - Rio Paraíba entre Monteiro e o remanso do reservatório Epitácio Pessoa | | |
| Item | Finalidade | Condição de uso (vazão média anual) |
| 1.1 | Abastecimento público dos SIAA Monteiro, Congo, Sumé e Camalaú – CAGEPA | 224 L/s |
| 1.2 | Abastecimento público Agreste Setentrional - COMPESA | 371 L/s (operação prevista para janeiro/2021, segundo a COMPESA) |
| 1.3 | Irrigação com área máxima igual a 1,0 hectare | 300 L/s |
| 2 - Rio Paraíba desde o reservatório Epitácio Pessoa até o reservatório Acauã | | |
| 2.1 | Recarga do açude Acauã | a ser definido pela AESA até o dia 15 de agosto de 2020, no âmbito do POA 2021 |

5. COMISSÃO DE ACOMPANHAMENTO DA ALOCAÇÃO DE ÁGUA

5.1 Fica instituída a Comissão de Acompanhamento da Alocação cujos membros estão relacionados na Tabela 4, com as seguintes atribuições:

- 5.1.1. receber, avaliar e difundir os Boletins de Acompanhamento da Alocação;
- 5.1.2. acompanhar e cobrar o cumprimento dos compromissos para efetivação da Alocação;
- 5.1.3. solicitar autorização para defluências visando recarga do açude Acauã; e
- 5.1.4. propor à COMAR ajustes na Alocação a partir do final da estiagem.



Este Termo de Alocação de Água registra os encaminhamentos da reunião de Alocação, foi lavrado por representante da ANA e será encaminhado aos órgãos reguladores e usuários de recursos hídricos, ao Ministério Público, aos membros da Comissão de Acompanhamento e aos demais interessados.

Brasília-DF, 03 de julho de 2020.

(assinado eletronicamente)
WESLEY GABRIELI DE SOUZA
Coordenador Substituto de Marcos Regulatórios e Alocação de Água

Aprovo este Termo de Alocação de Água, inclusive os limites, regras e condições de uso de recursos hídricos e de operação do reservatório.

O descumprimento dos limites, regras e condições de uso de recursos hídricos e de operação do reservatório definidos neste Termo de Alocação de Água sujeita os responsáveis às penalidades previstas na legislação pertinente.

(assinado eletronicamente)
RODRIGO FLECHA FERREIRA ALVES
Superintendente de Regulação

Anexo I – Convite para a reunião de Alocação de Água

6



Documento assinado digitalmente por: WESLEY GABRIELI DE SOUZA;RODRIGO FLECHA FERREIRA ALVES

A autenticidade deste documento 02500.030478/2020 pode ser verificada no site <http://verificacao.ana.gov.br/> informando o código verificador: 972AE7A9.



CONVITE PARA ALOCAÇÃO DE ÁGUA 2020/2021 SISTEMA HÍDRICO EPITÁCIO PESSOA

A Superintendência de Regulação convida os interessados a participarem do processo de Alocação de Água para o sistema hídrico Epitácio Pessoa, conforme orientações a seguir.

Pauta:

- I. Alocação de Água 2019/2020 – compromissos e ações
- II. Alocação de Água 2020/2021 – cenários
- III. Ações para efetivar a alocação de água
 - a. Marco regulatório
 - b. Defluência a jusante
 - c. Cultivo permanente no entorno
 - d. PISF
 - e. Informações ultrassônico DNOCS
 - f. Informações Acaua da CAGEPA
- IV. Comissão de Acompanhamento da Alocação - CAAA
- V. Termo de Alocação de Água

Para a tomada de decisão, serão realizadas duas reuniões por videoconferência com interessados no uso dos recursos hídricos desse sistema, dentre usuários, operadores dos reservatórios, membros do Comitê da Bacia e de órgãos competentes na temática.

1ª reunião – apresentação e debate das propostas

Data/hora: 30/06/2020 – 09:00h

2ª reunião – tomada de decisão sobre a alocação de água

Data/hora: 03/07/2020 – 09:00h

- No intervalo de dois dias entre as reuniões, os participantes deverão discutir com seus pares os cenários propostos para a alocação e os compromissos a serem assumidos para a efetivação da Alocação de Água.
- O **LINK** para acesso à videoconferência será enviado por e-mail ou WhatsApp até dia 26 de junho de 2020. Os interessados que não receberem esse **LINK** até esta data, deverão contatar a ANA pelo e-mail comar@ana.gov.br ou no telefone (61)99297-1020 

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'R. Flecha', is positioned above the printed name and title of the signatory.

RODRIGO FLECHA FERREIRA ALVES
Superintendente de Regulação