



ALÉM DA EMERGÊNCIA

PLANOS PROATIVOS DE SECA E GESTÃO PARTICIPATIVA DA ÁGUA NO CEARÁ

WYLDEVÂNIO VIEIRA DA SILVA
CELME TORRES FERREIRA DA COSTA
JOSÉ LAÉCIO DE MORAES
RAYANNE BEZERRA DE MELO

CRÉDITOS INSTITUCIONAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CARIRI

Silvério de Freitas Júnior – Reitor

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Fernando Marques Santana

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO/UFCA

Claudener Souza Teixeira – Pró-reitor

Iri Sandro Pampolha Lima – Pró-Reitor Adjunto

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL SUSTENTÁVEL – Proder/UFCA

Francisco José de Paula Filho – Coordenador

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Yuri Castro de Oliveira

PROGRAMA CIENTISTA CHEFE EM RECURSOS HÍDRICOS

Francisco de Assis de Souza Filho

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO SALGADO DIRETORIA DO COMITÊ

Francisco Evanildo Simão da Silva

Francisco Alexandro Fabricio

José Laécio de Moraes

Patrícia Maura Araujo Barreto Campello

EQUIPE UFCA/FUNCAP

Adélia Alencar Brasil

Ana Rute Batista Pereira

Isaac Felix Victor

Francisco Dreno Viana da Silva

FUNCAP

Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico

FOTO DA CAPA

Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH



2026 - Ampla Editora

Copyright da Edição © Ampla Editora

Copyright do Texto © Os autores

Editor Chefe: Leonardo Tavares

Design da Capa: Ampla Editora

Revisão: Os autores

Além da emergência: planos proativos de seca e gestão participativa da água no Ceará está licenciado sob CC BY-NC 4.0.



Essa licença permite que outros remixem, adaptem e desenvolvam seu trabalho para fins não comerciais e, embora os novos trabalhos devam ser creditados e não possam ser usados para fins comerciais, os usuários não precisam licenciar esses trabalhos derivados sob os mesmos termos. O conteúdo da obra e sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores e não representam a posição oficial da Ampla Editora. O download e o compartilhamento da obra são permitidos, desde que os autores sejam reconhecidos. Todos os direitos desta edição foram cedidos à Ampla Editora.

ISBN: 978-65-5381-347-2

DOI: 10.51859/ampla.aep472.1126-0

Ampla Editora

Campina Grande – PB – Brasil
contato@amplaeditora.com.br
www.amplaeditora.com.br



2026

Conselho Editorial

Adilson Tadeu Basquerote – Centro Universitário para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí

Alexander Josef Sá Tobias da Costa – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Andréa Cátia Leal Badaró – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Andréia Monique Lermen – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Antoniele Silvana de Melo Souza – Universidade Estadual do Ceará

Aryane de Azevedo Pinheiro – Universidade Federal do Ceará

Bergson Rodrigo Siqueira de Melo – Universidade Estadual do Ceará

Bruna Beatriz da Rocha – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Bruno Ferreira – Universidade Federal da Bahia

Caio Augusto Martins Aires – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Caio César Costa Santos – Universidade Federal de Sergipe

Carina Alexandra Rondini – Universidade Estadual Paulista

Carla Caroline Alves Carvalho – Universidade Federal de Campina Grande

Carlos Augusto Trojaner – Prefeitura de Venâncio Aires

Carolina Carbonell Demori – Universidade Federal de Pelotas

Caroline Barbosa Vieira – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

Christiano Henrique Rezende – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Cícero Batista do Nascimento Filho – Universidade Federal do Ceará

Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Dandara Scarlet Sousa Gomes Bacelar – Universidade Federal do Piauí

Daniela de Freitas Lima – Universidade Federal de Campina Grande

Darlei Gutierrez Dantas Bernardo Oliveira – Universidade Estadual da Paraíba

Denilson Paulo Souza dos Santos – Universidade Estadual Paulista

Denise Barguil Nepomuceno – Universidade Federal de Minas Gerais

Dinara das Graças Carvalho Costa – Universidade Estadual da Paraíba

Diogo Lopes de Oliveira – Universidade Federal de Campina Grande

Dylan Ávila Alves – Instituto Federal Goiano

Edson Lourenço da Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí

Elane da Silva Barbosa – Universidade Estadual do Ceará

Érica Rios de Carvalho – Universidade Católica do Salvador

Fábio Ronaldo da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Fernanda Beatriz Pereira Cavalcanti – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Fredson Pereira da Silva – Universidade Estadual do Ceará

Gabriel Gomes de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas

Gilberto de Melo Junior – Instituto Federal do Pará

Givanildo de Oliveira Santos – Instituto Brasileiro de Educação e Cultura

Glécia Morgana da Silva Marinho – Pontifícia Universidad Católica Argentina Santa María de Buenos Aires (UCA)

Higor Costa de Brito – Universidade Federal de Campina Grande

Hugo José Coelho Corrêa de Azevedo – Fundação Oswaldo Cruz

Igor Lima Soares – Universidade Federal do Ceará

Isabel Fontgalland – Universidade Federal de Campina Grande

Isane Vera Karsburg – Universidade do Estado de Mato Grosso

Israel Gondres Torné – Universidade do Estado do Amazonas

Ivo Batista Conde – Universidade Estadual do Ceará

Jaqueline Rocha Borges dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Jessica Wanderley Souza do Nascimento – Instituto de Especialização do Amazonas

João Henriques de Sousa Júnior – Universidade Federal de Santa Catarina

João Manoel Da Silva – Universidade Federal de Alagoas

João Vitor Andrade – Universidade de São Paulo

Joilson Silva de Sousa – Universidade Regional do Cariri

José Cândido Rodrigues Neto – Universidade Estadual da Paraíba

Jose Henrique de Lacerda Furtado – Instituto Federal do Rio de Janeiro

Josenita Luiz da Silva – Faculdade Frassinetti do Recife

Josiney Farias de Araújo – Universidade Federal do Pará

Karina de Araújo Dias – SME/Prefeitura Municipal de Florianópolis

Katia Fernanda Alves Moreira – Universidade Federal de Rondônia

Laís Portugal Rios da Costa Pereira – Universidade Federal de São Carlos

Laíze Lantyer Luz – Universidade Católica do Salvador

Lara Luiza Oliveira Amaral – Universidade Estadual de Campinas

Lindon Johnson Pontes Portela – Universidade Federal do Oeste do Pará

Lisiane Silva das Neves – Universidade Federal do Rio Grande

Lucas Araújo Ferreira – Universidade Federal do Pará

Lucas Capita Quarto – Universidade Federal do Oeste do Pará

Lúcia Magnólia Albuquerque Soares de Camargo – Unifacisa Centro Universitário

Luciana de Jesus Botelho Sodrê dos Santos – Universidade Estadual do Maranhão

Luís Miguel Silva Vieira – Universidade da Madeira

Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Luiza Catarina Sobreira de Souza – Faculdade de Ciências Humanas do Sertão Central

Manoel Mariano Neto da Silva – Universidade Federal de Campina Grande

Marcelo Alves Pereira Eufrasio – Centro Universitário Unifacisa

Marcelo Henrique Torres de Medeiros – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Marcelo Williams Oliveira de Souza – Universidade Federal do Pará

Marcos Pereira dos Santos – Faculdade Rachel de Queiroz

Marcus Vinicius Peralva Santos – Universidade Federal da Bahia

Maria Carolina da Silva Costa – Universidade Federal do Piauí

Maria José de Holanda Leite – Universidade Federal de Alagoas

Marina Magalhães de Moraes – Universidade Federal do Amazonas

Mário César de Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Michele Antunes – Universidade Feevale

Michele Aparecida Cerqueira Rodrigues – Logos University International

Miguel Ysrrael Ramírez-Sánchez – Universidade Autónoma do Estado do México

Milena Roberta Freire da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Nadja Maria Mourão – Universidade do Estado de Minas Gerais

Natan Galves Santana – Universidade Paranaense

Nathalia Bezerra da Silva Ferreira – Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Neide Kazue Sakugawa Shinohara – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Neudson Johnson Martinho – Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Mato Grosso

Patrícia Appelt – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Paula Milena Melo Casais – Universidade Federal da Bahia

Paulo Henrique Matos de Jesus – Universidade Federal do Maranhão

Rafael Rodrigues Gomides – Faculdade de Quatro Marcos

Ramôn da Silva Santos – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Reângela Cíntia Rodrigues de Oliveira Lima – Universidade Federal do Ceará

Rebeca Freitas Ivanicska – Universidade Federal de Lavras

Regina Márcia Soares Cavalcante – Universidade Federal do Piauí

Renan Gustavo Pacheco Soares – Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns

Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília

Ricardo Leoni Gonçalves Bastos – Universidade Federal do Ceará

Rodrigo da Rosa Pereira – Universidade Federal do Rio Grande

Rubia Katia Azevedo Montenegro – Universidade Estadual Vale do Acaraú

Sabrynna Brito Oliveira – Universidade Federal de Minas Gerais

Samuel Miranda Mattos – Universidade Estadual do Ceará

Selma Maria da Silva Andrade – Universidade Norte do Paraná

Shirley Santos Nascimento – Universidade Estadual Do Sudoeste Da Bahia

Silvana Carloto Andres – Universidade Federal de Santa Maria

Silvio de Almeida Junior – Universidade de Franca

Tatiana Paschoalette R. Bachur – Universidade Estadual do Ceará | Centro Universitário Christus

Telma Regina Stroparo – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Thayla Amorim Santino – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Thiago Sebastião Reis Contrato – Universidade Federal do Rio de Janeiro

Tiago Silveira Machado – Universidade de Pernambuco

Valvenarg Pereira da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Vinícius Queiroz Oliveira – Universidade Federal de Uberlândia

Virgínia Maia de Araújo Oliveira – Instituto Federal da Paraíba

Virginia Tomaz Machado – Faculdade Santa Maria de Cajazeiras

Walmir Fernandes Pereira – Miami University of Science and Technology

Wanessa Dunga de Assis – Universidade Federal de Campina Grande

Wellington Alves Silva – Universidade Estadual de Roraima

William Roslindo Paranhos – Universidade Federal de Santa Catarina

Yáscara Maia Araújo de Brito – Universidade Federal de Campina Grande

Yasmin da Silva Santos – Fundação Oswaldo Cruz

Yuciara Barbosa Costa Ferreira – Universidade Federal de Campina Grande

2026 - Ampla Editora

Copyright da Edição © Ampla Editora

Copyright do Texto © Os autores

Editor Chefe: Leonardo Tavares

Design da Capa: Ampla Editora

Revisão: Os autores

Catálogo na publicação

Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

A367

Além da emergência: planos proativos de seca e gestão participativa da água no Ceará / Wildevânio Vieira da Silva, Celme Torres Ferreira da Costa, José Laécio de Moraes, et al.; Prefácio de Fernando Matos Santana. – Campina Grande/PB: Ampla, 2026.

Outra autora: Rayanne Bezerra de Melo.

Livro em PDF

ISBN 978-65-5381-347-2

DOI 10.51859/ampla.aep472.1126-0

1. Recursos hídricos. 2. Seca. 3. Gestão ambiental. I. Silva, Wildevânio Vieira da. II. Costa, Celme Torres Ferreira da. III. Moraes, José Laécio de. IV. Santana, Fernando Matos (Prefácio). V. Título.

CDD 333.91

Índice para catálogo sistemático

I. Recursos hídricos

Ampla Editora

Campina Grande – PB – Brasil

contato@amplaeditora.com.br

www.amplaeditora.com.br



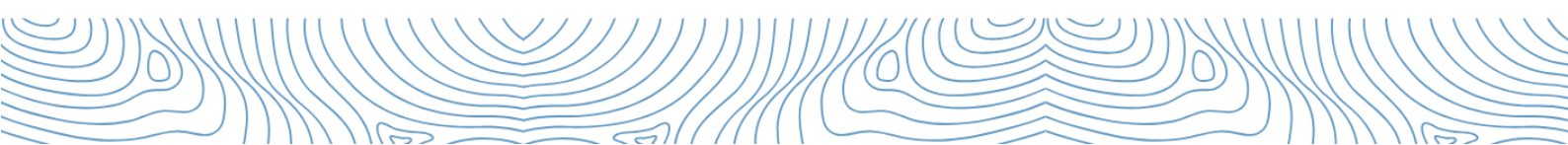
Prefácio


Falar sobre a seca no semiárido brasileiro é, antes de tudo, falar sobre pessoas, territórios e escolhas políticas. Ao longo da história, a seca foi frequentemente tratada como fatalidade natural, fenômeno inevitável ou justificativa para ações emergenciais pontuais. No entanto, como esta obra demonstra com clareza e rigor, a seca é também — e sobretudo — um desafio de gestão, planejamento e governança dos recursos hídricos.

O livro que o leitor tem em mãos nasce de uma pesquisa profundamente enraizada na realidade do semiárido cearense e, ao mesmo tempo, conectada aos debates contemporâneos sobre segurança hídrica, participação social e políticas públicas adaptativas. Ao analisar a trajetória de formulação do Plano Proativo de Secas do Açude Ubaldinho, na sub-bacia do Salgado, o autor ultrapassa os limites de um estudo de caso convencional e oferece uma reflexão qualificada sobre os caminhos possíveis para a convivência sustentável com a seca.

Um dos principais méritos desta obra está em romper com a lógica histórica das respostas exclusivamente reativas às estiagens. Em vez de compreender a seca apenas como crise, o livro a apresenta como um fenômeno previsível, que pode e deve ser enfrentado por meio do planejamento antecipado, da integração institucional e da participação social. Nesse contexto, o Plano Proativo de Secas é apresentado não apenas como um instrumento técnico, mas como um processo contínuo de construção coletiva, aprendizado e fortalecimento da governança da água.

A centralidade conferida à participação social é outro aspecto que merece destaque. O autor evidencia que a escuta dos usuários do hidrossistema, o resgate da memória coletiva e o diálogo entre saberes técnicos e locais são elementos fundamentais para a legitimidade e a efetividade das políticas públicas de recursos hídricos. Trata-se de uma abordagem que reconhece que soluções duradouras para os desafios hídricos do semiárido só são possíveis quando construídas com base no território e com a participação ativa da sociedade.





Do ponto de vista da gestão pública, esta obra oferece importantes subsídios para formuladores de políticas, gestores, técnicos e membros de comitês de bacia. Ao articular análise documental, dados empíricos e avaliação participativa, o livro contribui para o aprimoramento das práticas de planejamento e governança, reforçando a importância de políticas públicas integradas, adaptativas e comprometidas com a segurança hídrica de longo prazo.

Ao transformar uma dissertação de mestrado em livro, o autor amplia o alcance social de sua pesquisa e reafirma o papel do conhecimento científico como instrumento de apoio à tomada de decisão no setor público. A linguagem acessível, aliada ao rigor analítico, torna esta obra relevante não apenas para o meio acadêmico, mas também para todos aqueles que atuam — ou se interessam — pela gestão dos recursos hídricos no semiárido brasileiro.

Este livro nos convida, portanto, a repensar a seca não como sinônimo de emergência permanente, mas como um desafio que exige planejamento, governança e compromisso coletivo. Mais do que um estudo sobre um açude específico, trata-se de uma contribuição significativa para a construção de políticas públicas mais resilientes, eficientes e socialmente justas, capazes de promover a convivência sustentável com a seca.

Fernando Matos Santana

Secretário dos Recursos Hídricos do Ceará



LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
CAC – Cinturão das Águas do Ceará
CAGECE – Companhia de Água e Esgoto do Ceará
CBHs – Comitê de Bacia Hidrográfica
CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos
COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CONERH – Conselho de Recursos Hídricos do Estado do Ceará
CPRM – Serviço Geológico do Brasil
DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ENOS – El Niño-Oscilação Sul
FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFOCS – Inspeção Federal de Obras Contra as Secas
IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change
NEB – Nordeste Brasileiro
ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU – Organização das Nações Unidas
P1MC – Programa Um Milhão de Cisternas
PERH – Política Estadual de Recursos Hídricos
PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos
PROHIDRO – Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos
RHS – Região Hidrográfica do Salgado
SIGERH – Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SISAR – Sistema Integrado de Saneamento Rural
SRH – Secretaria de Recursos Hídricos
SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
UTM – Universal Transverse Mercator
VCAN – Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis
ZCIT – Zona de Convergência Intertropical

Sumário

CAPÍTULO 1 - A SECA COMO DESAFIO SOCIOAMBIENTAL: POR QUE PENSAR A GESTÃO PROATIVA DA ÁGUA NO SEMIÁRIDO	12
---	-----------

CAPÍTULO 2 - GESTÃO DAS SECAS, DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E POLÍTICAS PÚBLICAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO	15
2.1. O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NO SEMIÁRIDO	15
2.2. POLÍTICAS, PLANOS E AÇÕES DE CONVIVÊNCIA COM SECAS NO NORDESTE	20
2.3. HISTÓRICO E GESTÃO DE SECAS NO ESTADO DO CEARÁ.....	26
2.4. REGIÃO HIDROGRÁFICA DO SALGADO	30

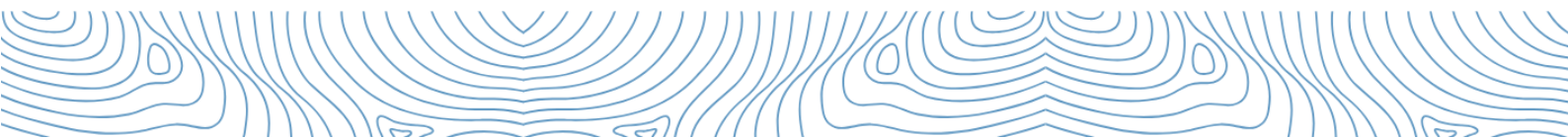
CAPÍTULO 3 - CAMINHOS METODOLÓGICOS: COMO ANALISAR A CONSTRUÇÃO DE UM PLANO PROATIVO DE SECAS	35
3.1. POR QUE O AÇUDE UBALDINHO	35
3.2. AVALIAÇÃO DO PLANO PROATIVO DE SECAS.....	40
3.2.1. COLETA DE DADOS SECUNDÁRIOS	41
3.2.2. COLETA DE DADOS PRIMÁRIOS	41
3.2.3. ANÁLISE DOS DADOS	42
3.2.4. AVALIAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO	42
3.2.5. PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE	42
3.2.6. TRIANGULAÇÃO DOS DADOS PRIMÁRIOS COM OS DADOS SECUNDÁRIOS COLETADOS	42
3.2.7. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DO PLANO PROATIVO.....	43

CAPÍTULO 4 - PLANEJAMENTO PARTICIPATIVO EM AÇÃO: A CONSTRUÇÃO COLETIVA DO PLANO PROATIVO DE SECAS	45
4.1. DIAGNÓSTICO INTEGRADO DO HIDROSSISTEMA UBALDINHO.....	47
4.2. VULNERABILIDADES HIDROSSOCIAIS E PERCEPÇÕES DOS USUÁRIOS.....	52
4.3. PROCESSO PARTICIPATIVO E CONSTRUÇÃO COLETIVA DO PLANO DE AÇÃO	64
4.3.1. MOBILIZAÇÃO E ENGAJAMENTO DOS ATORES SOCIAIS.....	64
4.3.2. METODOLOGIA PARTICIPATIVA E RESGATE DA MEMÓRIA COLETIVA.....	66
4.3.3. CONSTRUÇÃO PARTICIPATIVA DE INSTRUMENTOS TÉCNICOS.....	68
4.3.4. DEFINIÇÃO PARTICIPATIVA DE CENÁRIOS E ESTRATÉGIAS	69
4.3.5. ELABORAÇÃO COLETIVA DO PLANO DE AÇÃO	71
4.3.6. DESAFIOS METODOLÓGICOS IDENTIFICADOS	72
4.3.7. VALIDAÇÃO E LEGITIMAÇÃO SOCIAL DO PROCESSO	73
4.3.8. INOVAÇÕES METODOLÓGICAS E TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO.....	75
4.3.9. CONTRIBUIÇÕES PARA A GOVERNANÇA PARTICIPATIVA DE RECURSOS HÍDRICOS.....	76
4.3.10. IMPLICAÇÕES PARA SUSTENTABILIDADE E REPLICABILIDADE	78



CAPÍTULO 5 - GOVERNANÇA DA ÁGUA, APRENDIZAGEM SOCIAL E CAMINHOS PARA A GESTÃO PROATIVA DAS SECAS NO SEMIÁRIDO	80
--	-----------

REFERÊNCIAS	84
APÊNDICE A.....	99
ANEXO A.....	101



Capítulo 1

A SECA COMO DESAFIO SOCIOAMBIENTAL: POR QUE PENSAR A GESTÃO PROATIVA DA ÁGUA NO SEMIÁRIDO

A seca é frequentemente compreendida como um fenômeno climático associado à redução prolongada das precipitações e ao consequente déficit hídrico em solos, rios e reservatórios. Sob essa perspectiva, costuma ser classificada em categorias como seca meteorológica, agrícola ou hidrológica, conforme o tipo de impacto predominante. No entanto, essa leitura, embora tecnicamente relevante, revela-se insuficiente para explicar a complexidade dos efeitos da seca sobre os territórios, especialmente em regiões historicamente vulneráveis, como o semiárido brasileiro.

Mais do que um evento climático, a seca constitui um fenômeno profundamente social, político e territorial. Seus impactos extrapolam a escassez física da água e se manifestam na insegurança alimentar, na perda de meios de subsistência, no agravamento das desigualdades sociais e na intensificação de conflitos pelo uso dos recursos naturais. Em contextos onde a dependência da água é elevada e as capacidades institucionais são desigualmente distribuídas, a seca transforma-se em uma calamidade recorrente, capaz de comprometer a qualidade de vida das populações e de fragilizar os sistemas produtivos locais.

No Nordeste brasileiro, e de forma particularmente intensa no estado do Ceará, a seca ocupa um lugar central na formação histórica, econômica e social do território. Grande parte do estado encontra-se inserida no semiárido, convivendo com elevada variabilidade climática, altas taxas de evapotranspiração e chuvas concentradas em curtos períodos do ano. Esse cenário impõe desafios permanentes à gestão dos recursos hídricos e exige estratégias que ultrapassem respostas emergenciais e pontuais.

Historicamente, a gestão das secas no Ceará foi marcada por uma lógica reativa, baseada na adoção de medidas apenas após a instalação da crise. A construção de grandes reservatórios, as obras hidráulicas e as ações emergenciais de socorro à população foram, por décadas, os principais instrumentos utilizados pelo poder público. Embora essas iniciativas tenham sido fundamentais em determinados momentos, a recorrência e a intensidade das secas evidenciaram seus limites, sobretudo diante de eventos prolongados e sucessivos.

A seca plurianual iniciada em 2012 representou um marco nesse processo. Ao se estender por vários anos consecutivos, esse evento expôs de forma contundente a insuficiência das soluções estruturais isoladas e revelou a necessidade de uma mudança de paradigma na forma de lidar com o risco hídrico. Tornou-se evidente que a simples ampliação da infraestrutura não seria capaz de garantir segurança hídrica em um contexto de mudanças climáticas, crescimento das demandas e múltiplos usos da água.

É nesse cenário que ganha força a abordagem da gestão proativa de secas. Diferentemente das estratégias tradicionais, essa perspectiva propõe antecipar riscos, monitorar vulnerabilidades, construir cenários e planejar ações antes que a crise se instale. Trata-se de uma mudança conceitual e operacional que desloca o foco da resposta emergencial para o planejamento adaptativo, integrando conhecimento técnico, governança institucional e participação social.

A gestão proativa reconhece que a seca não afeta todos os atores de forma homogênea. Os impactos variam conforme o tipo de uso da água, a capacidade de adaptação das comunidades, o acesso à informação e o funcionamento das instituições. Dessa forma, planejar a convivência com a seca exige compreender o território em sua totalidade, considerando dimensões hidrológicas, sociais, econômicas e institucionais de maneira articulada.

Nesse contexto, os reservatórios estratégicos do semiárido assumem um papel central. Mais do que estruturas físicas de armazenamento, eles se configuram como espaços de disputa, negociação e cooperação entre diferentes usuários. Abastecimento humano, irrigação, piscicultura, dessedentação animal e usos produtivos coexistem e competem por um recurso finito e altamente variável. A forma como esses usos são organizados reflete não apenas critérios técnicos, mas também relações de poder, arranjos institucionais e processos participativos.

O Açude Ubaldinho, localizado no município de Cedro, na Região Hidrográfica do Salgado, constitui um exemplo emblemático dessa realidade. Inserido em um território marcado por múltiplos usos da água e por recorrentes períodos de escassez, o reservatório desempenha papel fundamental no abastecimento e no suporte às atividades produtivas locais. Ao mesmo tempo, revela vulnerabilidades hidrossociais que se intensificam durante os períodos de seca, evidenciando a necessidade de estratégias de gestão mais integradas e antecipatórias.

A experiência de elaboração do Plano Proativo de Secas para o Açude Ubaldinho, desenvolvida no âmbito do Programa Cientista-Chefe em Recursos Hídricos do Estado do Ceará, oferece um campo fértil para refletir sobre os desafios e as possibilidades da gestão adaptativa da água no semiárido. Ao articular ciência, planejamento e participação social, o processo buscou construir respostas contextualizadas, capazes de dialogar com as especificidades locais e com as diretrizes das políticas públicas estaduais.

Este livro parte dessa experiência concreta para discutir, de forma analítica e crítica, os caminhos da gestão proativa de secas em contextos semiáridos. Ao longo dos capítulos, o leitor é convidado a compreender como se estruturam os marcos conceituais e institucionais dessa abordagem, quais métodos podem ser utilizados para analisar e planejar a convivência com a seca e quais aprendizados emergem do envolvimento direto dos atores locais na construção de soluções coletivas.

Mais do que apresentar um estudo de caso, a obra busca contribuir para o debate mais amplo sobre segurança hídrica, governança participativa e sustentabilidade em regiões vulneráveis às mudanças climáticas. Ao explorar os limites, desafios e potencialidades do planejamento proativo, o livro pretende oferecer subsídios tanto para pesquisadores quanto para gestores públicos, técnicos e lideranças comunitárias interessados em fortalecer a capacidade adaptativa dos territórios frente à recorrência das secas.

Assim, pensar a gestão da água no semiárido a partir de uma perspectiva proativa não é apenas uma escolha técnica, mas uma decisão política e social. É reconhecer que a seca, longe de ser um evento excepcional, faz parte da dinâmica do território e que conviver com ela exige planejamento, diálogo e aprendizagem coletiva. É nesse horizonte que este livro se insere.

Capítulo 2

GESTÃO DAS SECAS, DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E POLÍTICAS PÚBLICAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

Esse capítulo busca fundamentar a análise dos desafios e perspectivas na implementação de planos proativos de secas, contextualizando o fenômeno da escassez hídrica no semiárido brasileiro e suas implicações para o desenvolvimento regional sustentável. Para tanto, são abordados os principais conceitos, políticas públicas, estratégias de convivência com a seca e aspectos históricos da gestão hídrica no estado do Ceará, com ênfase na Região Hidrográfica do Salgado. O embasamento teórico visa oferecer uma compreensão crítica dos fatores que condicionam a vulnerabilidade hídrica e a eficácia das ações de gestão adaptativa, permitindo situar o estudo de caso do Açude Ubaldinho no debate contemporâneo sobre segurança hídrica e planejamento proativo frente às mudanças climáticas.

2.1. O desenvolvimento sustentável no semiárido

O Desenvolvimento Sustentável conhecido e desempenhado nos dias atuais é entendido como aquele que é capaz de suprir as demandas e necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade de suprimento das gerações futuras, assim definido pelo relatório de Brundtland, também conhecido como “Nosso Futuro Comum”, publicado no ano de 1987 pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da Organização das Nações Unidas – ONU (Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1991).

Silva (2020) explica que este modelo de desenvolvimento sustentável foi inicialmente direcionado para as questões ambientais e manutenção dos recursos naturais, mas que com o tempo a abrangência deste conceito alcançou os debates econômicos e socioculturais. Já para Boff (2012) este modelo de desenvolvimento foi criado pautado em três dimensões iniciais, sendo as dimensões ambiental, econômica e social, conhecidas como o tripé do desenvolvimento sustentável. O autor explica ainda que a sustentabilidade deve partir de uma perspectiva ética, devendo, portanto, ser socialmente justa, economicamente viável e ambientalmente correta.

Ao se falar em sustentabilidade, é essencial entender o seu significado. Carvalho (2019), em seu estudo sobre a contemporaneidade da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável, explica que a sustentabilidade representa o objetivo final do desenvolvimento sustentável. Dessa forma, a sustentabilidade pode ser entendida como um estilo de vida que deve ser alcançado pela sociedade. O desenvolvimento sustentável, por sua vez, é o processo pelo qual essa mesma sociedade deve seguir para atingir esse padrão de vida desejado.

Tendo em vista o alcance da sustentabilidade, a ONU lançou, em 2015, 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS, que foram estabelecidos como uma ampliação desse conceito de desenvolvimento sustentável, abordando não apenas as dimensões ambiental, econômica e sustentável, como também questões relacionadas à paz, justiça, igualdade de gênero e instituições eficazes. Os ODS buscam, portanto, erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir que todas as pessoas desfrutem de paz e prosperidade com vistas a serem atingidos até o ano de 2030 (ONU, 2015).

Dentre os 17 ODS, o ODS 6 leva o título de “Água Potável e Saneamento” e busca assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável de água potável e do saneamento para todos (ONU, 2015). Este objetivo é fundamental, pois aborda a importância de assegurar que todas as pessoas tenham acesso à água de qualidade, segura e acessível, bem como a serviços de saneamento adequados, indo de encontro com o que preconiza a Emenda à Constituição nº 4 de 2018 que alterou a Constituição Federal incluindo o entendimento de que o acesso à água potável integra os direitos fundamentais à vida.

A meta 6.4, listada entre as metas do ODS 6, se refere ao enfrentamento à escassez hídrica (ONU, 2015), cujo cenário é constantemente associado ao Nordeste brasileiro (NEB) por conviver com eventos de seca recorrentes. De acordo com estudo realizado por Botelho (2002), este fato se confirma pelo levantamento bibliográfico realizado pelo autor, cuja bibliografia analisada acerca das secas no NEB apontou para um total de 174 secas registradas, sem incluir as secas de 1990, 1993, 1997 e 1999.

A segurança hídrica é um elemento fundamental para a promoção do desenvolvimento sustentável, especialmente em regiões que enfrentam eventos hidrológicos extremos, como secas e cheias. Esse fato é explicado por Cadore e Tochetto (2021) que apresentaram a transversalidade do tema água por meio da correlação entre o ODS 6 com os demais Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS, desenvolvidos pela Organização das Nações Unidas – ONU. O Quadro 1 apresenta a associação citada.

Quadro 1 – Correlação entre o ODS 6 e os demais ODS's

ODS	Correlação
1. Erradicar a pobreza	Água potável e saneamento é uma necessidade para possibilitar a erradicação da pobreza.
2. Acabar com a fome	A produção de alimentos depende do fornecimento de água potável.
3. Vida saudável	Vida saudável depende de água potável, e a saúde pública necessita de saneamento básico.
4. Educação de qualidade	Frequência escolar depende do saneamento ambiental.
5. Igualdade de gênero	Locais sem saneamento adequado transmitem maiores desvantagens a mulheres e meninas.
7. Energias renováveis	Água poluída não pode ser utilizada para gerar energia em hidrelétricas, pela presença de algas.
8. Trabalho e crescimento econômico	Crescimento econômico depende de indústrias, as quais dependem do fornecimento de água potável para os processos produtivos.
9. Inovação e infraestrutura	A água se faz essencial para o desenvolvimento de inovações e infraestruturas.
10. Reduzir as desigualdades	Associa-se ao acesso a saúde pública e aspectos sociais vinculados.
11. Cidades e comunidades sustentáveis	O crescimento das cidades necessita de saneamento básico, além do fornecimento de água potável.
12. Produção e consumo sustentável	Acesso à água de qualidade é essencial para a produção de alimentos e consequente consumo sustentável.
13. Combate às alterações climáticas	Alterações climáticas estão diretamente relacionadas com a escassez de água doce e enchentes.
14. Oceanos, mares e recursos marinhos	Poluição hídrica e escassez prejudicam a vida aquática.
15. Ecossistemas terrestres e biodiversidade	Biodiversidade e os ecossistemas dependem de água potável.
16. Paz e justiça	Água potável pode ser um motivo para guerras. Relação entre temperatura e conflito internacional.
17. Parcerias ao desenvolvimento	Parcerias entre países em favor de algo em específico (Exemplo: preservação da Amazônia)

Fonte: Cadore e Tochetto (2021).

Para Silva *et al.* (2013), os desastres decorridos em consequência da seca ocorrem em razão da vulnerabilidade hídrica do NEB e também pela ausência de políticas públicas eficazes, corroborando, portanto, com o agravamento do cenário de precariedade social e ambiental. Os autores pontuam ainda que uma das principais fontes de risco presentes na região é a ausência de infraestrutura de convivência com as secas. Silva *et al.* (2013) elencou ainda em seu trabalho as secas mais severas do período de 1723 a 1988, suas ocorrências e consequências, conforme indicado no Quadro 2.

Quadro 2 – Cronologia das secas mais graves e suas consequências

Período	Principais consequências das maiores secas
1723 - 1727	A seca registrada neste período é intensificada por uma grande peste atingindo a capitania de Pernambuco. De acordo com o historiador Frei Vicente do Salvador, foram numerosos os grupos de indígenas que, foragidos pelas serras, avançaram sobre as fazendas.
1744 - 1745	Neste período, a seca atinge toda população, dizimando também o gado.
1776 - 1778	A seca foi intensificada pelo grande surto de varíola, iniciado no ano anterior e que se prolonga até 1778, provocando um alto índice de mortalidade. Perdas enormes de gados. Os flagelados foram reunidos em povoações nas margens dos rios, em determinação da Corte Portuguesa.
1808 - 1809	A seca neste período é mais amena, atinge apenas Pernambuco, na região do São Francisco, onde 500 morreram por falta de comida.
1824 - 1825	Mais um período de intensa seca, intensificada pela varíola, foram vários os números de flagelos, gerando muitas mortes na região nordestina. Os campos ficaram esterilizados e a fome chegou até os engenhos de cana-de-açúcar.
1887 - 1879	Esse período foi marcante, uma das maiores e graves secas atingiu todo o Nordeste. O Ceará, por exemplo, tinha na época uma população de 800 mil habitantes. Destes, 120 mil (ou 15%) migraram para a Amazônia e 68 mil pessoas foram para outros estados.
1888 - 1889	Grandes secas atingiram toda a população. As lavouras da Paraíba e Pernambuco foram destruídas e as vilas abandonadas.
1903 - 1904	Grande êxodo rural, milhares de nordestinos, vítimas das secas, abandonam a região. Passou a constar na Lei de Orçamento da República uma parcela destinada às obras contra as secas. Criaram-se três comissões para analisar o problema das secas nordestinas.
1914 - 1915	Neste período, uma grande seca atingiu toda a região semiárida nordestina.
1919 - 1921	Houve intensificação do êxodo rural em decorrência de grandes secas (com grandes proporções no sertão pernambucano). A imprensa, a opinião pública e o Congresso Nacional exigiram a atuação do governo. Foi criada, em 1920, a Caixa Especial de Obras de Irrigação de Terras Cultiváveis do Nordeste Brasileiro, mantida com 2% da receita tributária anual da União, além de outros recursos. Mas efetivamente, nada foi feito para amenizar o drama das secas.
1970	Criação das frentes de emergências. Uma alternativa para 1,8 milhões de pessoas, em decorrência das grandes secas que atingiram todo o Nordeste.
1979 - 1984	A mais prolongada e abrangente seca da história do Nordeste. Atingiu toda a região, deixando um rastro de miséria e fome em todos os Estados. No período, não se colheu lavoura numa área de quase 1,5 milhões de km ² . Só no Ceará foi registrada mais de uma centena de saques, quando legiões de trabalhadores famintos invadiram cidades e arrancaram alimentos à força em feiras-livres ou armazéns. Segundo dados da SUDENE, entre 1979 e 1984, morreram na região 3,5 milhões de pessoas, a maioria crianças, por fome e enfermidades derivadas da desnutrição. Pesquisa da UNESCO apontou que 62% das crianças nordestinas, de 0 a 5 anos, na zona rural, viviam em estado de desnutrição aguda.
1988	Neste período, uma seca muito intensa atingiu toda população, precisamente no final do mês de abril. População faminta, promovendo saques a depósitos de alimentos e feiras livres, animais morrendo e lavouras perdidas. Com exceção do Maranhão, todos os outros estados do Nordeste foram atingidos, numa totalidade de cerca de cinco milhões de pessoas afetadas. Esta seca estava prevista há mais de um ano, em decorrência do fenômeno El Niño, mas, como das vezes anteriores, nada foi feito para amenizar os efeitos da catástrofe.

Fonte: Silva *et al.* (2013)

Nesse contexto, é relevante destacar que, no Nordeste brasileiro, a percepção social da escassez hídrica assume significados específicos. No vocabulário popular, os termos “seca” e “inverno” possuem sentidos opostos: enquanto a seca é associada à carência, pobreza, fome, êxodo rural e catástrofes sociais, o “inverno” refere-se ao período chuvoso regular, fundamental para a produção agrícola e o abastecimento dos estoques (Campos; Studart, 2001). Compreender essas concepções locais é essencial para o desenvolvimento de estratégias de gestão proativa de secas, uma vez que a aceitação e o engajamento das comunidades dependem da forma como o fenômeno é culturalmente interpretado.

Vale destacar que a literatura científica categoriza a seca em quatro tipos principais: hidrológica, meteorológica, agrícola e socioeconômica. Conforme Wilhite (2000), a seca hidrológica ocorre quando há uma redução no volume disponível de água, como em reservatórios, já a seca meteorológica se caracteriza pela baixa quantidade de precipitação, resultando em períodos prolongados de escassez hídrica. A seca agrícola, por sua vez, decorre da insuficiência de água no solo necessária para o desenvolvimento das espécies cultivadas, impedindo a reposição das perdas por evapotranspiração (*World Meteorological Organization, 1992 apud World Meteorological Organization, 2011*). Já a seca socioeconômica é aquela cuja ocorrência desencadeia a falta de bens ou serviços, cita-se a energia elétrica como exemplo, podendo ser resultado da má distribuição das chuvas, aumento do consumo ou mau gerenciamento (Fernandes *et al.*, 2009).

Dessa forma, a problemática da escassez hídrica emerge como um dos principais desafios globais da sociedade atual, ameaçando tanto o provimento de água das gerações futuras quanto o futuro do planeta. Esse cenário destaca a importância crucial das ações humanas e das tomadas de decisões em relação ao ciclo hidrológico e à distribuição justa da água entre a população (Abreu, 2013).

Assim, é essencial que o poder público promova uma gestão sustentável dos recursos hídricos nas Bacias hidrográficas, principalmente naquelas que convivem com as secas, com a finalidade de melhorar a qualidade de vida das pessoas que ali residem. Tal gestão deve estar em consonância com os objetivos estabelecidos na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), os quais estão alinhados ao desenvolvimento sustentável:

Art. 2º São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

- Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;

- A utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- A prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.
- Incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais (Brasil, 1997).

Neste sentido, considerar as Bacias hidrográficas como unidade territorial de gestão, como preconiza a PNRH (Brasil, 1997), é essencial, pois é nessa unidade territorial que é possível contabilizar o armazenamento e a distribuição de água doce por meio do balanço hídrico, já que a Bacia hidrográfica pode ser considerada como um sistema fechado (Rio de Janeiro, 2024; Cruz, 2009). Em regiões propensas à seca, a gestão adequada torna-se ainda mais urgente e complexa, sendo vital para assegurar a disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes para as necessidades humanas e ambientais.

2.2. Políticas, planos e ações de convivência com secas no Nordeste

A convivência com secas prolongadas e recorrentes exige a elaboração e execução de medidas para mitigar os impactos derivados das secas, como exemplo pode-se citar: uso racional e eficiente dos recursos hídricos; gestão participativa; implementação de técnicas de manejo sustentável; construção de açudes; cobrança pelo uso; outorga; dentre outras ações.

O uso racional e eficiente dos recursos hídricos é uma estratégia que abrange as várias atividades desempenhadas pelo homem, o que torna um tema interdisciplinar, e requer esforços para identificar a oferta de água para que se possa delimitar as prioridades de uso e traçar planos para a sua distribuição equitativa, bem como sua destinação à natureza em qualidade e quantidade adequadas, garantindo a manutenção do ciclo hidrológico e a conservação da oferta (Santos Júnior *et al.*, 2013). Atrelada ao uso racional, está a cobrança pelo uso, essa é uma abordagem que incentiva a racionalização do consumo de água, concluindo-se que a exploração gratuita desse bem culmina em um maior desperdício (Lira, 2017).

Com relação à gestão participativa, Alves (2013) relata que “as práticas de gestão em recursos hídricos, através de ações emergenciais, devem ser substituídas pelas de planejamento e gestão da água de forma integrada, participativa e descentralizada”. Para Brito *et al.* (2021), esse tipo de gestão identifica as reais demandas da população, dando a oportunidade a esta de colaborar na implantação de novas tecnologias na região gerida. Além

disso, os autores enfatizam que nesse modelo de gestão há uma busca pela resolução dos conflitos gerados em decorrência dos eventos de secas.

Já a respeito das técnicas de manejo sustentável, pode-se citar a agricultura de sequeiro, a irrigação eficiente e o uso de tecnologias de captação e armazenamento de água da chuva. A agricultura de sequeiro, cujo nome é originado da palavra “seco”, se baseia no princípio de utilizar apenas a água da chuva, própria para locais com baixa pluviosidade, como é o caso do NEB. O objetivo desta técnica é de atingir a eficiência em terras áridas com o cultivo de espécies que não exijam irrigação frequente, suportando os períodos de seca (CBHSF, 2015). Quanto à irrigação eficiente, existem várias técnicas diferentes, no entanto, cabe destacar duas pela alta eficiência: a irrigação por gotejamento, método que tem sua eficiência de uso resultante da irrigação somente de uma porção da área do solo, o que reduz a área exposta à evaporação, gerando um menor consumo hídrico (Esteves *et al.*, 2012); e a irrigação por microaspersão, que é uma técnica de irrigação pressurizada que pode reduzir significativamente o desperdício de água durante o processo de irrigação das culturas (Coelho; Silva; Miranda, 2005).

Ainda sobre as técnicas de manejo sustentável, resta explanar sobre as tecnologias de captação e armazenamento de águas pluviais. Essa estratégia consiste na instalação de cisternas que captam a água da chuva durante o inverno, abastecendo comunidades vulneráveis à seca que convivem com a ausência de reservatórios (Campos, 2015; Brito *et al.* 2021). Para a implementação desses sistemas, em 2003 foi proposto o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), cujo objetivo era universalizar o acesso à água potável para a população do semiárido, atingindo cerca de cinco milhões de pessoas contempladas com a construção de cisternas de placa, o que objetivou melhorar a qualidade de vida das comunidades contempladas (Costa *et al.*, 2015).

Além das práticas convencionais de manejo hídrico, tecnologias sociais como as barragens subterrâneas e as barraginhas têm sido fundamentais para promover a recarga do lençol freático e fortalecer a agricultura de base familiar no Semiárido brasileiro. As barragens subterrâneas consistem em paredes impermeáveis enterradas transversalmente ao fluxo da água no solo, permitindo o armazenamento da água da chuva no subsolo, reduzindo perdas por evaporação e mantendo a umidade do solo por períodos prolongados, mesmo durante a estiagem (Silva *et al.*, 2021). Já as barraginhas são pequenas Bacias escavadas em áreas com leve inclinação, que retêm as enxurradas, favorecem a infiltração da água no solo e

reduzem processos erosivos, sendo de fácil implantação, baixo custo e alta eficácia em regiões com chuvas irregulares (Campeche *et al.*, 2017). Essas abordagens integram práticas sustentáveis de convivência com o semiárido e se mostram fundamentais para políticas públicas voltadas à segurança hídrica e à resiliência climática.

Por fim, a estratégia considerada por Novais, Carvalho Junior e Oliveira (2022) como fundamental para a convivência com as secas no semiárido nordestino é a construção de açudes. Os autores apresentam essa solução como uma resposta histórica às secas severas que afetaram a região, com o objetivo de armazenar água para o abastecimento humano e dessedentação animal.

A construção de açudes como solução para a convivência com as secas no NEB surgiu quando ainda vigorava o Império no Brasil, mais especificamente a partir do final do século XIX, estimulada pelas secas ocorridas nos anos de 1825, 1827 e 1830. Inicialmente, o foco estava na criação de uma infraestrutura hidráulica para armazenar água e mitigar os efeitos das secas severas. Com o tempo, essa política evoluiu, culminando na construção de açudes que não só visavam o armazenamento, mas também a distribuição equitativa da água para a irrigação e uso doméstico, fato que não ocorria, devido aos açudes serem construídos em áreas particulares. Assim foi criada a “classe dos senhores de água”, que controlavam o acesso à água, limitando para aqueles sertanejos mais pobres (Campos; Studart, 2001; Rebouças, 2003).

Dentre as vantagens desta solução, além de promover o armazenamento de água, a açudagem pode ainda perenizar os rios (Novais; Carvalho Junior; Oliveira, 2022), o que, por sua vez, amplia as possibilidades de permanência da população rural no campo, criando condições favoráveis para garantir a segurança hídrica a essas comunidades.

Medidas como as supracitadas, são fundamentais para a garantia da segurança hídrica. Melo e Johnsson (2017) realizaram um levantamento bibliográfico que busca identificar e apresentar o conceito de segurança hídrica. Como resultado, as autoras apresentam o apanhado da literatura conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 – Resumos dos conceitos de “segurança hídrica” da revisão bibliográfica realizada.

Autor	Conceito de segurança hídrica
Grey e Sadoff (2007)	A disponibilidade de água em quantidade e qualidade para a saúde, meios de subsistência, os ecossistemas e para a produção aceitável, juntamente com um nível aceitável de riscos relacionados com a água para as pessoas, ambientes e economias.
Cooke e Bakker (2011)	Segurança hídrica emerge para atender uma necessidade de “uma visão clara ou direção sobre um desejado status final de uma Bacia hidrográfica” (Mitchell 2006), ou seja, Segurança hídrica fornece um quadro que se desprende de uma visão que é normativamente orientada por metas. Segurança hídrica foca a atenção em objetivos, metas. Assim o conceito de segurança que estabeleça metas, implica em monitoramento e cumprimento dos objetivos.
WaterAid (2012)	O acesso confiável à água em quantidade suficiente e de qualidade para as necessidades básicas humanas, em pequena escala, garantia dos meios de subsistência e os serviços dos ecossistemas locais, juntamente uma adequada gestão dos riscos inerentes aos desastres relacionados com a água.
Lautze e Manthrilake (2012)	Componentes do conceito de segurança hídrica: necessidades básicas, produção agrícola, o ambiente, gestão de risco e segurança nacional e independência.
Bakker (2012)	Segurança hídrica inclui um enfoque conceitual sobre a vulnerabilidade, risco e resiliência; ênfase em ameaças, choques e pontos de ruptura; e enfoque na gestão adaptativa dada a previsibilidade limitada dos sistemas hidrológicos. Notavelmente, a investigação sobre segurança hídrica também enfatiza um desafio político: alcançar metas econômicas e objetivos de desenvolvimento sustentável.
Mason e Calow (2012)	Segurança hídrica significa ter água suficiente, em quantidade e qualidade, para as necessidades humanas (saúde, subsistência e atividades econômicas produtivas) e ecossistemas, combinado com a capacidade de acessar e usá-la, resolvendo os tradeoffs, e gerindo risco relacionados à água, incluindo enchente, seca e poluição.
ONU (2013)	A capacidade de uma população de salvaguardar o acesso sustentável a quantidades adequadas de água de qualidade para garantir meios de sobrevivência, o bem-estar humano, o desenvolvimento socioeconômico; para assegurar proteção contra poluição e desastres relacionados à água, e para preservação de ecossistemas em um clima de paz e estabilidade política.
OCDE (2013)	Segurança hídrica é gerir riscos associados à água, incluindo riscos de armazenamento de água, excesso, poluição e riscos, enfraquecer ou debilitar a resiliência dos sistemas de água doce.

Autor	Conceito de segurança hídrica
World Water Council (2013)	<p>Consiste, inicialmente, na garantia de necessidades essenciais do dia a dia, como saúde e alimento: água para produzir produtos alimentícios e melhorar rendimentos agrícolas; água limpa e segura para ajudar a reduzir doenças transmitidas pela água que continuam a ser uma das principais causas de morte.</p> <p>Segurança hídrica, em seguida, consiste na garantia de segurança econômica e social para produção de bens e serviços necessários ao desenvolvimento e aumento da qualidade de vida.</p> <p>Segurança hídrica também abrange a segurança ecológica para retornar a natureza o papel essencial da água para preservação da biodiversidade e manutenção de ecossistemas.</p>
Global Water Partnership – GWP (2014)	<p>A essência da segurança hídrica é que o interesse pelo recurso base está acompanhado do interesse ao serviço que explora ou utiliza o recurso base, como o uso humano, agricultura, atividades econômicas e proteção ambiental. Ambos os aspectos qualidade e quantidade de água devem ser considerados, uma vez que a qualidade afeta o valor da água e o impacto ao meio ambiente. Segurança hídrica significa aproveitar o potencial da água e combater os efeitos destrutivos da água, ou seja, os danos causados por inundações, secas, deslizamentos de terra, erosão, poluição e doenças transmitidas pela água.</p>
OCDE e GWP (2015)	<p>O objetivo da segurança hídrica é aproveitar as oportunidades e gerenciar os riscos associados à água e, ao fazê-lo, promover o crescimento sustentável e maior bem-estar.</p>
Brasil (2015)	<p>Condição que visa garantir quantidade e qualidade aceitável de água para abastecimento, alimentação, preservação de ecossistemas e demais usos, associados a um nível aceitável de riscos relacionados com a água para as pessoas, economias e meio ambiente (ANA) ou Garantia de disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade (CNRH, 2013)</p>

Fonte: Adaptado de Melo e Johnsson (2017).

Conforme o conceito apresentado pela ONU (2013, *apud* Melo; Johnsson, 2017), inserem-se ainda outros elementos que caracterizam a segurança hídrica, conforme listados a seguir:

- Acesso à água em quantidade e qualidade suficiente e a um custo acessível, para suprimento de necessidades básicas como saneamento e higiene, e a garantia da saúde e do bem-estar da população, bem como para o desenvolvimento socioeconômico e das atividades produtivas;
- Proteção à vida, aos direitos humanos, a valores culturais e recreativos;
- Preservação e proteção dos ecossistemas, bem como sua proteção e preservação na alocação e na gestão dos recursos hídricos, visando a manutenção da capacidade hídrica de manter suas funções ambientais;

- Proteção da vida humana e da qualidade ambiental por meio das ações de coleta e tratamento da água;
- Gestão de recursos hídricos colaborativa, dentro dos países e entre eles, no caso de águas transfronteiriças;
- Habilidade de gerenciar incertezas e enfrentar riscos relacionados a questões hídricas, como a ocorrência de enchentes, secas e contaminação, entre outros;
- Assegurar boa governança e “accountability” com transparência e responsabilidade, atendendo aos interesses de todas as partes envolvidas, incluindo a implementação de regimes legais eficientes, o fortalecimento de instituições transparentes e participativas, a manutenção e operação adequadas de infraestrutura e o desenvolvimento contínuo de capacidades.

Uma definição mais recente é descrita por Jepson *et al.* (2017), que propõe que a segurança hídrica não se refere apenas a disponibilidade de água adequada em quantidade e qualidade, mas envolve também uma dinâmica social, onde indivíduos, famílias e comunidades interagem com os sistemas hídricos para garantir o acesso à água de que necessitam, suprimindo as necessidades básicas e promovendo o desenvolvimento contínuo das capacidades humanas e o bem-estar em sua totalidade.

Diante das definições expostas, fica evidente que a segurança hídrica se trata da necessidade de garantir disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade adequadas para os usos múltiplos, assumindo níveis de riscos toleráveis para a população, ecossistemas e atividades econômicas. Esse conceito, que envolve não apenas a gestão do recurso hídrico em si, mas também a continuidade dos serviços associados à água, está intimamente ligado à lógica dos planos proativos de seca, que demandam abordagens integradas e adaptativas capazes de antecipar os impactos da seca, reduzir vulnerabilidades e fortalecer a resiliência social e ambiental frente à variabilidade climática.

Nesse contexto, destaca-se também a **cobrança pelo uso da água** como instrumento de gestão previsto na Política Nacional de Recursos Hídricos, uma vez que essa estratégia contribui para promover o uso racional, gerar recursos para investimentos no setor e fortalecer a sustentabilidade econômica e social dos sistemas de abastecimento (Brasil, 1997, grifo nosso).

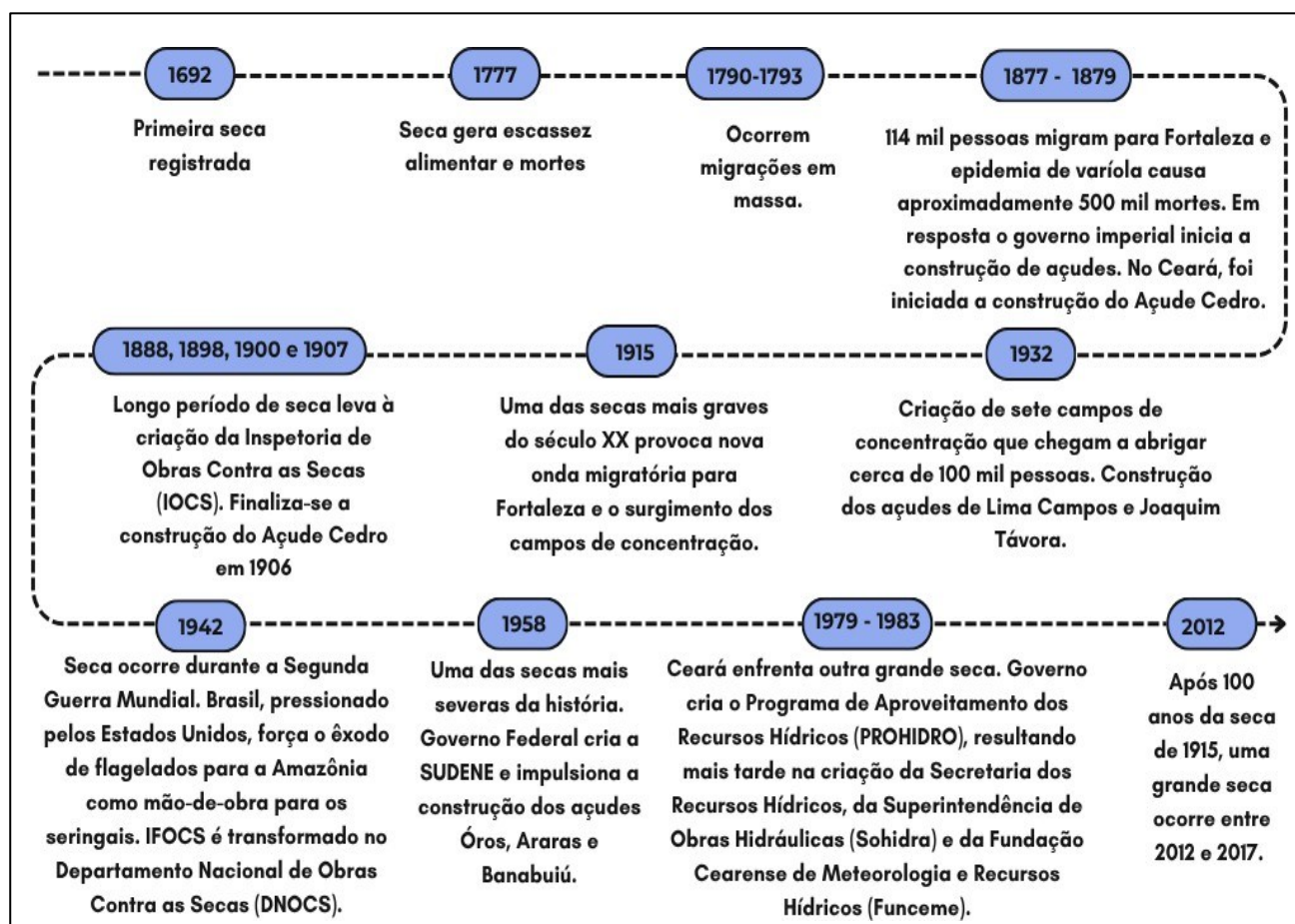
2.3. Histórico e gestão de secas no estado do Ceará

O Ceará, historicamente afetado por longos períodos de seca, enfrenta essa adversidade desde o século XVII, moldando sua cultura e economia ao longo dos anos, como pode ser visualizado na Figura 1.

O histórico das secas no Ceará é um fenômeno que remonta ao século XVII, impactando fortemente a economia e a vida da população. Desde 1692, eventos severos de estiagem afetaram principalmente a criação de gado, uma atividade essencial para a economia da época. Consequências como migrações e ataques de indígenas que buscavam recursos se destacam entre os registros. As secas continuaram a ocorrer nos séculos seguintes, como em 1777 e no final do século XVIII, quando a agricultura e a criação de gado sofreram grandes perdas, gerando fome, morte e migrações (Alves, 1953; Carneiro, 2018).

Um dos eventos mais marcantes foi a seca de 1877-1879, que causou grande impacto social, levando cerca de 114 mil retirantes à capital Fortaleza, que não possuía infraestrutura para recebê-los. A cidade foi afetada por uma grave epidemia de varíola, resultando em milhares de mortes. Em resposta a essa crise, o governo imperial iniciou a construção de açudes para mitigar os efeitos das secas, como o Açude Cedro, concluído em 1906 (Ceará, 2024; Molle, 1994; Secreto, 2007). Além disso, ações emergenciais como a distribuição de alimentos e medicamentos foram implementadas (Marcondes; Dandaro, 2018).

Figura 1 – Linha do tempo das principais secas registradas no Ceará.



Fonte: Alves (1953); Faria, Bezerra e Marins (1959); Brasil (1959); Hirschman (1965); Moreira (1988); Molle (1992); Theóphilo (1997); Neves (2001); Villa (2001); Costa (2004); Campos (2004); Silva (2006); Secreto (2007); Neves (2007) *apud* Nunes (2020); Lima (2010); Travassos (2011); Ximenes (2013); Travassos, Souza e Silva (2013); Melo (2014); Pinheiro (2014); Câmara e Câmara (2015); Crispim *et al.* (2016); Carneiro (2018); Dantas (2018); Marcondes e Dandaro (2018); Filomeno (2019); Nunes, Garcia e Molina (2020); Lima (2023); Queiroz (2024); Ceará (2024); Brasil (2024a, 2024b, 2024c).

As secas continuaram a marcar a história do Ceará ao longo do século XX. A seca de 1915, por exemplo, inspirou obras literárias e gerou migrações em massa. Durante a seca de 1932, campos de concentração foram estabelecidos para abrigar os retirantes, que trocavam trabalho por comida e assistência médica. Esses eventos levaram à criação de instituições como a Inspeção Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS) e ao aumento das obras de infraestrutura hídrica, como açudes e rodovias (Melo, 2014; Pinheiro, 2014; Nunes, 2020).

Nos anos seguintes, novas secas ocorreram, como em 1942, quando o Ceará enfrentou crises em meio à 2ª Guerra Mundial, e em 1958, considerada uma das mais severas do Nordeste. Nesse contexto, a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) foi criada em 1959 para coordenar ações de combate aos efeitos das secas, incentivando a

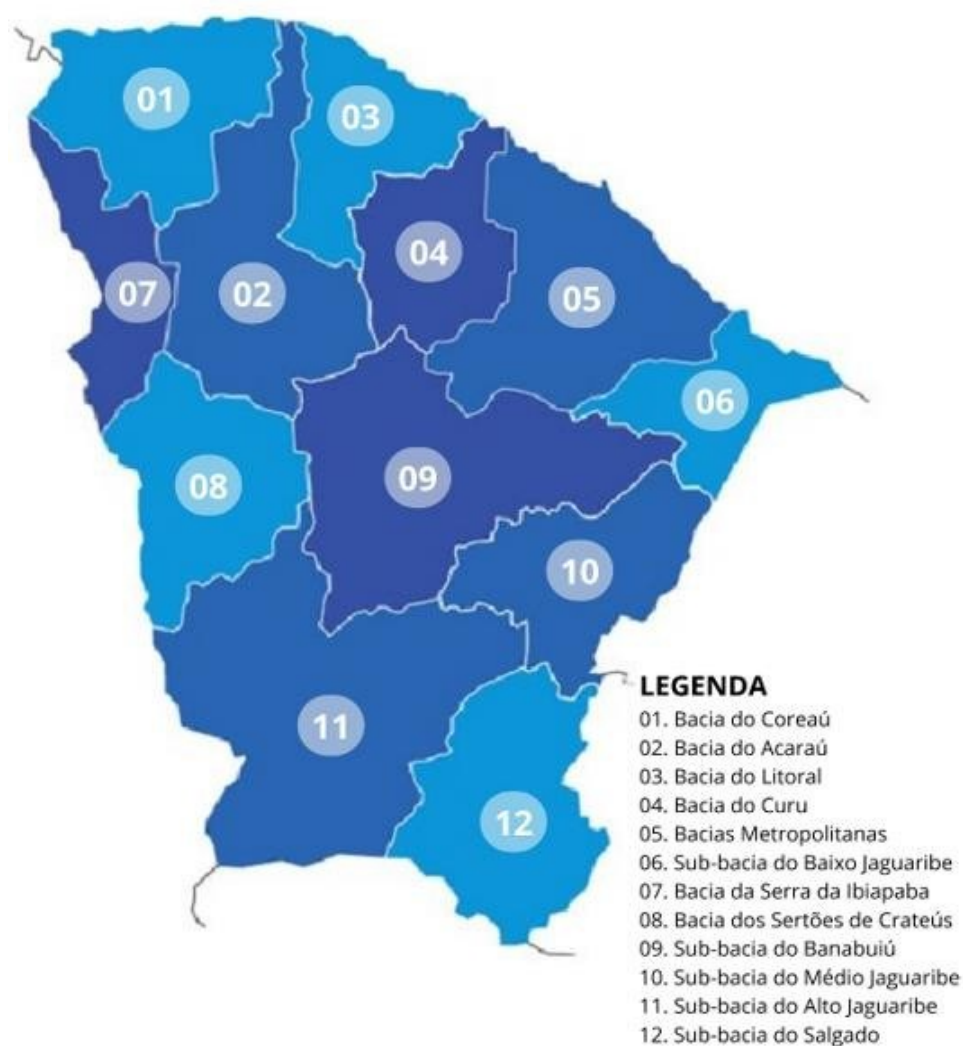
industrialização e o desenvolvimento regional. A seca de 1970 e a de 1979-1983 levaram à implementação de programas como o PROHIDRO e ao fortalecimento da política de recursos hídricos do Ceará, com a criação de instituições como a Secretaria dos Recursos Hídricos (SRH) (Ceará, 2024; Nunes; Garcia; Melo, 2020; Moreira, 1988).

Com a criação da SRH no Ceará, pela Lei Estadual nº 11.306/87, iniciou-se a implementação formal, no campo jurídico, de uma política de recursos hídricos no Estado. As competências designadas ao órgão se referiam a promover o aproveitamento racional e integrado dos recursos hídricos do Estado, coordenar, gerenciar e operacionalizar estudos, pesquisas, programas, projetos, obras, produtos e serviços referentes aos recursos hídricos, e promover a articulação dos órgãos e entidades estaduais do setor com os federais e municipais (Ceará, 1987a).

Quanto à Superintendência de Obras Hidráulicas – Sohidra, sua instituição veio por meio da Lei Estadual nº 11.380/87, tendo sido atribuídas a ela as funções de coletar e organizar informações das contribuições hídricas das Bacias, executar estudos e projetos visando o aproveitamento de águas subterrâneas e superficiais, gerenciar sistemas e aproveitamento socioeconômico das Bacias hidráulicas públicas, monitorar a qualidade das águas subterrâneas e superficiais, elaborar estudos, projetos e implantar sistemas de irrigação no Estado do Ceará, e, por fim, executar obras e serviços acerca de engenharia hidráulica, sendo esta, a sua principal função (Ceará, 1987b).

Os dados obtidos através de estudos realizados pela SRH resultaram na elaboração do primeiro Plano Estadual de Recursos Hídricos do Ceará, em 1991. Diante de notória escassez hídrica em algumas regiões, foi proposta a implementação de uma gestão integrada, associada a uma sugestão de subdivisão em Bacias hidrográficas (Silva, 2020). Essa proposta dividiu o Estado em 12 regiões hidrográficas, cuja divisão vigora até os dias atuais, como ilustra a Figura 2.

Figura 2 – Divisão das Regiões Hidrográficas do estado do Ceará



Fonte: FCCBH (2016).

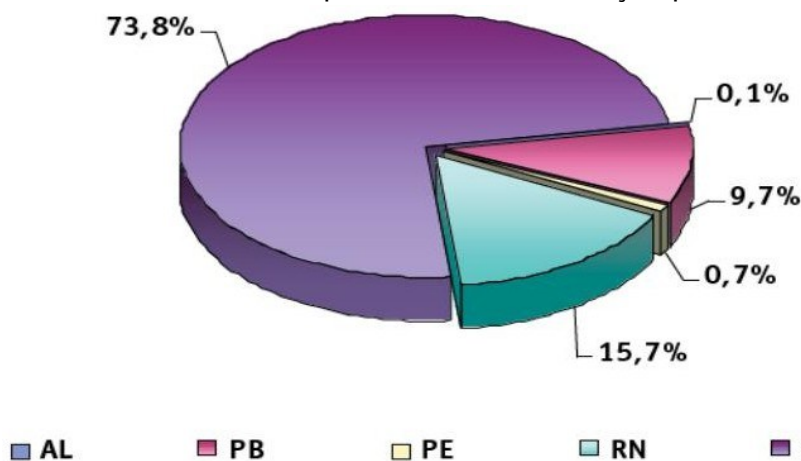
Um marco dos avanços frente ao enfrentamento às crises hídricas no Ceará ocorreu em 1992, quando foi aprovada a Lei Estadual nº 11.996, instaurando a primeira Política Estadual de Recursos Hídricos do Ceará (PERH) e instituindo o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos (SIGERH) (Ceará, 1992). No ano seguinte, foi instituída a Lei Estadual nº 12.217, cujo papel foi de criar a Companhia de Gestão de Recursos Hídricos (COGERH), sendo o primeiro órgão gestor de águas brutas do Brasil, cujas funções operacionais visam a execução da manutenção, do monitoramento e da operação do sistema hídrico, bem como o cumprimento da cobrança pelo direito de uso da água por meio de outorgas (Ceará, 1993; Campos, 2006; Silva, 2020).

Em 1997, surge a Política Nacional de Recursos Hídricos no Brasil, através da Lei nº 9.433. Com a justificativa de alinhar a então PERH do Ceará à política nacional, instituída em

1994, a Lei Estadual nº 11.996/92 foi revogada pela Lei Estadual nº 14.844 no ano de 2010 (Ceará, 2010; Oliveira; Pereira; Pereira, 2017).

Como resultado da longa trajetória de estruturação no Ceará, o estado se destaca como o maior detentor de volume de água acumulado em açudes públicos entre os estados do Nordeste. A Figura 3 ilustra o percentual de armazenamento de água por açudagem em cada estado até 2004, com o Ceará em destaque, apresentando um impressionante percentual de 73,8%. Esse dado reflete a robusta política de convivência com a seca desenvolvida no estado até aquele ano, evidenciando a eficácia das ações implementadas.

Figura 3 – Açudes públicos construídos pelo DNOCS na Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental. Capacidade de distribuição por estado



Fonte: DNOCS (2005, *apud* Novais; Carvalho Junior; Oliveira, 2022).

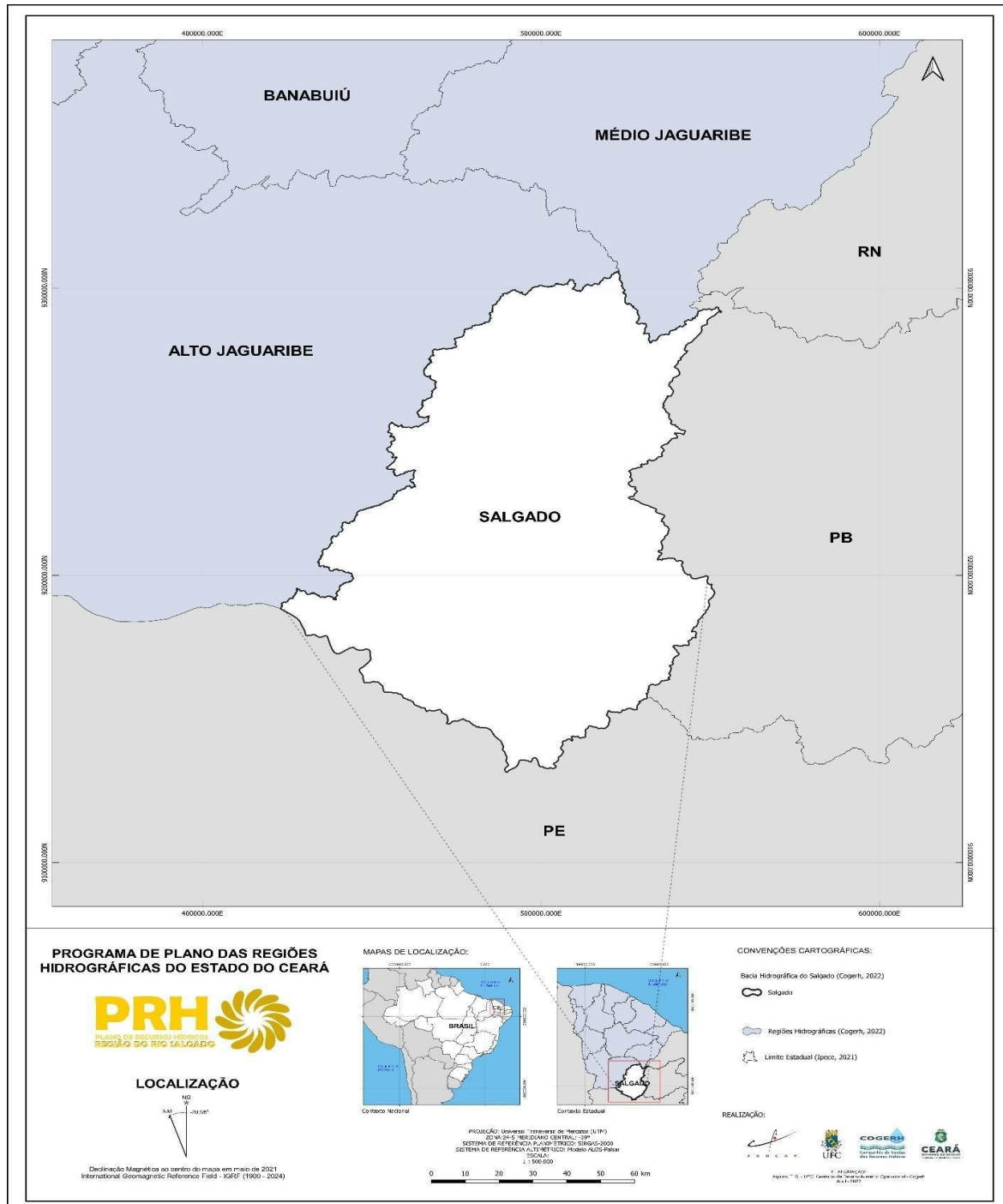
Observação: Ressalta-se que, após extensa busca pelo trabalho original de DNOCS (2005), não foi possível localizá-lo em acervos físicos ou digitais, motivo pelo qual se utilizou a citação indireta (“apud”), conforme encontrado em Novais, Carvalho Junior e Oliveira (2022)., em consonância com as orientações de Lakatos e Marconi (2003) sobre o uso de citações de segunda mão quando o documento original não está disponível.

2.4. Região Hidrográfica do Salgado

A região Hidrográfica do Salgado (RHS) se encontra localizada no sul do estado do Ceará, compondo a Bacia do Rio Jaguaribe, dentro da amplitude de coordenadas UTM 9150000S e 9300000S de latitude e de 450000W e 550000W de longitude, conforme ilustra a Figura 4. A RHS possui uma área de 12.623,89 km², o que corresponde a 9% do território cearense, composta por 23 municípios: Brejo Santo, Aurora, Baixio, Umari, Granjeiro, Mauriti, Icó, Juazeiro do Norte, Várzea Alegre, Barro, Mauriti, Lavras das Mangabeiras, Caririaçu, Crato,

Cedro, Jati, Penaforte, Porteiras, Barbalha, Missão Velha, Milagres, Ipaumirim e Abaiara (Costa *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2022).

Figura 4 – Mapa de Localização da Bacia do Salgado



Fonte: Ceará (2023).

A principal drenagem da RHS é feita pelo rio Salgado, que dá nome à sub-Bacia, formado pela confluência do riacho dos Porcos e do rio das Batateiras, cujas nascentes estão situadas na Chapada do Araripe. Com uma extensão de 308 km, no sentido sul-norte, o rio

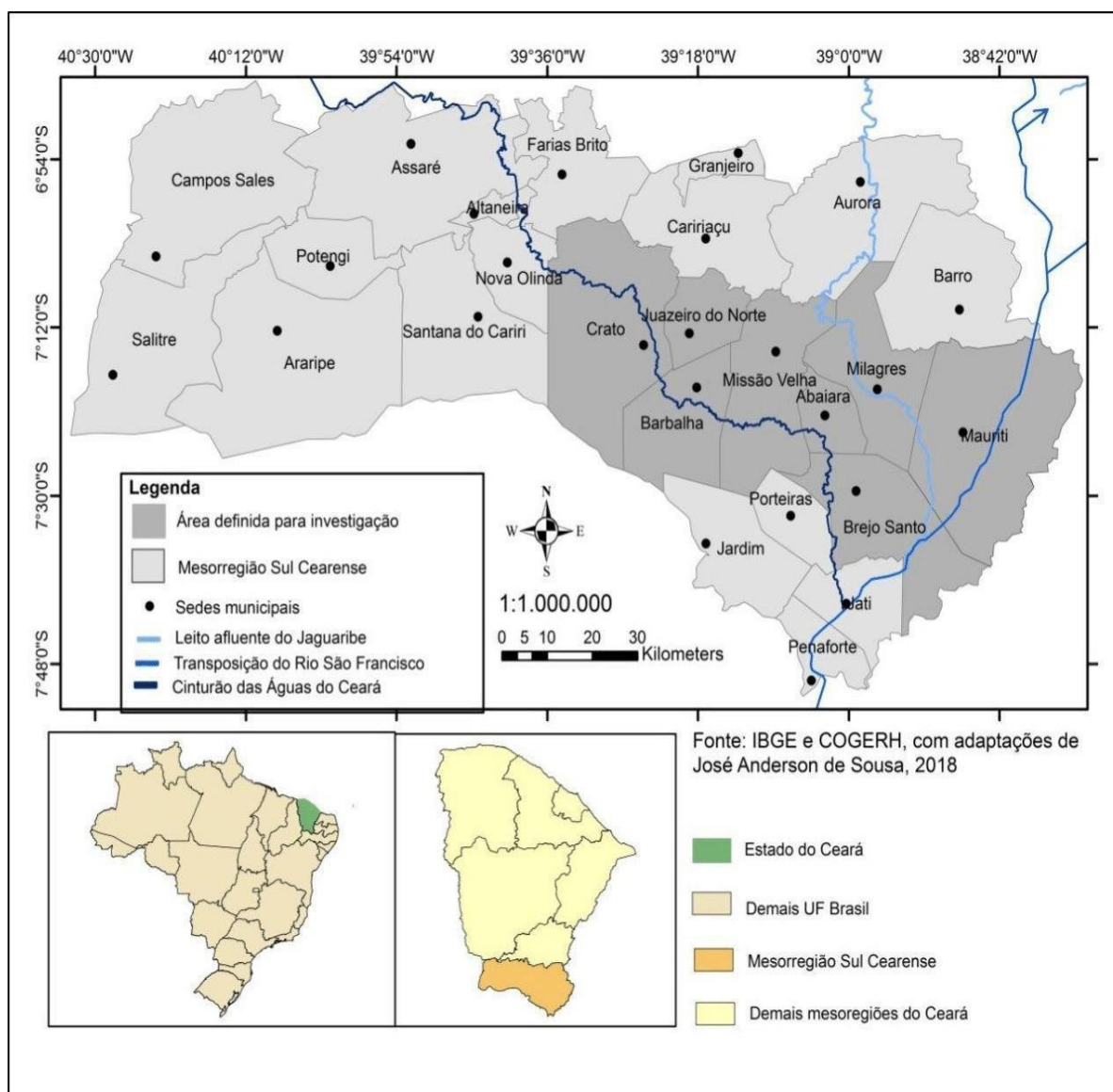
Salgado desagua no rio Jaguaribe, próximo ao município de Icó (COGERH, 2007; Costa *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2022).

De acordo com Silva *et al.* (2007), a Bacia do Salgado é quase que inteiramente de conformação sedimentar, fato constatado também no Plano da Bacia do Salgado, que revela que apenas 13 municípios não fazem parte da região sedimentar da Bacia, sendo que destes, apenas 6 possuem 100% do seu território dentro da RHS (Ceará, 2023). É importante mencionar que a área da RHS na conformação sedimentar está localizada sobre a Bacia Sedimentar do Araripe, que abriga a maior reserva de água subterrânea do estado do Ceará, servindo como fonte hídrica que atende grande parte da demanda por água na região (Gomes; Leal; Santos, 2019; Ceará, 2023).

A base geológica da região é em grande parte composta por rochas do embasamento cristalino pré-cambriano (58,96%) representado por uma diversidade de tipos que datam do Arqueano ao Proterozóico Superior. Sobre este embasamento, há depósitos sedimentares (41,04%) caracterizados por uma diversidade litológica com alternância de arenitos, siltitos, calcários, argilitos e folhelhos. A bacia conta ainda com dois sistemas aquíferos principais: os aquíferos porosos e aluviais das rochas sedimentares, sendo os porosos, cársticos e aluviais; e os das rochas cristalinas, que são aqueles fissurais. Ademais, a região possui uma capacidade de armazenamento de água superficial de 452,31 milhões de metros cúbicos (Ceará, 2009; Salgado *et al.*, 2011; COGERH, 2021).

Além de deter a maior reserva de água subterrânea do estado do Ceará, há um outro fator que revela a importância da RHS para o Estado no que se diz respeito aos recursos hídricos. A Bacia hidrográfica do Salgado desempenha um papel estratégico na gestão de recursos hídricos do Estado do Ceará, sendo crucial para o fortalecimento da segurança hídrica da região, visto que o município de Jati é a porta de entrada das águas provenientes do eixo norte da transposição do Rio São Francisco. Além disso, a barragem de Jati é um ponto central para o armazenamento e a distribuição de água, tanto para a transposição quanto para o Cinturão das Águas do Ceará (CAC), um projeto essencial para garantir o abastecimento hídrico em diversas regiões do estado (Pereira, 2023). A Figura 5 ilustra o trajeto da transposição do Rio São Francisco e do CAC, tendo como ponto central o município de Jati, que integra a RHS.

Figura 5 – Trajeto do Cinturão das Águas do Ceará e da transposição do Rio São Francisco no estado do Ceará



Fonte: IBGE e COGERH, com adaptações de Sousa (2019).

A RHS apresenta ainda características sociais e econômicas que reforçam sua importância estratégica para a implementação de um plano proativo de secas. Com uma população total de 947.592 pessoas, conforme o censo de 2010 do IBGE (2019), sendo 69,63% urbana e 30,64% rural, a região acompanha um processo de urbanização, similar ao observado em grandes centros em desenvolvimento. No campo econômico, a RHS destaca-se por sua diversificação produtiva, abrangendo agropecuária, indústria e serviços, com destaque para a administração pública, saúde e educação.

A produção agrícola é expressiva, com cultivos permanentes, como banana e manga, e temporários, como milho, cana-de-açúcar e feijão, abrangendo mais de 84 mil hectares.

Além disso, a pecuária e a aquicultura são atividades econômicas importantes que impulsionam a economia local, uma vez que a região conta com um grande quantitativo de cabeças por rebanho, como é o caso do galináceo, com 2.777.909 cabeças, e do bovino, com 457.098 cabeças, bem como a produção de tilápia e camarão, tendo sido registrado em 2019 uma produção de 169,9 toneladas e 156,1 toneladas, respectivamente (Ceará, 2023). Esses aspectos evidenciam a complexidade e relevância da RHS, demandando uma gestão hídrica integrada e eficiente para garantir a segurança hídrica e a sustentabilidade socioeconômica, especialmente diante dos desafios impostos pelas secas no semiárido.

Capítulo 3

CAMINHOS METODOLÓGICOS: COMO ANALISAR A CONSTRUÇÃO DE UM PLANO PROATIVO DE SECAS

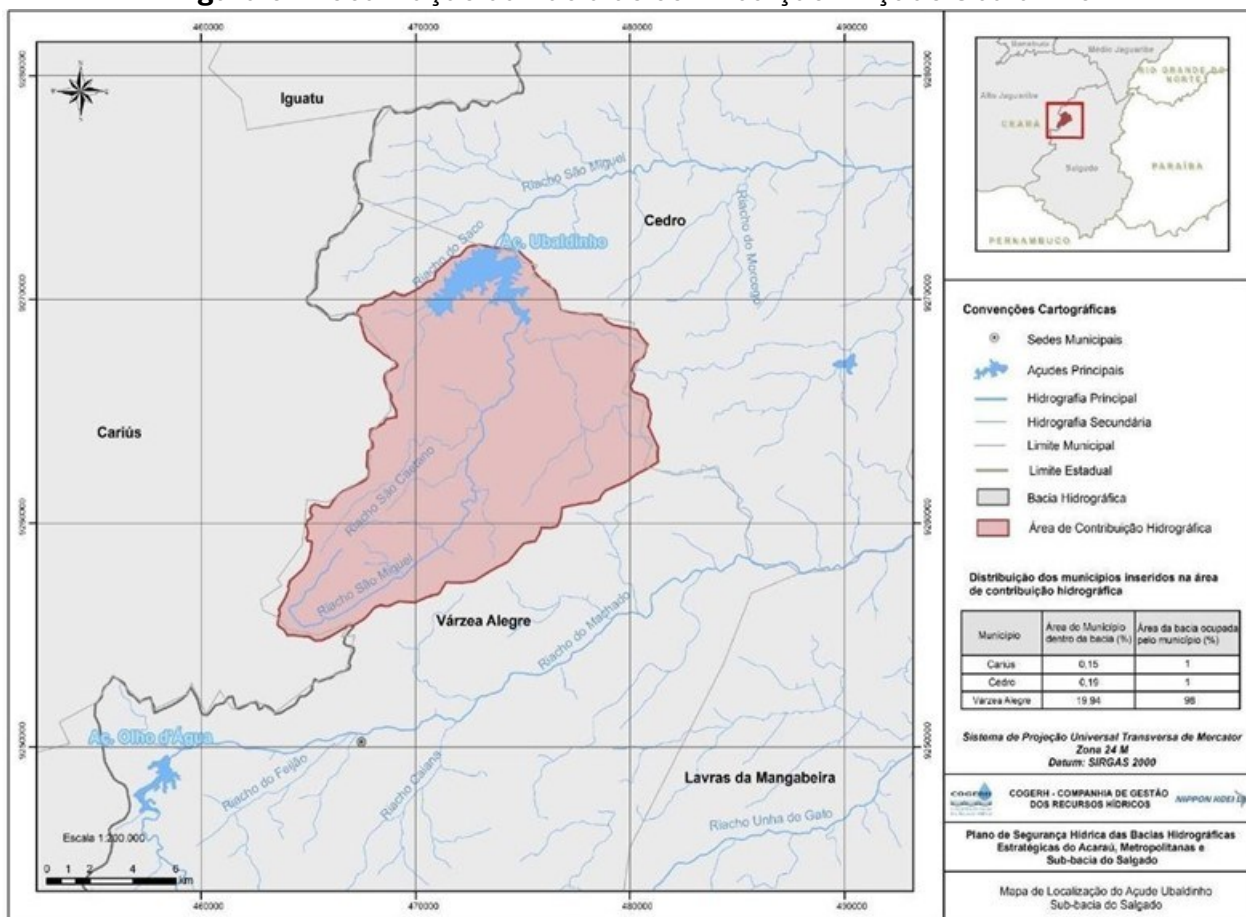
Este capítulo expõe o percurso metodológico adotado para a avaliação da elaboração do Plano Proativo de Secas no hidrossistema Ubaldinho, localizado na Bacia do Salgado. A elaboração do plano seguiu a metodologia desenvolvida pelo programa Cientista Chefe em Recursos Hídricos do Estado do Ceará, sob a Coordenação do Professor Dr. Francisco de Assis de Souza Filho, o qual produziu o documento "Procedimentos Metodológicos para Elaboração de Planos de Secas¹" que estabelece a metodologia para a construção desse importante instrumento e que será adotada para a elaboração dos Planos Proativos de Secas na Bacia do Salgado.

3.1. Por que o Açude Ubaldinho

O Açude Ubaldinho, localizado na sub-Bacia do Rio Salgado, conforme ilustra a Figura 6. A sua escolha para a construção do Plano Proativo de Secas se baseia em critérios definidos pela metodologia do Programa Cientista Chefe em Recursos Hídricos, que exige a existência de comissão gestora no reservatório. Na Bacia do Salgado, dos 15 reservatórios monitorados pela COGERH, apenas quatro possuem comissão gestora: Açude Cachoeira (Aurora), Açude Olho D'água (Várzea Alegre), Açude Rosário (Lavras da Mangabeira) e Açude Ubaldinho (Cedro). Dentre esses, o Açude Ubaldinho apresentava, no momento da escolha, o melhor índice de acumulação de água, com cerca de 70% de sua capacidade total, conforme registrado no Portal Hidrológico, situando-se acima do estado de alerta e viabilizando a cenarização dos estados de seca com base em dados consistentes.

Além disso, o reservatório possui importância estratégica para o abastecimento humano, irrigação e dessedentação animal. Também enfrenta problemas de qualidade da água, associados a pressões antrópicas. Esses fatores geram conflitos socioambientais e reforçam a necessidade de uma gestão integrada e sustentável, posicionando o Açude Ubaldinho como um espaço representativo para análises que integrem aspectos ambientais, sociais e de governança.

Figura 6 – Localização da Bacia de contribuição – Açude Ubaldinho



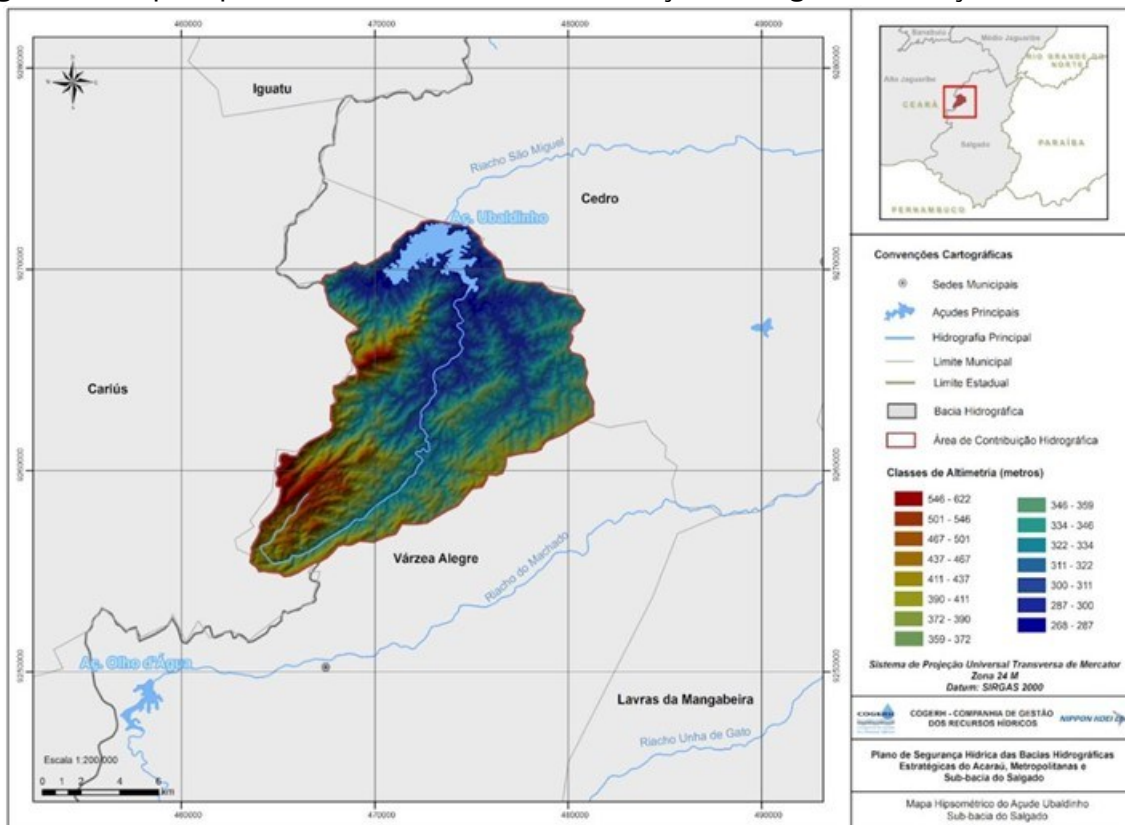
Fonte: elaborado por Nippon Koei LAC (2017), com base cartográfica do IPECE/IBGE e COGERH.

O reservatório em questão foi formado pelo barramento do riacho São Miguel e está localizado na porção noroeste da sub-Bacia, com uma Bacia de contribuição que abrange cerca de 176 km², onde estão parcialmente incluídos três municípios: Cedro onde estão 0,833 % da área, seguido de Cariús com 0,963% e Várzea Alegre com 98,204% (Ceará, 2025). O relevo da região é predominantemente suave, resultado de processos de aplainamento ocorridos no Cenozóico, com algumas elevações nas extremidades sul e norte da Bacia, como serras e serrotes. Já as altitudes da área de contribuição variam entre 268 metros e 622 metros (Ceará, 2025). A Figura 7 ilustra o mapa hipsométrico da área de contribuição hidrográfica do reservatório.

Geologicamente, a Bacia é composta majoritariamente por rochas do embasamento cristalino, como granitos, gnaisses e migmatitos de origem Pré-Cambriana. Além disso, há a presença de coberturas aluvionares ao longo das margens dos principais cursos d'água (CPRM, 1998). O solo predominante na região é o Argissolo, caracterizado por sua formação mineral, profundidade média e drenagem moderada. Possui horizonte B textural, com cores

que variam entre avermelhadas, amareladas, brunadas ou acinzentadas. A textura do horizonte varia de arenosa a argilosa, enquanto o horizonte Bt apresenta textura de média a muito argilosa. Esses solos são ácidos a moderadamente ácidos, com saturação por bases que pode ser alta ou baixa (EMBRAPA, 2006).

Figura 7 – Mapa hipsométrico da área de contribuição hidrográfica do Açude Ubaldinho



Fonte: elaborado por Nippon Koei LAC (2017), com base cartográfica do IPECE/IBGE e COGERH.

Quanto ao clima, segundo o IPECE (2025), na região predomina o clima Tropical Quente Semiárido e Tropical Quente Semiárido Brando, com o período chuvoso concentrado entre os meses de janeiro a abril. As temperaturas médias variam de 23 °C a 29°C, correspondendo às mínimas e máximas registradas, respectivamente (COGERH, 2017). A taxa anual de evaporação é elevada, totalizando 2.244,4 mm (Ceará, 2023), sendo que aproximadamente 68% desse volume ocorre no período seco (entre julho e dezembro), quando a precipitação média é de 918 mm. O regime pluviométrico é irregular, com alternância entre anos de boa recarga e anos com baixa pluviosidade (Ceará, 2023; Ceará, 2025).

O açude Ubaldinho é um reservatório público cuja construção foi finalizada no ano de 1999. A estrutura física do reservatório inclui uma parede de 430 m de extensão e 17,90 m de altura, localizada no município de Cedro, com população de 22.344 habitantes (ANA, 2016;

IBGE, 2022). O vertedouro principal é do tipo labirinto, localizado na cota de 295 m (Figura 8), enquanto a galeria destinada ao abastecimento tem de 0,6 m e opera com níveis entre 287,45 m e 295 m. Apesar de sua relevância para a região, ainda não foram instalados dispositivos para medição do nível ou da vazão afluente (ANA, 2016).

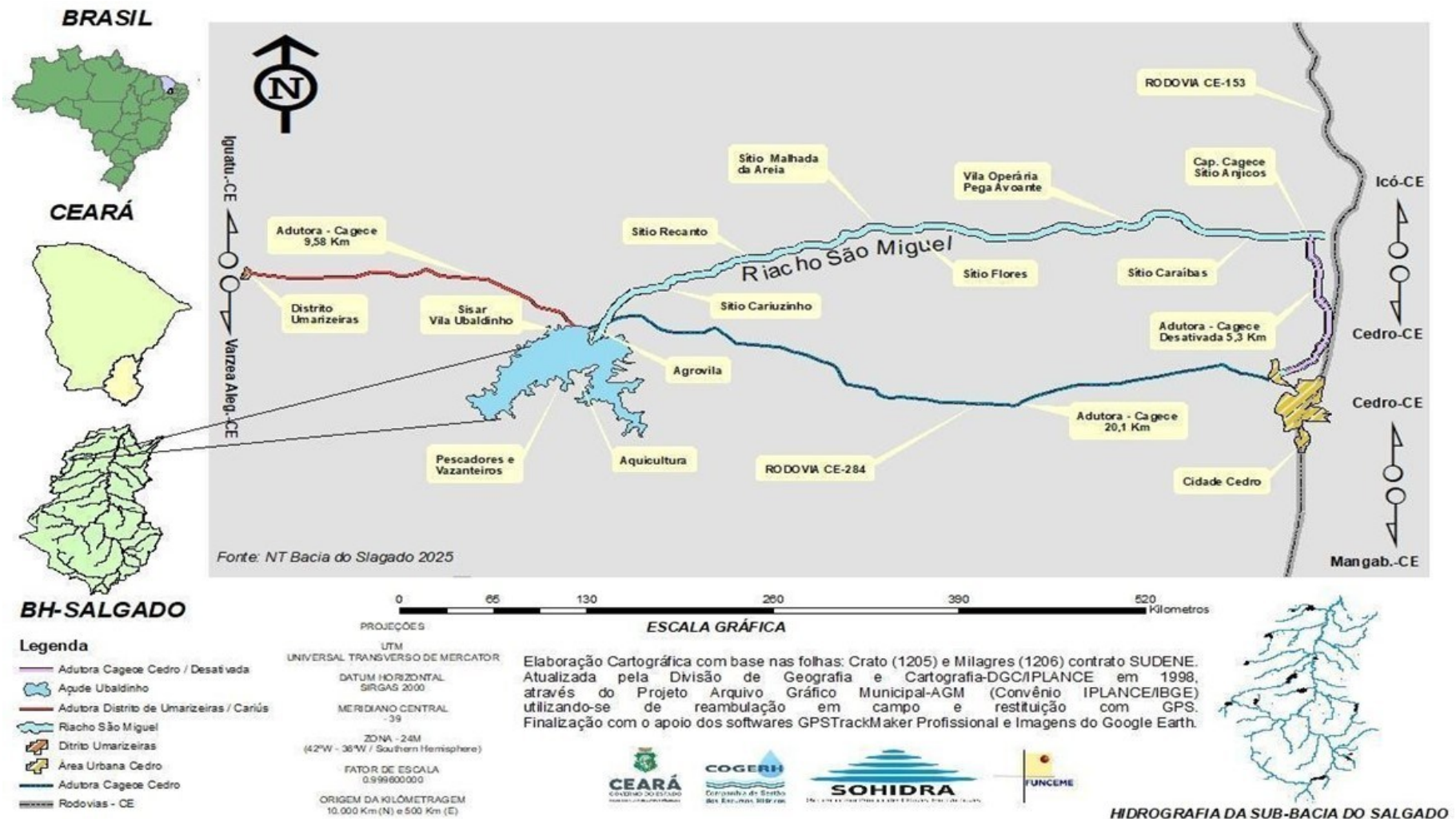
Figura 8 – Vertedouro do Açude Ubaldinho



Fonte: Portal Hidrológico (2024).

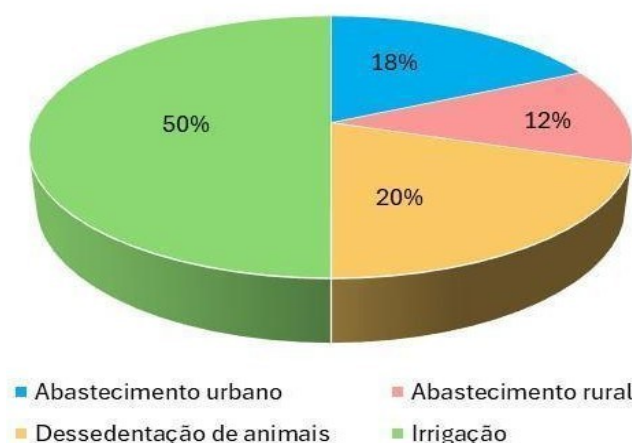
Atualmente o açude atende a múltiplos usos, como abastecimento humano, irrigação, dessedentação animal, piscicultura, dentre outros, totalizando 137 L/s, dos quais 72 L/s são destinados aos usos prioritários. O município mais beneficiado pelas águas do reservatório é o município de Cedro, no entanto, o Açude Ubaldinho atende ainda comunidades em Cariús e Várzea Alegre. Os usuários registrados abastecidos pelo açude são: Sistema Integrado de Saneamento Rural - SISAR Vila Ubaldinho, Prefeitura de Cariús (Umarizeira), Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE, Agrovila, Sítio Cariuzinho, Sítio Recanto, Sítio Flores, Sítio Malhada da Areia, Sítio Caraíbas, Vila Operária/Pega Avoante, Sítio Angicos, Sítio Cobra (ANA, 2017; CSBH, 2024; Ceará, 2025). A Figura 9 apresenta um mapa detalhado com os usuários do hidrossistema, já a Figura 10 mostra as demandas totais de retirada do hidrossistema Ubaldinho.

Figura 9 – Mapa de usuários do hidrossistema Ubaldinho



Fonte: COGERH (2025).

Figura 10 – Demandas totais de retirada do Açude Ubaldinho
Demandas Totais de Retirada



Fonte: Ceará (2025).

De maneira mais detalhada, as culturas agrícolas cultivadas na região onde o reservatório está inserido são: milho, mandioca, feijão e capim, este último servindo como alimento para gado bovino. Já na pecuária, destacam-se os galináceos, bovinos e suínos (Ceará, 2023).

Destaca-se ainda que no estudo "Reservatórios do Semiárido Brasileiro: hidrologia, balanço hídrico e operação", realizado pela ANA (2016), verificou-se que a água também é utilizada em atividades como piscicultura, irrigação de plantações agrícolas e fornecimento para dessedentação animal.

Assim, para garantir o acesso à água de forma equitativa aos diversos usos, é necessária que haja uma gestão do reservatório, a qual é realizada de forma integrada pela COGERH, juntamente com a Comissão Gestora do Açude Ubaldinho e com o Comitê da Bacia Hidrográfica do Salgado – CBHS (Ceará, 2025). Essa gestão inclui o monitoramento quantitativo e qualitativo das águas do reservatório, em que atualmente o Açude Ubaldinho encontra-se com 72,68% de sua capacidade total e com seu estado trófico de qualidade classificado como eutrófico, conforme informações do Portal Hidrológico (2024). Vale citar que no ano de 2024 o açude atingiu seu volume máximo de acumulação no mês de abril (Ceará, 2025).

3.2. Avaliação do Plano Proativo de Secas

A estratégia proposta para o desenvolvimento desta dissertação consiste em uma abordagem qualitativa, utilizando múltiplas fontes de dados para garantir uma análise abrangente e detalhada do hidrossistema Ubaldinho na Região Hidrográfica do Salgado. O

estudo será desenvolvido em quatro etapas principais, a saber: (i) coleta de dados secundários, para levantamento de informações em bases oficiais; (ii) coleta de dados primários, mediante roda de conversa e aplicação de formulários com os usuários do reservatório; (iii) análise dos dados, empregando a técnica de análise temática segundo Bardin (2011); e (iv) avaliação do plano de ação elaborado pela Comissão Gestora do Açude Ubaldinho, considerando critérios de viabilidade, participação social, adequação às vulnerabilidades identificadas e capacidade de resposta a cenários de seca, conforme detalhado nos itens subsequentes.

3.2.1. Coleta de dados secundários

A coleta de dados secundários foi realizada por meio do levantamento de informações junto a instituições oficiais, como a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará (COGERH), o Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA).

Foram obtidos dados hidrológicos sobre o açude Ubaldinho (nível, vazão e volume acumulado), registros de qualidade da água, atas das reuniões da Comissão Gestora do reservatório, relatórios de alocação de água e documentos técnicos do Comitê da Bacia Hidrográfica do Salgado. O período de análise considerado foi de 2012 a 2024, com foco na caracterização da operação do reservatório, nas decisões participativas e nas respostas institucionais durante os anos de seca.

3.2.2. Coleta de dados primários

Para a coleta de dados primários, foi realizada uma roda de conversa com a Comissão Gestora do Açude Ubaldinho, realizada no município de Cedro-CE, com a participação de usuários representantes de diversos setores (abastecimento humano, irrigação, piscicultura e pecuária).

O encontro foi conduzido com base em um roteiro temático previamente elaborado, abordando aspectos relacionados à percepção da seca, à participação social na construção do plano de ação e à avaliação das medidas propostas. Além disso, foi aplicado um formulário estruturado (Apêndice A) junto aos participantes, com questões fechadas e abertas, permitindo captar de forma sistematizada suas opiniões sobre os desafios enfrentados, a eficácia da gestão atual e o grau de envolvimento dos usuários nas decisões. As falas e

respostas foram registradas manualmente e organizadas em planilha para posterior análise qualitativa.

3.2.3. Análise dos dados

A análise dos dados seguiu a abordagem qualitativa com uso da técnica de análise temática, conforme Bardin (2011). Os dados obtidos na roda de conversa e nos formulários foram lidos e organizados em categorias emergentes relacionadas aos objetivos da pesquisa: (i) vulnerabilidades hidrossocial, (ii) percepção dos usuários sobre os efeitos da seca, (iii) participação social na elaboração do plano e (iv) barreiras institucionais. Os dados secundários, por sua vez, foram utilizados para contextualizar e contrastar as percepções dos usuários com as informações técnicas disponíveis. Por fim, foi realizada uma triangulação entre os dados primários e secundários, que permitiu validar os achados e identificar convergências e divergências entre os discursos sociais e os registros institucionais.

3.2.4. Avaliação do plano de ação

A avaliação do plano de ação elaborado pela Comissão Gestora do Açude Ubaldinho foi realizada com base nos seguintes critérios: aderência ao diagnóstico de vulnerabilidades da Bacia, coerência com os princípios da gestão adaptativa, viabilidade técnica e institucional, clareza na definição de responsabilidades e participação social no processo de priorização.

O plano foi analisado em detalhe, identificando-se as ações propostas para diferentes estados hidrológicos (normalidade, alerta e emergência), os órgãos responsáveis pela execução e o nível de detalhamento das intervenções sugeridas. A avaliação foi complementada com as percepções colhidas junto aos membros da comissão e aos usuários do sistema, permitindo identificar lacunas, potencialidades e aspectos críticos para a implementação efetiva do plano.

3.2.5. Procedimentos de análise

Análise qualitativa dos dados obtidos nas rodas de conversa e formulários, utilizou a técnica de análise temática (Bardin, 2011), para identificação de padrões de discurso sobre vulnerabilidades, desafios e percepções sobre o plano de secas.

3.2.6. Triangulação dos dados primários com os dados secundários coletados

A triangulação dos dados consistiu na integração sistemática das informações obtidas por meio de diferentes fontes, com o objetivo de ampliar a compreensão do objeto de estudo e assegurar maior consistência analítica aos resultados. Neste trabalho, os dados primários —

provenientes das rodas de conversa e dos formulários aplicados aos usuários do reservatório — foram comparados e articulados com os dados secundários coletados em documentos oficiais, relatórios institucionais, bases de dados públicas e literatura científica relacionada à gestão hídrica e aos planos de seca no semiárido. Esse procedimento metodológico permitiu verificar correspondências, complementariedades e possíveis contradições entre as percepções dos atores sociais e as informações técnico-institucionais.

3.2.7. Critérios de avaliação do plano proativo

A avaliação de um plano proativo de secas não pode se restringir à verificação formal do cumprimento de etapas metodológicas ou à simples existência de um conjunto de ações elencadas em documentos técnicos. Em contextos marcados por elevada variabilidade climática, múltiplos usos da água e assimetrias institucionais, a efetividade de um plano está diretamente relacionada à sua capacidade de dialogar com o território, antecipar riscos e mobilizar atores sociais em torno de estratégias viáveis e legitimadas. Nesse sentido, a análise do Plano Proativo de Secas deve considerar critérios que articulem dimensões técnicas, sociais e adaptativas de forma integrada.

Um primeiro critério central diz respeito à **viabilidade técnica das ações propostas**. Mais do que avaliar a coerência teórica das medidas previstas, é fundamental examinar se as ações são compatíveis com as condições reais do hidrossistema, com a infraestrutura existente, com a disponibilidade de dados e com a capacidade operacional das instituições responsáveis por sua implementação. Planos proativos que desconsideram limitações técnicas, financeiras ou institucionais tendem a se tornar meramente normativos, com baixo potencial de execução prática. Assim, a viabilidade técnica assume papel estruturante, pois condiciona a transformação das propostas em intervenções efetivas no território.

Outro critério essencial refere-se à **participação social no processo de elaboração e priorização das ações**. A gestão proativa de secas pressupõe a incorporação dos saberes locais, das percepções dos usuários e das experiências acumuladas ao longo de eventos anteriores de escassez hídrica. A participação social, nesse contexto, não deve ser compreendida apenas como um requisito formal, mas como um elemento que confere legitimidade, aderência e sustentabilidade às decisões tomadas. A forma como os atores locais são envolvidos — desde a identificação dos problemas até a definição das prioridades — influencia diretamente o grau de apropriação do plano e sua capacidade de orientar comportamentos coletivos em momentos críticos.

A **adequação das ações às vulnerabilidades identificadas no diagnóstico** constitui outro eixo analítico fundamental. Planos proativos eficazes são aqueles que conseguem traduzir diagnósticos técnicos e sociais em estratégias direcionadas às fragilidades específicas do sistema. Isso implica reconhecer que diferentes grupos sociais, usos da água e componentes do hidrossistema respondem de maneira distinta aos eventos de seca. A ausência de correspondência entre vulnerabilidades diagnosticadas e ações propostas tende a fragilizar o plano, reduzindo sua capacidade de mitigar impactos e de promover resiliência. Assim, a coerência entre diagnóstico e plano de ação emerge como indicador-chave da qualidade do planejamento.

Por fim, destaca-se a **capacidade de resposta do plano frente a distintos cenários de seca**. A abordagem proativa pressupõe a construção de cenários que considerem níveis progressivos de escassez e a definição de medidas graduais e antecipatórias. Avaliar essa capacidade significa examinar se o plano contempla mecanismos de monitoramento, gatilhos de decisão e estratégias diferenciadas para cenários moderados, severos ou extremos. Planos que incorporam essa lógica tendem a reduzir a improvisação durante as crises e a fortalecer a previsibilidade das ações, contribuindo para uma gestão mais estável e adaptativa dos recursos hídricos.

Em conjunto, esses critérios permitem compreender o plano proativo não apenas como um produto técnico, mas como um instrumento dinâmico de governança da água. Sua efetividade depende da articulação entre viabilidade, participação, aderência ao território e capacidade adaptativa, elementos que, quando integrados, ampliam o potencial do planejamento proativo como estratégia de convivência com a seca no semiárido.

Capítulo 4

PLANEJAMENTO PARTICIPATIVO EM AÇÃO: A CONSTRUÇÃO COLETIVA DO PLANO PROATIVO DE SECAS

Com base nas informações do site da COGERH, a **Comissão Gestora de Sistema Hídrico** é um organismo colegiado de Bacia, vinculado aos Comitês de Bacias Hidrográficas (CBH), instalado para gerir sistemas hídricos isolados — como açudes, lagoas, reservatórios ou aquíferos sem continuidade em vales perenizados — dentro de um território específico. Sua composição é tripartite, formada por usuários de água, representantes da sociedade civil organizada e do poder público, que atuam em um **plenário**, com apoio de uma **secretaria**, sendo responsáveis por promover o uso sustentável dos recursos hídricos através de ações como a alocação negociada de água, definição de regras operacionais e apoio técnico-operacional ao sistema. Os membros possuem mandato determinado (geralmente de dois anos) e deliberam por maioria simples, exercendo um importante papel local na governança participativa da água.

A triangulação dos dados primários (grupo focal e formulários) e secundários (documentos e registros institucionais) permitiu validar os achados, possibilitando a identificação de convergências e divergências entre as percepções dos usuários do hidrossistema Ubaldinho e as informações técnicas sobre a operação do reservatório e as medidas de gestão da seca. Essa análise comparativa evidenciou que, enquanto os registros institucionais enfatizam a efetividade das ações de alocação de água em anos críticos, os usuários apontaram fragilidades no envolvimento comunitário e lacunas na comunicação sobre os critérios de alocação e as responsabilidades dos diferentes atores.

O grupo focal foi conduzido, iniciou-se com a discussão das percepções dos participantes sobre a seca, enriquecida pelas memórias coletadas no grupo focal com os atores vinculados ao hidrossistema (Figura 11 e 12). Foram realizados dois grupos focais em momentos distintos. O primeiro ocorreu em 10 de outubro de 2024, junto à Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH). O segundo foi realizado em 19 de novembro de 2024, com a participação da Comissão Gestora do Ubaldinho. Nesta última ocasião, os participantes não foram subdivididos em grupos, sendo convidados a responder individualmente aos questionários aplicados (Anexo A). Como parte do processo de

levantamento dessas percepções, foi aplicado um questionário aos 23 participantes presentes, cujas respostas foram sistematizadas, contribuindo para uma compreensão mais ampla da vivência e dos impactos da seca na região.

Figura 11 – Grupo focal com os atores vinculados ao hidrossistema em 10 de outubro de 2024.



Fonte: Autores (2025).

Figura 12 – Grupo focal com os atores vinculados ao hidrossistema em 19 de novembro de 2024.



Fonte: Autores (2025).

De acordo com os atores sociais ouvidos, a seca no hidrossistema agravou-se no período entre 2015 e 2017, considerando-se três indicadores: as poucas chuvas, o rebaixamento do volume do reservatório e as perdas na agricultura e na pecuária.

A apresentação sistematizada dessa triangulação contribuiu para aprofundar a compreensão sobre as vulnerabilidades hidrossociais, permitindo apontar recomendações mais alinhadas com as necessidades locais e com os princípios de gestão participativa, conforme defendido por Flick (2009) e Yin (2016), que destacam a triangulação como etapa indispensável para a robustez dos resultados em pesquisas qualitativas.

4.1. Diagnóstico integrado do hidrossistema Ubaldinho

O diagnóstico do hidrossistema Ubaldinho, realizado através da aplicação sistemática das oito metas metodológicas do Programa Cientista Chefe, revelou um sistema hídrico complexo que exemplifica os desafios e oportunidades da gestão de recursos hídricos no semiárido brasileiro.

Ressalta-se que as oito metas metodológicas: (1) diagnóstico integrado dos hidrossistemas; (2) elaboração de cenários prospectivos; (3) mapeamento de vulnerabilidades; (4) construção de matriz institucional; (5) fortalecimento da governança participativa; (6) sistematização da memória coletiva; (7) transferência de conhecimento técnico e científico; e (8) monitoramento e avaliação adaptativa. A análise integrada das condições hidrológicas, econômicas e sociais do sistema demonstrou que a gestão proativa de secas deve necessariamente considerar essas múltiplas dimensões, conforme preconizado por Pahl-Wostl (2007), sobre a necessidade de abordagens adaptativas na gestão de recursos hídricos.

A caracterização hidrológica do sistema (1) evidenciou as particularidades do regime semiárido que influenciam diretamente as estratégias de gestão. Uma limitação técnica significativa identificada no diagnóstico refere-se à ausência de dispositivos automáticos para medição do nível ou vazão afluente, conforme registrado pela ANA (2016). Esta deficiência compromete o monitoramento em tempo real do sistema, aspecto crucial para implementação efetiva de planos proativos de seca. A importância de sistemas de monitoramento adequados é enfatizada por autores como Wurbs (1996) e McMahon, Adeloje e Zhou (2006), que destacam a centralidade de dados precisos e oportunos para operação otimizada de sistemas de recursos hídricos. A ausência destes dispositivos representa não apenas limitação técnica, mas também institucional, evidenciando lacunas na infraestrutura de monitoramento que podem comprometer a eficácia das estratégias de gestão proativa.

A caracterização dos usos múltiplos do açude (2) revelou a complexidade social e econômica associada ao sistema hídrico. Atualmente, o reservatório atende à demanda total de 137 L/s, sendo 72 L/s destinados aos usos prioritários, principalmente abastecimento humano. Esta proporção, com aproximadamente 53% da demanda destinada a usos prioritários, reflete a importância estratégica do abastecimento humano no contexto da gestão hídrica regional, em consonância com os princípios estabelecidos na Política Nacional de Recursos Hídricos que prioriza o abastecimento humano e a dessedentação animal em situações de escassez.

A distribuição espacial dos usuários (3) abrangendo três municípios, com Cedro como principal beneficiário, seguido por comunidades em Cariús e Várzea Alegre, exemplifica a função territorial dos reservatórios no semiárido brasileiro. Esta função transcende limites administrativos municipais, criando interdependências regionais que demandam articulação intermunicipal para gestão eficaz. Os usuários registrados incluem sistemas públicos como SISAR Vila Ubaldinho, CAGECE e Prefeitura de Cariús, comunidades rurais organizadas através de associações e sítios produtivos, além de usuários individuais, conforme documentação da ANA (2017), CSBH (2024) e Governo do Ceará (2025).

A diversidade tipológica de usuários (4) reflete a multifuncionalidade característica dos reservatórios no semiárido brasileiro, conforme documentado por Döll e Hauschild (2002) sobre usos múltiplos de recursos hídricos em regiões semiáridas. O SISAR (Sistema Integrado de Saneamento Rural) representa modelo institucional desenvolvido no Ceará para gestão comunitária de sistemas de abastecimento, baseado em princípios de participação social e sustentabilidade financeira, conforme documentado por Abramovay (2001) e Costa (2003) sobre experiências de gestão comunitária no Nordeste brasileiro.

A participação da CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Ceará) como usuária do sistema evidencia a articulação entre diferentes escalas de gestão, desde sistemas rurais comunitários até concessionárias estaduais. Esta articulação multiescalar é característica da gestão hídrica no Ceará, refletindo modelo institucional que integra diferentes modalidades de prestação de serviços conforme características locais e capacidades institucionais disponíveis.

As atividades econômicas dependentes do açude (5) refletem a diversificação produtiva típica do semiárido brasileiro. As culturas agrícolas predominantes incluindo milho, mandioca, feijão e capim para alimentação bovina representam sistemas produtivos adaptados às

condições semiáridas, caracterizados por rusticidade e tolerância ao stress hídrico. O milho, cultura tradicionalmente cultivada no semiárido brasileiro, apresenta variedades adaptadas às condições locais, conforme documentado por Cardoso, Melo e Lima (2004) sobre sistemas produtivos do semiárido. A mandioca, conhecida por sua tolerância à seca, constitui cultura de segurança alimentar fundamental para as comunidades rurais, conforme estudos de Nassar (2006) sobre agricultura familiar no Nordeste.

A pecuária local caracterizada pela criação de galináceos, bovinos e suínos representa atividades adaptadas às condições semiáridas através de sistemas extensivos e semi-extensivos que utilizam recursos naturais locais. A predominância de galináceos reflete estratégia de diversificação de riscos, uma vez que estas aves apresentam ciclo reprodutivo mais rápido e menor dependência de recursos hídricos em comparação com bovinos. A criação bovina no semiárido brasileiro tradicionalmente utiliza sistemas extensivos baseados em pastagens nativas, com suplementação através de forragens cultivadas durante períodos de abundância hídrica, conforme documentado por Araújo Filho (2013) sobre sistemas pecuários do semiárido. As atividades de piscicultura e aquicultura complementam o perfil econômico regional, representando diversificação produtiva que aproveita a disponibilidade hídrica dos reservatórios. A piscicultura em reservatórios do semiárido brasileiro tem se desenvolvido significativamente nas últimas décadas, utilizando principalmente espécies adaptadas às condições locais como tilápia do Nilo e tambaqui, conforme documentado por Paiva *et al.* (2008) sobre piscicultura no Nordeste brasileiro. Esta atividade, embora dependente da disponibilidade hídrica, contribui para a diversificação da base econômica local e segurança alimentar das comunidades.

A análise dos arranjos institucionais (6) revelou estrutura de governança baseada no modelo participativo desenvolvido no Ceará desde os anos 1990, representando uma das experiências mais consolidadas de gestão participativa de recursos hídricos no Brasil. A gestão integrada do reservatório realizada através da articulação entre COGERH, Comissão Gestora do Açude Ubaldinho e Comitê da Bacia Hidrográfica do Salgado (CBHS) reflete princípios de descentralização, participação e integração estabelecidos na Política Nacional de Recursos Hídricos, conforme documentado por Abers e Jorge (2005) sobre institucionalização da participação social na gestão de recursos hídricos no Brasil.

A atuação da COGERH na gestão do Açude Ubaldinho exemplifica o modelo de gestão técnica integrada que caracteriza o sistema cearense, conforme documentado por Campos

(2006) sobre a evolução institucional da gestão de águas no Ceará. A empresa atua como gestora técnica dos recursos hídricos estaduais, operando reservatórios, realizando monitoramento quantitativo e qualitativo, e coordenando processos de alocação negociada de água.

A Comissão Gestora do Açude Ubaldinho opera segundo princípios de representação tripartite, envolvendo usuários de água, representantes da sociedade civil organizada e poder público. Esta composição segue preceitos estabelecidos na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/1997) (Brasil, 1997), e reflete evolução institucional da gestão de águas no Ceará, processo documentado por Lemos (2007) e Abers e Keck (2013) sobre experiências de gestão participativa no Brasil. A representação tripartite visa equilibrar diferentes interesses e perspectivas na tomada de decisões, promovendo legitimidade social e eficácia técnica das estratégias de gestão.

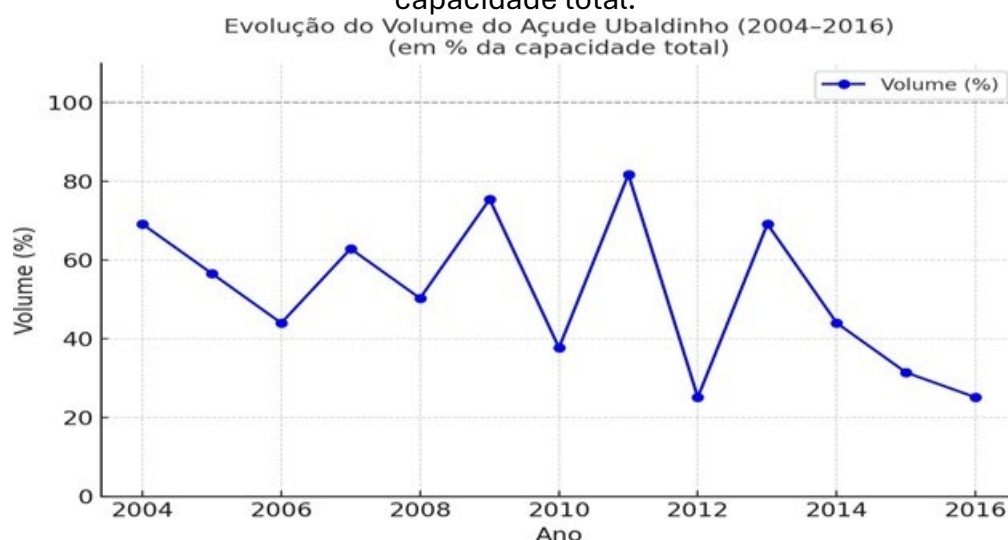
A existência de comissão gestora ativa constituiu critério determinante para seleção do Açude Ubaldinho como caso piloto, uma vez que apenas quatro dos quinze reservatórios monitorados pela COGERH na Bacia do Salgado possuem este tipo de organização: Açude Cachoeira (Aurora), Açude Olho D'água (Várzea Alegre), Açude Rosário (Lavras da Mangabeira) e Açude Ubaldinho (Cedro). Esta distribuição limitada de comissões gestoras reflete desafios para institucionalização da participação social em escala regional, evidenciando necessidade de estratégias específicas para fortalecimento da governança participativa nos diferentes sistemas hídricos.

O Comitê da Bacia Hidrográfica do Salgado (CBHS) representa instância superior de gestão que articula diferentes hidrossistemas na escala da Bacia hidrográfica. Sua atuação complementa o trabalho das comissões gestoras através de planejamento regional, estabelecimento de diretrizes gerais e mediação de conflitos que transcendem escalas locais. A articulação entre comitê de Bacia e comissões gestoras exemplifica modelo de gestão multiescalar que busca integrar planejamento regional com gestão local, conforme princípios de gestão adaptativa documentados por Folke *et al.* (2005).

O monitoramento quantitativo e qualitativo do sistema (7), realizado através da integração entre dados da COGERH e informações do Portal Hidrológico, evidencia tanto potencialidades quanto desafios da gestão técnica do reservatório. Segundo dados de dezembro de 2024, o açude encontrava-se com 72,68% de sua capacidade total, situando-se na faixa de "nível confortável" conforme classificação da Resolução CONERH 03/2020

(CONERH, 2020). Esta classificação baseada em percentuais de armazenamento representa sistema de alerta que permite antecipação de medidas de gestão conforme evolução das condições hídricas, constituindo elemento fundamental para gestão proativa.

Figura 13 – Evolução do volume do Açude Ubaldinho (2004–2016), em percentual da capacidade total.



Fonte: COGERH (2016), adaptado do Inventário Ambiental do Açude Ubaldinho – PSH (2017).

A dinâmica temporal do sistema hídrico (8), exemplificada pelo fato de que o açude atingiu seu volume máximo de acumulação em abril de 2024, reflete padrões sazonais típicos do semiárido brasileiro. Este padrão, caracterizado por recarga concentrada durante período chuvoso seguida por depleção gradual durante período seco, determina necessidade de estratégias de gestão que considerem tanto otimização do armazenamento quanto racionalização do uso durante períodos críticos. A compreensão destes padrões temporais é fundamental para desenvolvimento de planos proativos eficazes, conforme enfatizado por McMahon, Adeloje e Zhou (2006) sobre a importância da análise temporal na gestão de reservatórios.

A análise da evolução temporal do armazenamento revela padrões que se alinham com variabilidade climática regional, evidenciando a influência de fatores meteorológicos sobre o desempenho do sistema hídrico. O pico de armazenamento em abril corresponde ao final do período chuvoso regional, quando ocorre maior aporte de água ao reservatório. A partir deste pico, inicia-se período de depleção gradual que se estende até dezembro ou janeiro, quando se iniciam as primeiras chuvas do novo ano hidrológico.

4.2. Vulnerabilidades hidrossociais e percepções dos usuários

A análise das vulnerabilidades hidrossociais do sistema Ubaldinho, conduzida através da aplicação da metodologia de análise temática proposta por Bardin (2011), revelou conjunto complexo de vulnerabilidades interconectadas que transcendem aspectos puramente técnicos ou hidrológicos. A identificação de quatro categorias emergentes - vulnerabilidades hidrossociais, percepção dos usuários sobre os efeitos da seca, participação social na elaboração do plano e barreiras institucionais - proporcionou compreensão integrada dos desafios enfrentados pelo sistema e das capacidades adaptativas disponíveis para enfrentamento de cenários de escassez hídrica.

As vulnerabilidades hidrossociais manifestam-se através da interdependência complexa entre sistemas naturais e sociais, característica fundamental dos sistemas socioecológicos conforme conceitualizados por Berkes e Folke (1998) e posteriormente desenvolvidos por Walker *et al.* (2004) no framework de resiliência de sistemas socioecológicos. No caso do hidrossistema Ubaldinho, estas vulnerabilidades emergem da dependência estrutural das comunidades locais em relação aos recursos hídricos do açude, criando cadeias de vulnerabilidade que se intensificam durante períodos de escassez. A triangulação entre dados primários, coletados nas rodas de conversa com a Comissão Gestora, e dados secundários provenientes de instituições oficiais, permitiu identificar múltiplas dimensões desta interdependência.

A vulnerabilidade climática constitui elemento fundamental do sistema, caracterizada pela dependência quase exclusiva das chuvas concentradas no período de janeiro a abril e pela alta taxa de evaporação durante o período seco. Esta configuração climática, típica do semiárido brasileiro, cria condições de stress hídrico estrutural que são intensificadas pela variabilidade interanual das precipitações. Conforme documentado por Marengo *et al.* (2011) em projeções de mudanças climáticas para o semiárido brasileiro, tendências indicam aumento da temperatura e maior irregularidade das precipitações, intensificando vulnerabilidades já existentes.

Os cenários climáticos futuros projetados pelo *Intergovernmental Panel on Climate Change* - IPCC (2021) para regiões semiáridas indicam intensificação dos extremos climáticos, incluindo períodos de seca mais prolongados e intensos, alternados com eventos de precipitação extrema. Para o semiárido brasileiro especificamente, estudos de Torres e Marengo (2014) projetam redução das precipitações médias anuais entre 10% e 20% até 2050,

acompanhada de aumento da temperatura média entre 1°C e 4°C. Estas projeções evidenciam a necessidade de estratégias adaptativas que considerem não apenas variabilidade histórica, mas também tendências de mudanças climáticas de longo prazo.

A análise dos padrões discursivos emergentes nas rodas de conversa revelou que usuários locais possuem percepção aguçada desta vulnerabilidade climática, desenvolvendo estratégias empíricas de convivência que incluem diversificação produtiva, sistemas de armazenamento alternativos e ajustes temporais nas atividades agrícolas. O conhecimento empírico sobre indicadores climáticos locais, incluindo observação de padrões de ventos, comportamento da fauna e fenologia da vegetação nativa, representa ativo importante para sistemas de previsão e alerta precoce, conforme documentado por Berkes (2007) sobre sistemas de conhecimento tradicionais para gestão de recursos naturais.

A vulnerabilidade hídrica manifesta-se através de múltiplas dimensões que incluem aspectos quantitativos, qualitativos e temporais. A análise quantitativa revela que o sistema opera com margem de segurança relativamente estreita, considerando relação entre demanda atual (137 L/s) e capacidade de regularização do reservatório. Esta margem de segurança, embora adequada para condições hidrológicas médias, pode ser rapidamente comprometida durante períodos de seca prolongada, especialmente considerando altas taxas de evaporação (2.244,4 mm anuais) que caracterizam a região.

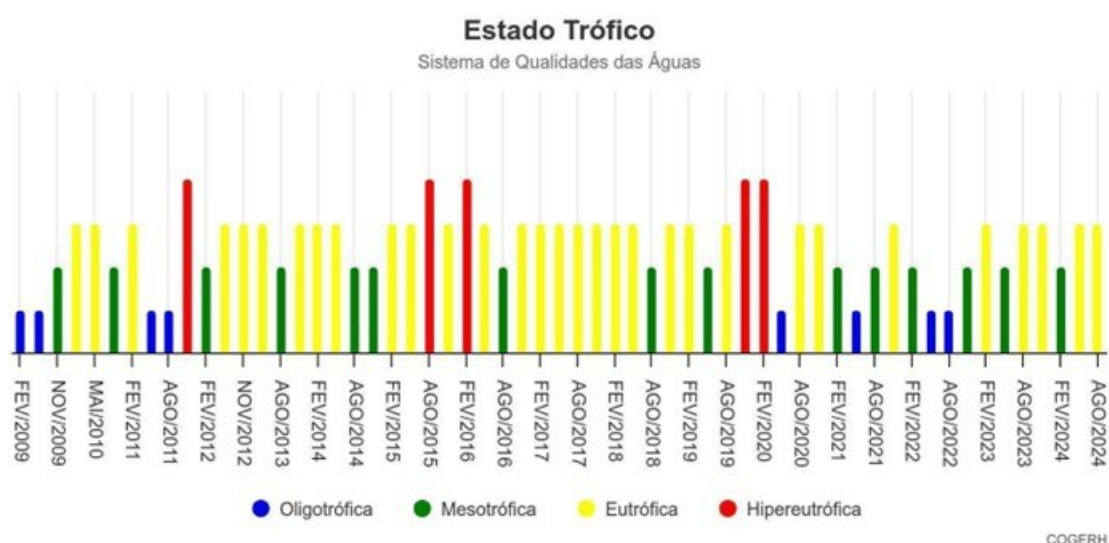
A vulnerabilidade quantitativa do sistema é intensificada pela ausência de fontes hídricas alternativas significativas, uma vez que características geológicas do embasamento cristalino limitam a disponibilidade de águas subterrâneas. Conforme documentado por Rebouças (1999) e estudos mais recentes de Diniz Filho *et al.* (2013), aquíferos em terrenos cristalinos do semiárido brasileiro apresentam produtividade limitada, concentrando-se em fraturas e aluviões com capacidade restrita de fornecimento. Esta limitação geológica aumenta a dependência dos reservatórios superficiais e a vulnerabilidade do sistema durante períodos de seca prolongada.

A qualidade da água apresentando estado trófico do tipo eutrófico indica pressões antrópicas que podem comprometer tanto a qualidade quanto a disponibilidade hídrica durante períodos de escassez.

Com base nas informações do Plano Proativo de Seca do Hidrossistema Ubaldinho, os dados históricos representados na Figura 13 permitem analisar a variação do estado trófico do Açude Ubaldinho no período de fevereiro de 2009 a agosto de 2024, segundo o Sistema de

Qualidade das Águas. Ao longo desse intervalo, o reservatório oscilou entre os estados oligotrófico (azul), mesotrófico (verde), eutrófico (amarelo) e, em determinados momentos, hipereutrófico (vermelho). Este último foi registrado, por exemplo, em fevereiro de 2012, agosto de 2015, fevereiro de 2016 e fevereiro de 2020, evidenciando episódios de alta concentração de nutrientes, possivelmente associados a influências antrópicas e à ocorrência de secas intensas. A recorrência do estado eutrófico ao longo dos anos revela uma tendência de enriquecimento nutricional no manancial, reforçando a importância de ações voltadas à melhoria da qualidade da água e à garantia de sua sustentabilidade para usos múltiplos.

Figura 14 – Estado trófico do Açude Ubaldinho



Fonte: <http://www.hidro.ce.gov.br/acude/eutrofizacao>, acesso em 02/12/2024.

A eutrofização em reservatórios do semiárido brasileiro constitui problema amplamente documentado, relacionado a aportes de nutrientes através de atividades agropecuárias, esgotamento sanitário e concentração de nutrientes durante períodos de redução do volume, conforme estudos de Bouvy *et al.* (2000), Molisani *et al.* (2010) e Brasil *et al.* (2016). Esse cenário é corroborado por relatos dos atores que participaram das oficinas realizadas durante a pesquisa, os quais mencionaram a presença de gado no entorno do reservatório, fator que contribui significativamente para o aumento de nutrientes na água e, conseqüentemente, para a proliferação de algas.

A vulnerabilidade qualitativa, evidenciada pelo estado eutrófico atual do reservatório, representa dimensão adicional que pode agravar impactos durante períodos de escassez quantitativa. A eutrofização em reservatórios do semiárido brasileiro constitui processo

amplamente documentado na literatura científica, relacionado tanto a aportes externos de nutrientes quanto a processos internos de concentração durante períodos de redução do volume. Conforme estudos de Huszar *et al.* (2000), Bouvy *et al.* (2000) e pesquisas mais recentes de Vasconcelos *et al.* (2011) e Brasil *et al.* (2016), a eutrofização pode comprometer múltiplos usos dos reservatórios, incluindo abastecimento humano, piscicultura e uso recreativo.

A dimensão temporal da vulnerabilidade hídrica relaciona-se com padrões sazonais e interanuais de disponibilidade, criando janelas de oportunidade e períodos de maior risco que devem ser considerados nas estratégias de gestão. A análise dos dados históricos evidencia padrões de variabilidade que se alinham com oscilações climáticas de larga escala, incluindo influências dos fenômenos El Niño e La Niña sobre padrões regionais de precipitação. Esta variabilidade temporal, documentada extensivamente por Kane (1997), Andreoli e Kayano(2007) e Hastenrath (2012), determina necessidade de estratégias de gestão que considerem tanto cenários de abundância quanto de escassez.

A vulnerabilidade temporal manifesta-se também através de defasagens entre períodos de recarga (concentrados entre janeiro e abril) e períodos de maior demanda hídrica (frequentemente coincidentes com período seco quando se intensificam necessidades de irrigação e dessedentação animal). Esta defasagem temporal exige estratégias de gestão que otimizem armazenamento durante períodos de abundância e racionaliza uso durante períodos de escassez, conforme princípios de gestão adaptativa documentados por Folke *et al.* (2005).

As vulnerabilidades sociais emergem da dependência direta das comunidades locais em relação às atividades econômicas que utilizam água do açude, criando cadeias de vulnerabilidade que se estendem desde produção primária até abastecimento doméstico. A análise dos padrões discursivos identificados nas rodas de conversa revelou que diferentes grupos de usuários possuem níveis diferenciados de vulnerabilidade e capacidade adaptativa. Esta diferenciação social das vulnerabilidades é consistente com achados de estudos sobre vulnerabilidade em sistemas socioecológicos, conforme documentado por Adger (2006) e Smit e Wandel (2006) sobre dimensões sociais da vulnerabilidade a mudanças ambientais.

Agricultores familiares que dependem da irrigação para cultivos de milho, mandioca e feijão demonstraram maior vulnerabilidade a reduções na disponibilidade hídrica, uma vez que estas culturas, embora adaptadas ao semiárido, requerem suplementação hídrica para manutenção da produtividade durante períodos secos. A análise revelou que estes

agricultores frequentemente carecem de sistemas alternativos de armazenamento (cisternas, barragens subterrâneas) e dependem quase exclusivamente do açude para irrigação, criando vulnerabilidade concentrada durante períodos de escassez.

Por outro lado, usuários dedicados à pecuária apresentaram estratégias mais diversificadas de adaptação, incluindo sistemas alternativos de dessedentação animal (poços rasos, cisternas), ajustes no tamanho dos rebanhos conforme disponibilidade de forragem e água, e práticas de manejo adaptativo como redução seletiva do rebanho durante períodos críticos. Esta maior flexibilidade adaptativa da pecuária em comparação com agricultura irrigada é consistente com achados de estudos sobre sistemas produtivos do semiárido, conforme documentado por Araújo Filho (2013) e Silva *et al.* (2010).

A vulnerabilidade social manifesta-se também através de aspectos relacionados ao abastecimento humano, particularmente em comunidades rurais que dependem exclusivamente do açude para fornecimento de água potável. Embora o abastecimento humano seja legalmente priorizado durante situações de escassez, conforme estabelecido na Política Nacional de Recursos Hídricos, a qualidade da água pode ser comprometida durante períodos críticos devido a processos de concentração de nutrientes e potencial proliferação de microorganismos patogênicos.

A análise revelou diferenciações socioeconômicas na capacidade adaptativa das comunidades, relacionadas a fatores como nível de renda, acesso a tecnologias alternativas, organização social e capital social disponível. Famílias com maior poder aquisitivo demonstraram capacidade para investir em sistemas alternativos de armazenamento (cisternas de placa, poços tubulares) e tecnologias de uso eficiente da água (irrigação localizada), enquanto famílias de menor renda apresentaram dependência mais acentuada dos recursos hídricos coletivos e menor capacidade para investimentos adaptativos.

A organização social emergiu como fator determinante na capacidade adaptativa coletiva, evidenciada através da existência de associações comunitárias, cooperativas e grupos informais de apoio mútuo. Comunidades com maior nível de organização social demonstraram capacidades superiores para mobilização de recursos durante crises, implementação de estratégias coletivas de conservação de água e articulação com instituições externas para apoio técnico e financeiro. Esta importância da organização social para resiliência comunitária é consistente com achados de estudos sobre capital social e

gestão de recursos naturais, conforme documentado por Putnam (2000) e Pretty e Ward (2001) sobre relações entre capital social e capacidades adaptativas.

A vulnerabilidade econômica manifesta-se através dos impactos potenciais da escassez hídrica sobre atividades produtivas locais, incluindo agricultura irrigada, piscicultura e pecuária. A diversificação econômica observada no sistema, embora represente elemento de resiliência através da distribuição de riscos entre diferentes atividades, também cria complexidades na gestão de prioridades durante períodos críticos. A análise revelou que diferentes atividades econômicas possuem flexibilidades distintas para ajustes durante escassez hídrica, com agricultura irrigada apresentando menor capacidade de adaptação a curto prazo em comparação com atividades pecuárias.

A agricultura irrigada, particularmente cultivos anuais como milho e feijão, apresenta vulnerabilidade elevada devido à necessidade de suprimento hídrico regular durante ciclos produtivos específicos. A interrupção do fornecimento de água durante períodos críticos do desenvolvimento das culturas pode resultar em perdas totais da produção, criando impactos econômicos concentrados no tempo. Esta vulnerabilidade temporal da agricultura irrigada é amplificada pela concentração dos plantios em períodos específicos do ano, frequentemente coincidentes com início do período seco quando se reduz a disponibilidade hídrica natural.

A piscicultura em tanques-rede apresenta vulnerabilidade específica relacionada tanto à quantidade quanto à qualidade da água. Durante períodos de seca, a redução do volume do reservatório pode concentrar os peixes em áreas menores, intensificando a competição por recursos e aumentando a suscetibilidade a doenças. Além disso, a deterioração da qualidade da água, associada a processos de eutrofização, pode ser agravada pela elevada carga de nutrientes proveniente da ração utilizada na alimentação dos peixes, resultando em episódios de mortandade. Conforme documentado por Paiva *et al.* (2008), tais condições reforçam os riscos da piscicultura em reservatórios do semiárido brasileiro.

A pecuária, embora apresente maior flexibilidade adaptativa através de ajustes no tamanho dos rebanhos e sistemas alternativos de dessedentação, também enfrenta vulnerabilidades específicas durante secas prolongadas. A redução da disponibilidade de forragem natural, combinada com limitações no acesso à água, pode forçar redução drástica dos rebanhos com impactos econômicos significativos para pecuaristas familiares. Esta vulnerabilidade é intensificada pela dependência de pastagens nativas que se tornam escassas durante períodos secos prolongados.

As vulnerabilidades institucionais emergem da complexidade dos arranjos de governança necessários para gestão eficaz do sistema hídrico. A articulação entre múltiplas instituições (COGERH, CBHS, Comissão Gestora, prefeituras municipais) cria oportunidades para gestão integrada, mas também pontos de fragilidade relacionados à coordenação interinstitucional. Durante as rodas de conversa, usuários identificaram dificuldades de comunicação entre diferentes níveis institucionais e necessidade de maior agilidade nos processos decisórios durante situações de crise.

A coordenação interinstitucional constitui desafio recorrente em sistemas de gestão multinível, conforme documentado por Young (2002) sobre eficácia de instituições para gestão de recursos naturais e Ostrom (2009) sobre desafios de ação coletiva em sistemas complexos. No caso do hidrossistema Ubaldinho, esta vulnerabilidade institucional manifesta-se através de sobreposições de competências, lacunas de responsabilidade e dificuldades de comunicação entre escalas local, municipal, estadual e federal de gestão.

A dependência de decisões tomadas em instâncias externas ao sistema local cria vulnerabilidade institucional específica, uma vez que decisões críticas sobre a alocação de água frequentemente envolvem considerações que transcendem a escala local. Durante períodos de crise hídrica, quando se fazem necessárias decisões rápidas sobre racionamento e priorização de usos, a necessidade de articulação entre múltiplas instâncias pode retardar a implementação de medidas urgentes, intensificando impactos sobre usuários locais.

A percepção dos usuários sobre os efeitos da seca emergiu como categoria central durante processo de coleta de dados primários, revelando padrões discursivos complexos que integram conhecimento empírico, experiências históricas e expectativas futuras. A análise temática dos discursos coletados evidenciou que usuários compreendem a seca não apenas como fenômeno climático, mas como processo social multidimensional que afeta diferentes aspectos da vida comunitária. Esta compreensão ampliada da seca alinha-se com conceitualizações contemporâneas do fenômeno, conforme desenvolvidas por autores como Wilhite (2000), O'Brien *et al.* (2004) e Kallis (2008), que enfatizam dimensões sociais e políticas dos processos de escassez hídrica.

Os padrões discursivos identificados revelaram diferenciações significativas na percepção dos efeitos da seca entre diferentes grupos de usuários, refletindo tanto especificidades das atividades desenvolvidas quanto diferentes posições sociais e econômicas no sistema. Representantes do abastecimento humano, incluindo técnicos do

SISAR e CAGECE, enfatizaram impactos relacionados à continuidade do fornecimento e qualidade da água, demonstrando preocupação particular com aspectos técnicos e operacionais dos sistemas de distribuição. Este enfoque técnico reflete formação profissional e responsabilidades institucionais específicas, evidenciando como posições sociais influenciam percepções sobre vulnerabilidades e riscos.

A percepção técnica sobre impactos da seca no abastecimento humano inclui aspectos relacionados à capacidade dos sistemas de tratamento durante períodos de deterioração da qualidade da água bruta, necessidade de ajustes operacionais nos sistemas de captação conforme variação dos níveis do reservatório, e desafios logísticos para manutenção da pressão nos sistemas de distribuição durante períodos de redução da disponibilidade hídrica. Esta percepção técnica especializada complementa conhecimentos empíricos de outros usuários, evidenciando a importância da integração de diferentes tipos de conhecimento para compreensão abrangente dos impactos da seca.

Agricultores focalizaram impactos sobre produção agrícola, enfatizando não apenas aspectos quantitativos relacionados à redução da produtividade, mas também aspectos qualitativos incluindo alterações nos calendários agrícolas, necessidade de mudanças varietais e ajustes nas técnicas de cultivo. A percepção dos agricultores revelou compreensão sofisticada das interações entre disponibilidade hídrica e sistemas produtivos, incluindo reconhecimento de janelas temporais críticas durante o desenvolvimento das culturas e estratégias adaptativas para minimização de perdas.

Os agricultores demonstraram conhecimento detalhado sobre variedades vegetais adaptadas à escassez hídrica, técnicas de conservação de umidade do solo e sistemas de captação e armazenamento de água da chuva. Este conhecimento empírico, desenvolvido através de experiências acumuladas ao longo de múltiplas secas históricas, representa ativo importante para desenvolvimento de estratégias adaptativas, conforme documentado por Pierotti e Wildcat (2000) e Berkes (2007) e sobre contribuições do conhecimento tradicional para gestão de recursos naturais.

Piscicultores identificaram deterioração da qualidade da água como principal preocupação, evidenciando compreensão das interações entre escassez quantitativa e degradação qualitativa dos recursos hídricos. A percepção dos piscicultores incluiu observações sobre alterações no comportamento dos peixes durante os períodos de stress

hídrico, mudanças na produtividade dos tanques-rede e necessidade de ajustes no manejo da piscicultura durante diferentes estágios de redução do volume do reservatório.

A compreensão dos piscicultores sobre indicadores de qualidade da água, incluindo observação visual de alterações na cor e transparência, presença de espumas e odores característicos, representa conhecimento empírico valioso para monitoramento da qualidade da água. Esta capacidade de observação local complementa monitoramentos técnicos realizados por instituições especializadas, contribuindo para sistemas de alerta precoce sobre deterioração da qualidade hídrica.

A análise revelou também existência de conhecimento empírico sofisticado sobre indicadores locais de seca, incluindo observação de padrões meteorológicos (direção e intensidade dos ventos, formação de nuvens, comportamento da umidade atmosférica), comportamento da vegetação nativa (fenologia de espécies indicadoras, alterações na distribuição espacial da vegetação), níveis freáticos em poços rasos e alterações na fauna aquática do reservatório. Este conhecimento empírico, desenvolvido através de experiências acumuladas ao longo de múltiplas secas históricas, representa ativo importante para sistemas de monitoramento e alerta precoce.

O conhecimento sobre indicadores fenológicos da vegetação nativa demonstrou-se particularmente refinado, incluindo observação de espécies indicadoras como mandacaru (*Cereus jamacaru*), que tradicionalmente floresce antes de períodos chuvosos, e catingueira (*Poincianella pyramidalis*), cujo comportamento foliar indica condições de stress hídrico. Esta capacidade de leitura da paisagem apresenta sistema de conhecimento desenvolvido ao longo de gerações, conforme documentado por Drumond *et al.* (2000) sobre etnobotânica do semiárido brasileiro.

Os usuários demonstraram compreensão diferenciada dos fatores que contribuem para intensificação dos efeitos da seca, incluindo não apenas aspectos climáticos, mas também elementos relacionados à gestão dos recursos hídricos e atividades antrópicas na Bacia hidrográfica. Foram identificadas preocupações relacionadas ao crescimento da demanda hídrica através de expansão das atividades produtivas, degradação da qualidade da água através de atividades agropecuárias inadequadas, desmatamento na Bacia hidrográfica afetando processos de recarga, e necessidade de melhor coordenação entre usuários durante períodos críticos.

Esta compreensão sistêmica dos fatores que influenciam vulnerabilidade à seca evidencia capacidades locais para contribuir com estratégias de gestão adaptativa, superando visões simplificadas que atribuem impactos da seca exclusivamente a fatores climáticos. A percepção local sobre influências antrópicas nos processos de escassez hídrica alinha-se com abordagens contemporâneas de gestão de recursos hídricos que enfatizam interações entre sistemas naturais e sociais, conforme documentado por Pahl-Wostl (2007) sobre gestão adaptativa de recursos hídricos.

A percepção temporal dos usuários sobre efeitos da seca revelou compreensão de padrões cíclicos e tendências de longo prazo que informam estratégias de adaptação. Os discursos coletados evidenciaram reconhecimento de variabilidade interanual e interdecadal nas condições hídricas, bem como percepção de possíveis mudanças nos padrões históricos. Usuários mais experientes relataram percepção de intensificação da irregularidade pluviométrica nas últimas décadas, observação que se alinha com tendências identificadas em estudos científicos sobre mudanças climáticas no semiárido brasileiro.

A memória coletiva sobre secas históricas representa recurso importante para compreensão de impactos potenciais e estratégias adaptativas eficazes. Durante as rodas de conversa, foram relatadas experiências das secas de 1979-1983, 1998-1999 e 2012-2017, incluindo descrições detalhadas sobre estratégias de sobrevivência, impactos sobre diferentes atividades econômicas e lições aprendidas sobre gestão de recursos durante períodos críticos. Esta memória coletiva constitui arquivo histórico valioso para planejamento de estratégias futuras, conforme documentado por Finan *et al.* (2002) sobre a memória social das secas no Nordeste brasileiro.

A participação social na elaboração do plano constituiu categoria emergente que evidenciou diferentes níveis de engajamento, capacidades técnicas e motivações entre diversos grupos de usuários. A análise dos padrões discursivos coletados durante as rodas de conversa revelou gradientes significativos na capacidade dos usuários para contribuir com diferentes aspectos do planejamento, desde diagnóstico de vulnerabilidades até proposição de medidas específicas. Esta diferenciação nas capacidades participativas reflete tanto características individuais (nível educacional, experiência prévia, posição social) quanto aspectos institucionais (representatividade, legitimidade, acesso a informações).

Representantes do abastecimento humano, particularmente técnicos do SISAR e CAGECE, demonstraram maior familiaridade com aspectos técnicos da gestão hídrica e

capacidade para contribuir com propostas específicas relacionadas à operação e manutenção de sistemas de distribuição. Esta capacidade técnica diferenciada reflete formação profissional especializada e experiência prática em gestão de sistemas hídricos, permitindo contribuições específicas sobre aspectos como otimização de perdas, manutenção preventiva de equipamentos e protocolos operacionais durante situações de crise.

A participação técnica especializada incluiu propostas sobre sistemas de monitoramento em tempo real, protocolos de comunicação com usuários durante situações de racionamento, e estratégias de manutenção da qualidade da água durante períodos críticos. Esta contribuição técnica complementa conhecimentos empíricos de outros usuários, evidenciando a importância da integração de diferentes tipos de expertise para desenvolvimento de estratégias abrangentes de gestão proativa.

Usuários rurais, especialmente agricultores familiares e pequenos pecuaristas, contribuíram principalmente através de conhecimento empírico sobre estratégias de convivência com seca, incluindo técnicas de conservação de água, sistemas alternativos de armazenamento e ajustes produtivos durante períodos críticos. Este conhecimento empírico, embora muitas vezes não formalizado em termos técnicos convencionais, revelou-se fundamental para compreensão das dinâmicas locais de adaptação e identificação de estratégias viáveis para implementação durante diferentes cenários de escassez.

As contribuições dos usuários rurais incluíram descrições detalhadas sobre técnicas tradicionais de conservação de água no solo (plantio em curvas de nível, uso de cobertura morta, seleção de variedades resistentes), sistemas de captação e armazenamento de água da chuva (cisternas de produção, barragens subterrâneas, tanques de pedra), e estratégias de manejo adaptativo dos rebanhos (redução seletiva, diversificação de espécies, uso de forragens conservadas). Estas técnicas, desenvolvidas ao longo de gerações de convivência com semiárido, representam tecnologias sociais apropriadas às condições locais.

A participação dos usuários rurais evidenciou também capacidade para proposição de soluções coletivas, incluindo sistemas cooperativos de perfuração de poços, grupos de compra coletiva de equipamentos de irrigação eficiente, e protocolos comunitários para racionamento

de água durante períodos críticos. Esta capacidade organizativa representa capital social importante para implementação de estratégias de gestão proativa, conforme documentado por Ostrom (2009) sobre governança de recursos de uso comum.

O processo participativo confirmou achados de estudos sobre governança participativa de recursos hídricos, particularmente aqueles que enfatizam a importância da legitimidade social para eficácia de instrumentos de gestão. Conforme documentado por Abers e Keck (2013) sobre experiências brasileiras de gestão participativa das águas, envolvimento efetivo dos usuários na elaboração de instrumentos de gestão aumenta significativamente as probabilidades de implementação eficaz e sustentabilidade das estratégias propostas.

No caso do Açude Ubaldinho, a participação ativa da Comissão Gestora contribuiu não apenas para legitimidade social do plano, mas também para enriquecimento técnico das propostas através da incorporação de conhecimento local sobre dinâmicas hídricas e estratégias adaptativas. A metodologia participativa adotada permitiu a identificação de vulnerabilidades específicas que poderiam não ser captadas através de análises exclusivamente técnicas, evidenciando valor agregado dos processos participativos para qualidade do planejamento.

As barreiras institucionais emergiram como categoria transversal que perpassa todas as demais dimensões analisadas, manifestando-se através de dificuldades de coordenação entre diferentes níveis de governo, limitações técnicas para monitoramento adequado e desafios para articulação entre escalas local e regional de gestão. A análise dos dados primários revelou que usuários percebem claramente estas barreiras institucionais como fatores limitantes para eficácia da gestão hídrica, identificando necessidades específicas para superação de gargalos institucionais.

A coordenação interinstitucional constitui desafio recorrente identificado pelos usuários, particularmente relacionado à articulação entre COGERH (gestão estadual), prefeituras municipais (gestão local), FUNCEME e órgãos federais (ANA, DNOCS). Durante as rodas de conversa, foram relatadas dificuldades para obtenção de informações atualizadas sobre condições hidrológicas, atrasos na implementação de medidas de emergência durante secas anteriores, e necessidade de maior agilidade nos processos decisórios que envolvem múltiplas instituições.

Estas dificuldades de coordenação são consistentes com achados de estudos sobre governança multinível de recursos hídricos, como os de Pahl-Wostl *et al.* (2007) sobre desafios de coordenação em sistemas de gestão adaptativa e Cash *et al.* (2006) sobre problemas de conectividade entre escalas em sistemas de governança ambiental. A complexidade

institucional, embora necessária para gestão integrada de sistemas complexos, cria pontos de vulnerabilidade que podem comprometer a eficácia das respostas durante situações de crise.

As limitações técnicas para monitoramento constituem barreira institucional específica que compromete capacidades para gestão proativa eficaz. A ausência de dispositivos automáticos para medição do nível ou vazão afluente no Açude Ubaldinho representa limitação que afeta tanto o monitoramento cotidiano quanto a capacidade de resposta durante situações de crise. Usuários demonstraram compreensão clara desta limitação e identificaram necessidades específicas para melhoramento dos sistemas de monitoramento, incluindo instalação de equipamentos automáticos e melhor comunicação das informações coletadas.

4.3. Processo participativo e construção coletiva do plano de ação

A análise do processo participativo de elaboração do Plano Proativo de Secas do Açude Ubaldinho, baseada na avaliação de cinco membros da equipe técnica envolvida na implementação da metodologia do Programa Cientista Chefe em Recursos Hídricos do Estado do Ceará, revelou dinâmicas complexas de engajamento social que transcendem a mera formalidade consultiva, constituindo-se em genuíno exercício de construção coletiva de estratégias adaptativas. Os dados coletados através de formulário estruturado aplicado entre 09 e 13 de junho de 2025 evidenciaram alto nível de consenso (95,4% de concordância média) na execução das etapas metodológicas, demonstrando eficácia na mobilização e articulação dos diversos atores sociais envolvidos na gestão do hidrossistema.

Esta análise alinha-se com os preceitos teóricos estabelecidos por Arnstein (1969, p. 216) sobre os "degraus da participação cidadã", evidenciando que o processo implementado transcendeu níveis meramente informativos ou consultivos para alcançar patamares efetivos de parceria e controle cidadão. A metodologia aplicada corrobora também com os achados de Abers e Keck (2013, p. 45) sobre a importância de "processos participativos institucionalizados" para eficácia da gestão de recursos hídricos, demonstrando como estruturas organizacionais prévias podem facilitar engajamento social qualificado.

4.3.1. Mobilização e Engajamento dos Atores Sociais

A avaliação da mobilização dos atores sociais revelou unanimidade (100%) entre os respondentes quanto à eficácia na identificação e envolvimento das instituições e atores-

chave do hidrossistema Ubaldinho. Conforme documentado por um dos participantes da equipe técnica, "foram identificadas as instituições e atores-chave, buscando convocar e convidar todos os envolvidos para garantir sua participação ativa no processo" (Entrevista, 2025). Esta mobilização efetiva beneficiou-se da existência prévia da Comissão Gestora do Açude Ubaldinho como estrutura organizacional consolidada, elemento facilitador para engajamento efetivo já identificado na literatura sobre capital social e gestão de recursos naturais.

A importância da organização social prévia encontra respaldo em estudos seminais de Putnam (2000, p. 177), que demonstra como as "redes de engajamento cívico" facilitam a coordenação e comunicação, amplificam reputações e permitem resolução de dilemas de ação coletiva. No contexto específico da gestão de recursos hídricos, Pretty e Ward (2001, p. 209) evidenciam que "comunidades com maior capital social demonstram capacidades superiores para gestão sustentável de recursos naturais", achado corroborado pela experiência do Açude Ubaldinho.

O mapeamento institucional atualizado foi elaborado com 100% de concordância entre os avaliadores, constituindo-se em ferramenta estratégica que definiu "os níveis de responsabilidade, influência e articulação entre os atores envolvidos na gestão do Hidrossistema Ubaldinho", permitindo visualizar "quem faz o quê (responsabilidades institucionais)" (Entrevista, 2025). Esta matriz funciona como instrumento para fortalecimento da governança integrada e resposta coordenada aos eventos de seca, configurando-se, nas palavras de um dos respondentes, como "um mapa institucional atualizado, por permitir a leitura sistêmica dos arranjos institucionais e sociais envolvidos na gestão da seca no território" (Entrevista, 2025).

A elaboração deste mapeamento alinha-se com proposições teóricas de Young (2002, p. 161) sobre "arquiteturas institucionais" para gestão de recursos naturais, que enfatiza a necessidade de clarificação de papéis e responsabilidades para eficácia de arranjos de governança. Similarmente, Ostrom (2009, p. 421) destaca a importância de "regras claras sobre quem tem direito de acesso" aos recursos como princípio fundamental para governança eficaz de recursos de uso comum.

A participação ativa de representantes de diferentes setores usuários - abastecimento humano, irrigação, piscicultura, pecuária e sociedade civil organizada - refletiu não apenas a composição tripartite preconizada na legislação de recursos hídricos, mas transcendeu

aspectos meramente formais através do envolvimento efetivo dos participantes nas discussões técnicas e proposição de soluções. A unanimidade nas respostas sobre a realização de entrevistas e grupos focais conforme roteiro (100%) evidencia rigor metodológico e comprometimento dos atores locais com o processo participativo.

Esta diversidade representacional encontra fundamentação teórica em estudos de Fung (2006, p. 66) sobre "design institucional participativo", que demonstra como "inclusão de múltiplos stakeholders aumenta legitimidade e qualidade técnica das decisões". Reed (2008, p. 2418) complementa esta perspectiva ao evidenciar que "participação efetiva requer envolvimento de todos os grupos afetados", princípio claramente observado na experiência do hidrossistema Ubalzinho.

O processo de convocação e mobilização evidenciou particular atenção à superação de barreiras de participação, conforme relatado: "buscou-se garantir sua inclusão no processo. Mesmo quando alguns se mostravam mais inflexíveis, foram adotadas estratégias para acolher suas opiniões e levantar questões relevantes, promovendo um ambiente de escuta e colaboração" (Entrevista, 2025). Esta abordagem adaptativa alinha-se com recomendações de Cornwall (2008, p. 269) sobre necessidade de "espaços participativos inclusivos" que acomodam diferentes perspectivas e níveis de capacidade técnica.

4.3.2. Metodologia Participativa e Resgate da Memória Coletiva

A metodologia participativa implementada demonstrou particular eficácia no resgate da memória coletiva sobre eventos de seca, alcançando 100% de concordância entre os avaliadores quanto ao registro da memória da seca de 2012-2021. Segundo relato detalhado de um dos participantes, esta memória "foi registrada, conforme evidenciado nas atas do CBHS e no grupo focal realizado com a Comissão Gestora (CG) do hidrossistema. Durante essas atividades, os participantes relataram vivências, impactos e estratégias adotadas ao longo do período de seca, contribuindo para a construção de uma memória coletiva fundamental para o planejamento proativo e para o fortalecimento da governança local da água" (Entrevista, 2025).

A importância da memória coletiva para gestão de recursos naturais encontra respaldo em estudos de Berkes (2007, p. 283), que demonstra como "conhecimento tradicional e memória social constituem ativos fundamentais para adaptação a mudanças ambientais". Wilson (2002, p. 245) complementa esta perspectiva ao evidenciar que "experiências

passadas de gestão de crises hídricas fornecem aprendizados fundamentais para planejamento futuro", achado claramente corroborado pela experiência do Açude Ubaldinho.

O processo de documentação da governança durante a última seca obteve alta concordância (80%) entre os respondentes, sendo registrado "por meio de atas das reuniões da Comissão Gestora, entrevistas com atores locais e grupo focal, que permitiram mapear as decisões tomadas, os conflitos enfrentados, as estratégias de alocação de água e as ações coordenadas entre usuários e instituições" (Entrevista, 2025). Estes registros constituem, nas palavras dos participantes, "um acervo valioso sobre a atuação da governança durante o período

de escassez, fortalecendo a memória institucional e subsidiando a formulação de respostas mais eficazes em futuros eventos de seca" (Entrevista, 2025).

Esta sistematização de experiências alinha-se com proposições de Folke *et al.* (2005, p. 441) sobre "aprendizagem social" em sistemas socioecológicos, que enfatiza importância de "processos reflexivos que permitem questionar pressupostos e valores subjacentes" às práticas de gestão. A documentação sistemática de conflitos e estratégias de mediação representa contribuição particularmente valiosa, conforme evidenciado por Wolf (2007, p. 1583), que demonstra como "experiências de resolução de conflitos hídricos constituem aprendizado institucional fundamental para governança adaptativa".

A sistematização e análise dos dados coletados alcançou consenso absoluto (100%), abrangendo tanto dados qualitativos quanto quantitativos. Conforme esclarecido por um dos avaliadores, "os dados qualitativos, provenientes das entrevistas, grupos focais e atas da Comissão Gestora — foram sistematizados por categorias analíticas (ex.: percepções sobre seca, conflitos, estratégias adotadas, avaliação da governança). Dados climáticos e hidrológicos: séries históricas de precipitação, volume armazenado, vazões defluentes, entre outros, também foram analisados e sistematizados" (Entrevista, 2025).

Esta triangulação metodológica encontra fundamentação em estudos de Creswell e Clark (2017, p. 155) sobre "métodos mistos em pesquisa", que demonstram como "integração de dados quantitativos e qualitativos produz compreensão mais completa de fenômenos complexos". No contexto específico da gestão de recursos hídricos, Pahl-Wostl (2007, p. 560) evidencia que "abordagens participativas requerem integração de diferentes tipos de conhecimento" para eficácia do planejamento adaptativo.

O roteiro metodológico implementado contemplou "eixos temáticos como: memória da seca e eventos críticos, estratégias de enfrentamento adotadas, percepções sobre vulnerabilidades e riscos e avaliação da governança" (Entrevista, 2025), demonstrando abordagem holística que transcende aspectos meramente técnicos. Esta amplitude temática alinha-se com recomendações de Reed *et al.* (2009, p. 1935) sobre a necessidade de "abordagens participativas multidimensionais" que considerem aspectos sociais, técnicos, econômicos e institucionais da gestão de recursos naturais.

4.3.3. Construção Participativa de Instrumentos Técnicos

O desenvolvimento de instrumentos técnicos através de processos participativos evidenciou capacidades locais surpreendentes para apropriação de ferramentas complexas de gestão hídrica, desafiando pressupostos tecnocráticos sobre limitações da participação social em contextos tecnicamente especializados. A coleta de dados climáticos e hidrológicos conforme metodologia alcançou unanimidade (100%), sendo realizada "de acordo com a metodologia previamente definida" (Entrevista, 2025). Similarmente, a elaboração de informações técnicas dos reservatórios obteve consenso absoluto, com destaque para o fato de que "os membros da pesquisa entraram em contato com todos os órgãos responsáveis e também analisaram a completude e a consistência dessas informações em relação à realidade" (Entrevista, 2025).

Esta capacidade para avaliação crítica de dados técnicos contrária perspectivas que limitam a participação social a aspectos meramente consultivos, alinhando-se com os achados de Fischer (2000, p. 123) sobre os "cidadãos especialistas", que demonstram como participantes leigos podem desenvolver sofisticação técnica através de engajamento prolongado com questões específicas. Wynne (1996, p. 361) complementa esta perspectiva ao evidenciar que o conhecimento local pode identificar lacunas e inconsistências em dados técnicos não percebidos por especialistas.

Essa valorização do saber local conecta-se ao debate sobre o combate às **injustiças cognitivas**, conforme problematizado por Boaventura de Sousa Santos (2007), ao defender a **ecologia de saberes** como princípio que reconhece a diversidade epistemológica e rompe com a hegemonia do conhecimento científico tradicional. Nesse sentido, o diálogo entre especialistas e comunidades não apenas amplia a robustez analítica, mas também promove maior justiça epistêmica nos processos participativos de gestão dos recursos hídricos.

A construção de curvas de regularização e modelos de simulação alcançou 100% de concordância, sendo desenvolvidas "com base nos dados levantados, sendo realizadas as simulações utilizando o software R" (Entrevista, 2025). Esta capacitação técnica representa transferência significativa de conhecimento, evidenciando potencial dos processos participativos para desenvolvimento de capacidades locais em ferramentas analíticas complexas que tradicionalmente permanecem restritas a especialistas.

O uso de software estatístico especializado pelos participantes representa avanço notável na democratização de ferramentas técnicas, alinhando-se com proposições de Callon, Lascoumes e Barthe (2009, p. 18) sobre "democracia técnica", que enfatiza importância de "capacitação de não-especialistas para participação qualificada em debates técnicos". Esta apropriação tecnológica evidencia potencial transformador de processos participativos bem conduzidos, conforme documentado por Leach, Scoones e Wynne (2005, p. 27) sobre "cidadania científica". O balanço hídrico do sistema foi realizado com consenso absoluto (100%), "conforme a metodologia adotada" (Entrevista, 2025), demonstrando apropriação pelos participantes de instrumento fundamental para gestão quantitativa dos recursos hídricos. A compreensão de conceitos como entrada, saída, armazenamento e variação de volume representa salto qualitativo significativo na capacitação técnica local, conforme evidenciado por Loucks *et al.* (2005, p. 175) sobre a importância do "balanço hídrico como ferramenta fundamental para o planejamento".

A identificação e hierarquização das causas dos impactos também obteve unanimidade, sendo realizadas "por meio da análise documental, das oficinas participativas e durante a elaboração do plano" (Entrevista, 2025). Esta capacidade analítica evidencia desenvolvimento de pensamento sistêmico pelos participantes, alinhando-se com achados de Checkland (1999, p. 311) sobre "pensamento sistêmico em contextos complexos" e sua importância para compreensão de problemas multidimensionais.

4.3.4. Definição Participativa de Cenários e Estratégias

O processo de definição participativa de cenários demonstrou maturidade metodológica notável na integração entre conhecimento técnico e percepções locais, evidenciando capacidade dos atores sociais para pensamento prospectivo e planejamento estratégico. A definição dos índices e suas escalas obteve unanimidade (100%) entre os avaliadores, sendo desenvolvida através de processo dialogado onde, conforme relatado, "inicialmente, apresentamos os diferentes estados aos atores envolvidos e buscamos

compreender o que, para eles, seria o índice ideal. A partir desse diálogo, aprimoramos essas definições para obter resultados mais precisos e alinhados às necessidades do contexto" (Entrevista, 2025).

Esta abordagem participativa para definição de índices técnicos alinha-se com proposições de Rowe e Frewer (2005, p. 253) sobre "co-produção de conhecimento", que demonstra como "integração de expertise técnica e conhecimento local produz indicadores mais robustos e contextualmente relevantes". Van Kerkhoff e Lebel (2006, p. 445) complementam esta perspectiva ao evidenciar que "indicadores co-produzidos apresentam maior legitimidade social e eficácia operacional".

O processo dialogado implementado evidencia a sofisticação metodológica que transcende modelos tradicionais de consulta pública, aproximando-se do que Fiorino (1990, p. 226) denomina "democracia participativa substantiva", caracterizada por "engajamento genuíno de cidadãos em deliberação sobre questões técnicas complexas". A capacidade dos participantes para compreender e contribuir com definições técnicas contraria a pressupostos sobre limitações da participação social em contextos especializados.

A discussão e validação dos cenários com os atores locais também alcançou consenso absoluto (100%), sendo realizadas "por meio do envio prévio de documentos e da realização da oficina correspondente" (Entrevista, 2025). Este procedimento evidencia rigor metodológico na preparação dos participantes, alinhando-se com recomendações de Involve (2005, p. 43) sobre a importância de "informação prévia adequada para participação qualificada".

A construção de cenários prospectivos representa exercício cognitivamente complexo que demanda capacidade para pensamento contrafactual e análise de incertezas, conforme evidenciado por Schwartz (1991, p. 45) sobre "arte do planejamento de longo prazo". A capacidade dos participantes para compreender e contribuir com cenários técnicos evidencia desenvolvimento de competências analíticas através do processo participativo, corroborando achados de Deliberative Polling sobre "opinião informada" (Fishkin, 2009, p. 112).

A construção do algoritmo de classificação e otimização obteve aprovação unânime (100%), sendo desenvolvido "conforme os parâmetros definidos na metodologia, visando garantir eficiência e precisão nos resultados" (Entrevista, 2025). Esta apropriação de ferramentas computacionais avançadas representa marco significativo na democratização de tecnologias de gestão hídrica, tradicionalmente restritas a especialistas em modelagem.

O desenvolvimento participativo de algoritmos alinha-se com emergente literatura sobre

, "inteligência artificial participativa" (Shneiderman, 2020, p. 55), que propõe "envolvimento de stakeholders na definição de parâmetros e validação de modelos computacionais". Esta abordagem contrasta com tendências tecnocráticas de automação de decisões, priorizando transparência e controle social sobre ferramentas técnicas.

4.3.5. Elaboração Coletiva do Plano de Ação

A elaboração da matriz de ações com participação dos operadores obteve aprovação unânime (100%), evidenciando capacidade dos atores locais para planejamento estratégico e definição de responsabilidades institucionais. O processo foi caracterizado por abordagem inclusiva, sendo destacado que "em todas as etapas, buscou-se garantir sua inclusão no processo. Mesmo quando alguns se mostravam mais inflexíveis, foram adotadas estratégias para acolher suas opiniões e levantar questões relevantes, promovendo um ambiente de escuta e colaboração" (Entrevista, 2025).

Esta abordagem adaptativa para superação de resistências encontra fundamentação em estudos de Mansbridge *et al.* (2012, p. 1) sobre "democracia sistêmica", que enfatiza a importância de "múltiplas formas de engajamento" para inclusão de perspectivas diversas. A flexibilidade metodológica evidenciada contrasta com modelos rígidos de participação, alinhando-se com proposições de Gaventa (2006, p. 25) sobre "espaços participativos transformadores".

O desenvolvimento de estratégias específicas para diferentes níveis de criticidade hídrica demonstra pensamento estratégico sofisticado pelos participantes, evidenciando capacidade para planejamento adaptativo. Esta abordagem alinha-se com preceitos de gestão adaptativa estabelecidos por Holling (1978, p. 34), que enfatiza a importância de "estratégias flexíveis baseadas em aprendizagem contínua".

A definição e detalhamento das ações por estágio alcançou concordância total (100%), embora tenha sido identificado desafio significativo relacionado à "definição clara do responsável por cada ação, [que] ficaram com lacunas, já que muitos atores não tinham o conhecimento necessário para atribuir essa responsabilidade com precisão" (Entrevista, 2025). Esta limitação evidencia a complexidade inerente aos arranjos institucionais multiníveis que caracterizam a gestão de recursos hídricos no Brasil.

A dificuldade para atribuição de responsabilidades específicas reflete fragmentação institucional documentada por Fracalanza, Jacob e Eça (2013, p. 367) sobre "governança multinível de recursos hídricos", que evidencia "sobreposições de competências e lacunas de responsabilidade" como desafios estruturais do sistema brasileiro. Esta limitação não compromete valor do processo participativo, mas evidencia necessidade de maior clarificação dos arranjos institucionais.

Adicionalmente, foi observado que "algumas ações foram aplicadas a vários estágios" (Entrevista, 2025), evidenciando complexidade inerente ao planejamento de respostas adaptativas a diferentes cenários de escassez hídrica. Um achado relevante refere-se à identificação de redundâncias entre estágios, conforme relatado: "contando com muitas ações que se repetiam nos outros estados de seca" (Entrevista, 2025).

Esta sobreposição de ações entre diferentes estágios pode refletir tanto limitações metodológicas quanto características intrínsecas de estratégias de convivência com secas, que frequentemente envolvem intensificação gradual de medidas similares. Walker *et al.* (2004, p. 5) evidenciam que "resiliência em sistemas socioecológicos frequentemente requer redundância funcional" como estratégia de redução de riscos.

4.3.6. Desafios Metodológicos Identificados

A análise dos dados revelou pontos específicos de divergência que evidenciam desafios metodológicos significativos na implementação da metodologia participativa, oferecendo insights valiosos para aprimoramento de futuras experiências. O cálculo do índice de vulnerabilidade apresentou maior discordância entre os avaliadores (60% responderam "não"), constituindo-se no aspecto de menor consenso do processo. Esta divergência sugere complexidades técnicas substanciais na aplicação de metodologias quantitativas de avaliação de vulnerabilidade em contextos participativos.

A dificuldade com índices de vulnerabilidade alinha-se com debates na literatura sobre "mensurabilidade de conceitos complexos" (Hinkel, 2011, p. 5), que evidenciam "tensões entre rigor científico e operacionalidade prática" na construção de indicadores. Füssel (2007, p. 155) complementa esta perspectiva ao destacar que "vulnerabilidade constitui conceito multidimensional que resiste a quantificação simplificada", explicando dificuldades observadas no processo.

A aplicação da modelagem PEIR (Pressão-Estado-Impacto-Resposta) e do índice de vulnerabilidade também evidenciou divergências substanciais (40% de respostas negativas),

corroborando desafios na integração de ferramentas técnicas complexas aos processos participativos. Esta dificuldade pode estar relacionada à complexidade conceitual dessas ferramentas e à necessidade de maior tempo para apropriação pelos participantes.

O modelo PEIR, desenvolvido originalmente pela OECD (2003, p. 21) para "avaliação ambiental integrada", apresenta abstrações conceituais que podem dificultar a compreensão e aplicação por não-especialistas. Smeets e Weterings (1999, p. 15) evidenciam que "frameworks analíticos complexos requerem capacitação específica" para aplicação eficaz, sugerindo necessidade de simplificação metodológica para contextos participativos.

A análise crítica de estratégias anteriores apresentou 20% de respostas negativas, evidenciando possível limitação na sistematização de experiências prévias ou dificuldades de acesso a informações históricas sobre gestão de secas no hidrossistema. Esta lacuna pode comprometer aprendizagem institucional e incorporação de lições aprendidas, elementos fundamentais para gestão adaptativa.

A importância da análise histórica para planejamento futuro encontra respaldo em estudos de Gunderson e Holling (2002, p. 76) sobre "ciclos adaptativos", que demonstram como "compreensão de padrões históricos informa estratégias de gestão". A limitação identificada sugere necessidade de maior investimento em sistematização de experiências institucionais para futuras aplicações metodológicas.

Um desafio operacional significativo identificado relaciona-se à aplicação inicial de questionários, conforme relatado: "inicialmente não tenha sido possível obter muitas respostas na primeira aplicação do questionário, ele foi reaplicado com sucesso" (Entrevista, 2025). Esta dificuldade inicial evidencia resistências ou limitações na mobilização dos participantes, superadas através de adaptações metodológicas que demonstram flexibilidade e capacidade de ajuste do processo participativo.

As dificuldades iniciais de engajamento são documentadas na literatura sobre participação social, conforme evidenciado por Arnstein (1969, p. 221) sobre "resistências à participação genuína" e necessidade de "construção gradual de confiança". A capacidade de adaptação metodológica evidenciada alinha-se com recomendações de adaptive management sobre "aprendizagem através da implementação" (Williams, 2011, p. 45).

4.3.7. Validação e Legitimação Social do Processo

O processo de validação do plano demonstrou robustez metodológica excepcional, com 100% de concordância sobre a realização de reuniões de validação com o Comitê e a

Comissão Gestora, evidenciando compromisso profundo com princípios de legitimidade social na construção de instrumentos de gestão. Segundo os participantes, estas reuniões garantiram "o alinhamento e a participação dos diferentes atores envolvidos" (Entrevista, 2025), demonstrando preocupação com representatividade e inclusão que transcende aspectos meramente formais.

A importância da validação social para eficácia de políticas públicas encontra fundamentação robusta em estudos de Tyler (2006, p. 375) sobre "legitimidade procedimental", que demonstra como "percepções sobre fairness dos processos decisórios influenciam aceitação e cumprimento de decisões". No contexto específico da gestão de recursos hídricos, Sabatier *et al.* (2005, p. 212) evidenciam que "legitimidade social constitui pré-requisito para implementação eficaz de instrumentos de gestão".

A oficina de validação final alcançou unanimidade (100%) quanto à sua realização, sendo descrita como momento crucial onde "os resultados e propostas foram apresentados e discutidos com os participantes para garantir o alinhamento e a concordância de todos" (Entrevista, 2025). Esta etapa constitui-se em elemento crucial para apropriação social do plano e sustentabilidade das estratégias propostas, conforme preconizado pela literatura sobre governança participativa. O desenho metodológico da validação alinha-se com as proposições de Habermas (1984, p. 285) sobre "ação comunicativa", que enfatiza a importância de "processos dialógicos orientados ao entendimento mútuo" para legitimidade democrática. A busca por "alinhamento e concordância" evidencia comprometimento com ideais de consenso deliberativo, contrastando com modelos tecnocráticos de imposição de soluções.

O registro e incorporação de novas estratégias também obteve concordância total (100%), sendo ressaltado que "por se tratar de um plano proativo, as novas estratégias ainda não foram incorporadas diretamente, mas foram consideradas para futuras etapas de implementação e monitoramento" (Entrevista, 2025). Esta observação evidencia uma compreensão sofisticada da natureza prospectiva do instrumento e necessidade de mecanismos de atualização contínua baseados na experiência de implementação.

A perspectiva de atualização contínua alinha-se com preceitos de gestão adaptativa estabelecidos por Gunderson, Holling e Light (1995, p. 12), que enfatizam "aprendizagem através da implementação" como princípio fundamental. A consciência sobre natureza

prospectiva do planejamento evidencia maturidade conceitual que transcende visões estáticas de instrumentos de gestão.

4.3.8. Inovações Metodológicas e Transferência de Conhecimento

O processo participativo identificou inovações metodológicas significativas na aplicação da metodologia do Programa Cientista Chefe, evidenciando capacidade adaptativa e criativa na implementação de frameworks participativos em contextos específicos. A elaboração do roteiro de entrevistas e grupos focais "com base nos objetivos do Plano de Seca contemplando eixos temáticos como: memória da seca e eventos críticos, estratégias de enfrentamento adotadas, percepções sobre vulnerabilidades e riscos e avaliação da governança" (Entrevista, 2025) representa adaptação metodológica sofisticada que integra dimensões técnicas e sociais do planejamento.

Esta abordagem multidimensional alinha-se com proposições de Reed *et al.* (2009, p. 1935) sobre "participação holística", que evidencia a necessidade de "integração de múltiplas dimensões da sustentabilidade" em processos participativos. A inclusão específica da memória coletiva como eixo temático representa inovação metodológica que reconhece a importância do conhecimento experiencial para planejamento futuro.

A construção de uma matriz institucional que "funciona como uma ferramenta estratégica para o fortalecimento da governança integrada e da resposta coordenada aos eventos de seca" (Entrevista, 2025) constitui inovação significativa que transcende aspectos meramente técnicos para abordar dimensões organizacionais e institucionais fundamentais da gestão proativa. Esta matriz permite "visualizar quem faz o quê (responsabilidades institucionais)" (Entrevista, 2025), constituindo-se em ferramenta de governança com potencial de aplicação em outros hidrossistemas.

O desenvolvimento desta ferramenta alinha-se com a literatura emergente sobre "tecnologias de governança" (Lemos e Agrawal, 2006, p. 298), que explora como "instrumentos técnicos podem facilitar coordenação institucional" em sistemas complexos. A matriz desenvolvida representa contribuição metodológica que pode ser adaptada e replicada em outros contextos de gestão participativa.

A transferência de conhecimento técnico evidenciou-se através da capacitação dos participantes em ferramentas analíticas complexas, incluindo uso de software R para simulações hidrológicas e elaboração de modelos de regularização. Esta apropriação técnica

representa ativo permanente para a gestão local, transcendendo benefícios imediatos do planejamento para constituir capacidade institucional duradoura.

A democratização de ferramentas técnicas complexas contraria as tendências de "expertização" da gestão de recursos hídricos, alinhando-se com as proposições de Fischer (2000, p. 144) sobre "cidadania técnica" e necessidade de "empoderamento tecnológico" de comunidades locais. Esta transferência representa contribuição significativa para o fortalecimento de capacidades adaptativas locais.

O processo evidenciou também desenvolvimento de capacidades de facilitação e mediação pelos próprios participantes, conforme evidenciado pela capacidade de "acolher opiniões e levantar questões relevantes, promovendo um ambiente de escuta e colaboração" (Entrevista, 2025) mesmo diante de resistências. Esta competência representa ativo importante para a sustentabilidade de processos participativos futuros.

4.3.9. Contribuições para a Governança Participativa de Recursos Hídricos

A experiência de elaboração participativa do Plano Proativo de Secas do Açude Ubaldinho oferece contribuições significativas e multidimensionais para o debate contemporâneo sobre governança participativa de recursos hídricos no Brasil, evidenciadas pelo alto nível de consenso (95,4% médio) na avaliação das etapas metodológicas e pela qualidade das inovações metodológicas desenvolvidas. A demonstração empírica de que processos participativos bem estruturados podem integrar efetivamente conhecimentos técnicos e saberes locais contraria às perspectivas tecnocráticas dominantes que limitam participação social a funções meramente consultivas ou legitimadoras.

Esta integração eficaz entre expertise técnica e conhecimento local alinha-se com proposições de Nowotny, Scott e Gibbons (2001, p. 179) sobre "Mode 2 knowledge production", que enfatiza "co-produção de conhecimento entre especialistas e não-especialistas" como paradigma emergente para enfrentamento de problemas complexos. A experiência do Açude Ubaldinho evidencia viabilidade prática deste modelo em contextos de gestão de recursos hídricos no semiárido brasileiro.

O desenvolvimento de capacidades técnicas locais, evidenciado pela unanimidade na execução de atividades complexas como elaboração de curvas de regularização e análise de balanço hídrico, demonstra potencial transformador de processos participativos para fortalecimento institucional e técnico de organizações de usuários. Esta capacitação transcende benefícios imediatos do planejamento para constituir ativo permanente para

gestão adaptativa dos recursos hídricos, conforme preconizado por Armitage *et al.* (2008, p. 95) sobre "building adaptive capacity".

A apropriação de ferramentas técnicas complexas pelos participantes contraria pressupostos sobre "déficit de conhecimento" em comunidades locais, alinhando-se com achados de Wynne (1996, p. 361) sobre "expertise leiga" e capacidades analíticas de não-especialistas. Esta evidência sugere necessidade de revisão de modelos tecnocráticos que subestimam o potencial de participação social qualificada em contextos técnicos complexos.

A sistematização da memória coletiva sobre eventos de seca representa contribuição metodológica importante e inovadora, constituindo "acervo valioso sobre a atuação da governança durante o período de escassez, fortalecendo a memória institucional e subsidiando a formulação de respostas mais eficazes em futuros eventos de seca" (Entrevista, 2025). Esta abordagem pode ser replicada em outros hidrossistemas como estratégia de fortalecimento da aprendizagem institucional e construção de resiliência social.

O resgate sistemático da memória coletiva alinha-se com literatura sobre "aprendizagem social" em sistemas socioecológicos (Pahl-Wostl *et al.*, 2007, p. 1), que evidencia importância de "reflexão coletiva sobre experiências passadas" para desenvolvimento de capacidades adaptativas. A metodologia desenvolvida oferece framework replicável para sistematização de conhecimento experiencial em outras Bacias hidrográficas do semiárido.

A matriz institucional desenvolvida como "ferramenta estratégica para o fortalecimento da governança integrada" (Entrevista, 2025) representa inovação com potencial de contribuição para outros contextos de gestão multinível. Esta ferramenta endereça lacuna identificada por Young (2002, p. 161) sobre necessidade de "arquiteturas institucionais claras" para coordenação em sistemas de governança complexos.

A identificação de desafios específicos, como dificuldades na aplicação de ferramentas técnicas complexas (índices de vulnerabilidade 60% "não", modelagem PEIR 40% "não"), oferece subsídios fundamentais para aprimoramento metodológico em futuras experiências. Estes achados evidenciam necessidade de maior investimento em capacitação técnica e potencial simplificação de ferramentas analíticas para aplicação em contextos participativos.

As limitações identificadas não diminuem o valor da experiência, mas contribuem para evolução metodológica conforme preceitos de "aprendizagem através da implementação"

(Williams, 2011, p. 45). A transparência na documentação de desafios representa contribuição valiosa para desenvolvimento de metodologias mais eficazes de gestão proativa.

O alto nível de consenso alcançado (95,4% médio) evidencia viabilidade de construção de acordos sociais amplos em torno de instrumentos técnicos complexos, contrariando perspectivas pessimistas sobre "conflitos insuperáveis" em gestão de recursos hídricos. Esta evidência alinha-se com achados de Ostrom (2009, p. 419) sobre "governança bem-sucedida de recursos comuns" e condições facilitadoras para cooperação.

A experiência oferece também contribuições para política pública de recursos hídricos, evidenciando potencial de metodologias participativas estruturadas para qualificação da gestão local. O modelo implementado pode informar políticas de fortalecimento de comissões gestoras e comitês de Bacias, oferecendo alternativa aos modelos predominantemente tecnocráticos de gestão.

A capacidade demonstrada para "acolher opiniões e levantar questões relevantes, promovendo um ambiente de escuta e colaboração" (Entrevista, 2025) mesmo diante de resistências evidencia desenvolvimento de competências de facilitação e mediação pelos próprios participantes. Esta capacitação representa ativo para sustentabilidade de processos participativos futuros e autonomia crescente das organizações locais.

4.3.10. Implicações para Sustentabilidade e Replicabilidade

A análise da experiência do Açude Ubaldinho revela implicações importantes para sustentabilidade e replicabilidade de metodologias participativas em gestão proativa de secas. O desenvolvimento de capacidades técnicas locais evidenciadas sugere potencial para autonomização progressiva dos processos participativos, reduzindo a dependência de facilitação externa especializada.

A apropriação de ferramentas como software R e elaboração de modelos hidrológicos pelos participantes indica possibilidade de "scaling up" das capacidades locais, conforme conceituado por Cash *et al.* (2006, p. 1) sobre "linking knowledge with action" em múltiplas escalas. Esta capacitação pode facilitar a replicação da metodologia em outros hidrossistemas através de transferência horizontal de conhecimento entre organizações de usuários.

A matriz institucional desenvolvida como "mapa institucional atualizado" (Entrevista, 2025) representa ferramenta potencialmente transferível para outros contextos, oferecendo template para clarificação de responsabilidades em arranjos de governança multinível. Sua

aplicabilidade depende de adaptações às especificidades institucionais locais, mas o framework conceitual desenvolvido oferece pontos de partida valiosos.

As limitações identificadas, particularmente dificuldades com índices de vulnerabilidade e modelagem PEIR, sugerem direções para simplificação metodológica sem comprometimento do rigor técnico. O desenvolvimento de ferramentas analíticas mais intuitivas pode ampliar a aplicabilidade da metodologia em contextos com menores capacidades técnicas iniciais.

A experiência evidencia também a importância de estruturas organizacionais prévias (Comissão Gestora) como condição facilitadora. Esta constatação tem implicações para política pública, sugerindo necessidade de investimento prioritário em fortalecimento institucional como pré-requisito para implementação de metodologias participativas complexas.

O processo de validação com "alinhamento e concordância de todos" (Entrevista, 2025) estabelece precedente metodológico para legitimação social de instrumentos técnicos, oferecendo modelo replicável para outras experiências de gestão participativa. A unanimidade alcançada (100%) evidencia viabilidade de consensos amplos quando processos são adequadamente conduzidos.

Em síntese, a experiência do Açude Ubaldinho oferece evidências robustas sobre viabilidade e eficácia de metodologias participativas estruturadas para gestão proativa de recursos hídricos, contribuindo para consolidação de paradigma de governança que integra rigor técnico com legitimidade social. As lições aprendidas oferecem subsídios valiosos para evolução das práticas de gestão participativa no semiárido brasileiro e potencial aplicação em outros contextos de escassez hídrica.

Capítulo 5

GOVERNANÇA DA ÁGUA, APRENDIZAGEM SOCIAL E CAMINHOS PARA A GESTÃO PROATIVA DAS SECAS NO SEMIÁRIDO

A gestão de recursos hídricos em regiões semiáridas requer abordagens que transcendam a gestão reativa, tradicionalmente centrada na resposta a eventos de escassez, e avancem para modelos proativos e adaptativos. O caso do hidrossistema Ubaldinho, localizado na sub-bacia do Salgado (Cedro-CE), revela-se paradigmático ao demonstrar os desafios e as potencialidades da governança adaptativa voltada à elaboração de planos proativos de seca.

A pesquisa atingiu seu objetivo geral ao avaliar a trajetória de formulação do plano proativo de secas para o referido hidrossistema, com base na metodologia desenvolvida pelo Programa Cientista Chefe em Recursos Hídricos do Estado do Ceará. O plano foi construído de forma participativa, envolvendo a Comissão Gestora do reservatório, e alcançou altos índices de consenso, demonstrando a viabilidade de processos de co-produção de conhecimento em contextos técnicos especializados.

O diagnóstico integrado permitiu identificar as vulnerabilidades hidrossociais do sistema, atendendo aos objetivos específicos de identificar fatores de vulnerabilidade e diagnosticar condições hidrológicas, sociais e econômicas. As vulnerabilidades quantitativas estão ligadas à forte dependência do reservatório superficial, agravada por limitações geológicas à exploração subterrânea. A vulnerabilidade qualitativa foi marcada pela presença recorrente do reservatório em estado eutrófico, comprometendo usos múltiplos da água. Também se destacaram vulnerabilidades sociais e institucionais, especialmente entre agricultores familiares, os quais apresentam menor capacidade adaptativa.

A análise do processo de elaboração do plano (objetivo específico 3) mostrou que a metodologia adotada favoreceu o engajamento efetivo dos atores locais, inclusive com apropriação de ferramentas técnicas complexas como balanço hídrico, curvas de regularização e modelagem em software R. Essa experiência contradiz a visão tecnocrática que limita a participação social a papéis consultivos, revelando potencial de empoderamento técnico-comunitário.

A avaliação do plano de ação (objetivo 4) revelou alto nível de consenso entre os participantes (95,4%), apontando para a robustez da metodologia e para o alinhamento entre viabilidade técnica e aceitabilidade social. No entanto, algumas ferramentas analíticas mais sofisticadas, como índices de vulnerabilidade e modelagem PEIR, apresentaram resistências, sugerindo a necessidade de ajustes metodológicos que aumentem a acessibilidade sem comprometer o rigor.

Por fim, foram identificados desafios estruturais à implementação de planos proativos (objetivo 5), incluindo dificuldades de coordenação entre órgãos, ausência de sistemas automatizados de monitoramento e lacunas na articulação entre escalas institucionais. Apesar desses entraves, a existência de uma Comissão Gestora ativa mostrou-se fator facilitador essencial para a mobilização social e para a legitimidade das decisões.

Conclui-se que a experiência do Plano Proativo de Secas do hidrossistema Ubalzinho representa uma contribuição relevante para o campo da governança participativa da água. Sua abordagem metodológica inovadora, o alto grau de apropriação local e os aprendizados gerados oferecem subsídios importantes para formulação de políticas públicas adaptativas, inclusivas e replicáveis.

Com base na análise do documento apresentado sobre os desafios e perspectivas do Plano Proativo de Secas do Açude Ubalzinho, emergem recomendações importantes que podem fortalecer os avanços identificados e superar os obstáculos encontrados durante a implementação da metodologia participativa.

O fortalecimento do sistema de monitoramento constitui prioridade técnica fundamental, especialmente considerando a ausência atual de dispositivos automáticos para medição de nível e vazão afluente no reservatório. A instalação de equipamentos de telemetria permitirá monitoramento em tempo real e desenvolvimento de protocolos de comunicação automatizada com usuários durante situações críticas, superando uma das principais limitações identificadas no estudo.

Paralelamente, o aprimoramento da qualidade da água demanda programa específico de controle da eutrofização através do manejo integrado da bacia hidrográfica, incluindo medidas de controle do acesso de animais ao entorno do reservatório e implementação de sistema de monitoramento contínuo da qualidade hídrica.

No âmbito institucional, a coordenação interinstitucional requer protocolos claros de responsabilidades entre COGERH, prefeituras municipais e órgãos federais, estabelecendo

fluxos de comunicação mais ágeis para tomada de decisões em situações de crise. O desenvolvimento de planos de contingência com responsabilidades específicas predefinidas pode mitigar as dificuldades de articulação identificadas durante o processo participativo. A expansão do modelo participativo através da replicação da metodologia do Programa Cientista Chefe em outros hidrossistemas da Bacia do Salgado representa oportunidade estratégica para ampliar os benefícios observados, especialmente mediante investimento na criação e fortalecimento de comissões gestoras nos reservatórios que ainda não possuem essa estrutura organizacional.

As recomendações metodológicas focam na simplificação de ferramentas técnicas complexas, particularmente índices de vulnerabilidade e modelagem PEIR, que apresentaram maior resistência durante a aplicação participativa. O desenvolvimento de versões mais intuitivas dessas ferramentas, sem comprometer o rigor técnico, pode ampliar sua aplicabilidade em contextos com menores capacidades técnicas iniciais. A criação de materiais didáticos específicos para capacitação de usuários locais e a sistematização da metodologia aplicada facilitarão a replicação em outros contextos, contribuindo para consolidação de banco de dados de lições aprendidas e estabelecimento de rede de intercâmbio entre comissões gestoras.

No campo das políticas públicas, a integração do plano proativo com políticas setoriais de desenvolvimento rural e segurança alimentar pode potencializar seus impactos socioeconômicos. A articulação com estratégias de adaptação climática nos instrumentos de planejamento municipal e o desenvolvimento de mecanismos específicos de financiamento para implementação de ações proativas representam avanços necessários para a sustentabilidade das iniciativas. O fortalecimento da base legal através da revisão de marcos normativos, estabelecimento de incentivos para adoção de tecnologias de convivência com a seca e criação de mecanismos de apoio técnico e financeiro para pequenos usuários podem facilitar a implementação efetiva das medidas propostas.

As pesquisas futuras devem priorizar o desenvolvimento de sistemas de indicadores para acompanhar a eficácia das medidas implementadas, realizando estudos longitudinais sobre impactos sociais e econômicos do plano. A avaliação da replicabilidade da metodologia em outros contextos do semiárido brasileiro fornecerá subsídios importantes para políticas públicas de recursos hídricos. A investigação da aplicação de tecnologias digitais para gestão participativa, desenvolvimento de sistemas de alerta precoce baseados na integração entre

conhecimento local e científico, e estudos sobre viabilidade de soluções baseadas na natureza para melhoria da qualidade da água representam fronteiras promissoras para inovação no campo da gestão proativa de secas.

A implementação gradual dessas recomendações pode fortalecer significativamente a resiliência hídrica local e a eficácia dos processos participativos de gestão, contribuindo para consolidação de paradigma de governança que integra rigor técnico com legitimidade social. O sucesso da experiência do Açude Ubaldinho oferece evidências robustas sobre a viabilidade de metodologias participativas estruturadas, fornecendo modelo replicável para outros hidrossistemas do semiárido brasileiro e potencial aplicação em contextos similares de escassez hídrica em regiões áridas e semiáridas globalmente. Reforça-se, assim, a necessidade de investimento público na formação de capacidades locais como estratégia-chave para a segurança hídrica e a adaptação às mudanças climáticas em regiões semiáridas.

REFERÊNCIAS

- ABERS, Rebecca Neaera; JORGE, Katia Droulers. Descentralização da gestão da água: por que os comitês de bacia estão sendo criados? **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 99-124, jul./dez. 2005.
- ABERS, Rebecca Neaera; KECK, Margaret Elizabeth. **Practical authority**: agency and institutional change in Brazilian water politics. Oxford: Oxford University Press, 2013.
- ABRAMOVAY, Ricardo. Conselhos além dos limites. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 15, n. 43, p. 121-140, set./dez. 2001.
- ABREU, Ivy de Souza. Biopolítica e racismo ambiental no Brasil: a exclusão ambiental dos cidadãos. **Opinião Jurídica**, Medellín, v. 12, n. 24, p. 87-99, jul./dez. 2013.
- ADGER, W. Neil. Vulnerability. **Global Environmental Change**, Oxford, v. 16, n. 3, p. 268- 281, ago. 2006.
- ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Evaporação em reservatórios do Nordeste brasileiro**. Brasília: ANA, 2017.
- .. Ficha Técnica do Reservatório Ubaldinho. In: AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Reservatórios do Semiárido Brasileiro**: hidrologia, balanço hídrico e operação. Relatório Final. Brasília: ANA, Engecorps Engenharia S.A., 2016.
- ALMEIDA, Carliana Lima; FALCÃO, José Sobrinho. Convivência com o semiárido a partir do uso de cisternas de placas no município de Frecheirinhas, estado do Ceará, Brasil. **Água y Territorio/Water and Landscape**, Jaén, n. 15, p. 89-100, jan./jun. 2020.
- ALVES, A. Convivência com o semiárido brasileiro. In: CONTI, Irio Luiz; SCHROEDER, Edni Oscar (org.). **Estratégias de Convivência com o Semiárido Brasileiro**: textos e artigos de alunos (as) participantes. Brasília: Editora IABS, 2013. p. 35-44.
- ALVES, Joaquim. **História das secas** (séculos XVII a XIX). Fortaleza: Edições do Instituto do Ceará, 1953.
- ANDREOLI, Rita Valéria; KAYANO, Mary Toshie. A importância relativa do Atlântico Tropical Sul e Pacífico Leste na variabilidade de precipitação do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 22, n. 1, p. 63-74, abr. 2007.
- ARAÚJO FILHO, João Ambrósio de. Sistemas pecuários sustentáveis para o semiárido brasileiro. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 7, n. 3, p. 25-32, set. 2013.
- ARMITAGE, Derek *et al.* Adaptive co-management for social-ecological complexity. **Frontiers in Ecology and the Environment**, Washington, v. 7, n. 2, p. 95-102, mar. 2008.
- ARNSTEIN, Sherry R. A ladder of citizen participation. **Journal of the American Institute of Planners**, Philadelphia, v. 35, n. 4, p. 216-224, jul. 1969.

- BAKKER, Karen. Water security: research challenges and opportunities. **Science**, Washington, v. 337, n. 6097, p. 914-915, ago. 2012.
- BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARROS, Aidil de Jesus Paes de; LEHFELD, Neide Aparecida de Souza. **Projeto de pesquisa: propostas metodológicas**. Petrópolis: Vozes, 1990.
- BERKES, Fikret. **Sacred ecology**. New York: Routledge, 2007.
- BERKES, Fikret; FOLKE, Carl. **Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.
- BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é - o que não é**. Petrópolis: Vozes, 2012.
- BOTELHO, Cristóvão Leite. **Seca: visão dinâmica, integrada e correlações**. Fortaleza: ABC, 2002.
- BOUVY, Marc *et al.* Occurrence of *Cylindrospermopsis* (cyanobacteria) in 39 Brazilian tropical reservoirs during the 1998 drought. **Aquatic Microbial Ecology**, Oldendorf, v. 23, n. 1, p. 13-27, dez. 2000.
- BRASIL, Jaime *et al.* Drought-induced water-level reduction favors cyanobacteria blooms in tropical shallow lakes. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 770, n. 1, p. 145-164, mar. 2016.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Atlas de segurança hídrica do Brasil**. Brasília: ANA, 2015.
- BRASIL. Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. **Açude Araras: um marco na açudagem do DNOCS**. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/dnocs/pt-br>. Acesso em: 26 ago. 2024.
- BRASIL. Lei nº 3.692, de 23 de outubro de 1959. Estabelece normas gerais sobre o funcionamento de empresas privadas e públicas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 out. 1959.
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 jan. 1997.
- BRASIL. **Monitor de secas e impactos no Brasil**: agosto de 2024. Brasília: CEMADEN, 2024.
- BRASIL. **Proposta de Emenda à Constituição nº 4/2018**. Brasília: Senado Federal, 2018.
- BRITO, Yanne Marques Araújo *et al.* Panorama da seca plurianual 2012-2018 no semiárido brasileiro: impactos hidrológicos, agrícolas e medidas de convivência. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 58, p. 12-26, ago. 2021.
- CADORE, Jéssica Stefanello; TOCHETTO, Márcio. Recursos Hídricos: panorama geral do setor e perspectivas ao atendimento da Agenda 2030. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, Curitiba, v. 9, n. 3, 2021.

CALLON, Michel; LASCOUMES, Pierre; BARTHE, Yannick. **Acting in an uncertain world: an essay on technical democracy.** Cambridge: MIT Press, 2009.

CÂMARA, Zzy Maria Rabelo; CÂMARA, Yls Rabelo. Campos de concentração no Ceará: uma realidade retratada por Rachel de Queiroz em O Quinze (1930). **Revista Entrelaces**, Fortaleza, ano 5, n. 6, p. 171-182, jul./dez. 2015.

CAMPECHE, Daniela Ferraz Bacconi *et al.* **A água de chuva como potencial para aumentar a disponibilidade hídrica no Semiárido brasileiro.** Cadernos do Semiárido – Riquezas & Oportunidades, n. 11. Recife: CREA-PE, 2017.

CAMPOS, José Nilson Bezerra; STUDART, Ticiania Marinho de Carvalho. **Secas no Nordeste do Brasil: origens, causas e soluções.** Fortaleza: [s.n.], 2001.

CAMPOS, José Nilson Bezerra. A gestão das águas e o desenvolvimento do Estado do Ceará: uma perspectiva histórica. **T&C Amazônia**, Manaus, v. 9, p. 25-31, 2006.

CAMPOS, José Nilson Bezerra. Paradigms and public policies on drought in Northeast Brazil: a historical perspective. **Environmental Management**, New York, v. 55, p. 1052- 1063, mai. 2015.

CAMPOS, Nivalda Aparecida. **A grande seca de 1979 a 1983: um estudo de caso das ações do governo federal em duas sub-regiões do estado do Ceará (Sertão Central e Sertão de Inhamuns).** 2004. 174f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

CARDOSO, Mauro José; MELO, Francisco de Brito; LIMA, Maurisrael de Moura. **Ecofisiologia e manejo de plantas forrageiras em regiões semiáridas.** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004.

CARNEIRO, Djalma Silva. A seca e a peste: adoecimento e saúde pública no Ceará durante a seca de 1877-1879. In: ENCONTRO ESTADUAL DE HISTÓRIA DO CEARÁ, 16., 2018, Fortaleza. **Anais: história pública e democracia.** Fortaleza: ANPUH-CE, 2018. p. 155.

CARVALHO, Gláucia Oliveira. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma visão contemporânea. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 8, n. 1, p. 779-792, jan./mar. 2019.

CASH, David Wayne *et al.* Knowledge systems for sustainable development. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 100, n. 14, p. 8086-8091, jul. 2003.

CEARÁ. **Caderno regional da sub-bacia do Salgado.** Fortaleza: INESP, 2009.

CEARÁ. Lei nº 11.306, de 1º de janeiro de 1987. Dispõe sobre a extinção, transformação e criação de Secretarias de Estado. **Diário Oficial do Estado do Ceará**, Fortaleza, 1987.

CEARÁ. Lei nº 11.380, de 15 de dezembro de 1987. Cria a Superintendência de Obras Hidráulicas. **Diário Oficial do Estado do Ceará**, Fortaleza, 1987.

CEARÁ. Lei nº 11.996, de 24 de julho de 1992. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos. **Diário Oficial do Estado do Ceará**, Fortaleza, 1992.

CEARÁ. Lei nº 12.217, de 18 de novembro de 1993. Cria a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará. **Diário Oficial do Estado do Ceará**, Fortaleza, 1993.

CEARÁ. Lei nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos. **Diário Oficial do Estado do Ceará**, Fortaleza, 2010.

CEARÁ. **Plano de Gestão Proativa de Secas – Hidrossistema Ubaldinho**. Fortaleza: Governo do Estado do Ceará, 2025.

CEARÁ. **Proposta de política de gestão proativa de secas para os recursos hídricos do Ceará**. Fortaleza: Governo do Estado do Ceará, 2023.

CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. **Relatório de situação dos recursos hídricos do Ceará 2024**. Fortaleza: SRH, 2024.

CHECKLAND, Peter. **Systems thinking, systems practice**: includes a 30-year retrospective. Chichester: John Wiley & Sons, 1999.

COELHO, Eugênio Ferreira; SILVA, Antônio José Pires; MIRANDA, Jailson Honorato de Aquino. **Irrigação por microaspersão**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2005.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO. **A agricultura de sequeiro**. 2015. Disponível em: https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/cultura_blog/a-agricultura-de-sequeiro-3/. Acesso em: 1º ago. 2024.

COMITÊ DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO SALGADO. **Atas das reuniões e documentos técnicos**. Crato: CSBH, 2024.

COGERH - COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS. **Comitês de bacias hidrográficas**. 2025. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/comites-de-bacias-hidrograficas/>. Acesso em: 11 nov. 2023.

.. **Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do Salgado**: diagnóstico. Fortaleza: COGERH, 2020.

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS. **Relatório de gestão dos reservatórios da bacia do Salgado**. Fortaleza: COGERH, 2021.

.. **Vamos conhecer o Salgado**. Crato: COGERH, 2007. CONSELHO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO CEARÁ. Resolução nº 3, de 15 de dezembro de 2020. Estabelece os procedimentos para definição de situações críticas de escassez quantitativa dos recursos hídricos superficiais. **Diário Oficial do Estado**, Fortaleza, 16 dez. 2020.

COOK, Christina; BAKKER, Karen. Water security: debating an emerging paradigm. **Global Environmental Change**, Oxford, v. 22, n. 1, p. 94-102, fev. 2012.

CORNWALL, Andrea. Unpacking 'Participation': models, meanings and practices. **Community Development Journal**, Oxford, v. 43, n. 3, p. 269-283, jul. 2008.

- COSTA, Antônio Roberto Silva *et al.* Práticas bem-sucedidas de manejo e gestão dos recursos hídricos no semiárido nordestino. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 21., 2015, Brasília. **Anais...** Brasília: ABRH, 2015.
- COSTA, Antonio Clerton Santana. Políticas públicas e construção de identidades socioterritoriais rurais: o caso do semiárido brasileiro. **Sociologias**, Porto Alegre, n. 8, p. 180-217, jul./dez. 2003.
- COSTA, Celme Torres Ferreira *et al.* **Comportamento hidrológico dos reservatórios da sub-bacia hidrográfica do Salgado**, CE. 2017.
- COSTA, Maria Clélia Lustosa. Teorias médicas e gestão urbana: a seca de 1877-79 em Fortaleza. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 11, p. 57-74, 2004.
- CRESWELL, John Wayne; CLARK, Vicki L. Plano. **Designing and conducting mixed methods research**. 3. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2017.
- CRISPIM, Andrea Bezerra *et al.* A questão da seca no semiárido nordestino e a visão reducionista do Estado: a necessidade da desnaturalização dos problemas socioambientais. **Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental**, Rio Grande, v. 21, n. 2, p. 39-59, 2016.
- CRUZ, Marcos André Silva. Análise do comportamento hidrológico do rio Japarabuba a partir de distribuições de probabilidade e curva de permanência de vazões. **Comunicado Técnico**, Aracaju, v. 101, 2009.
- DANTAS, José Carlos. **Gestão da água, gestão da seca: a centralidade do açude no gerenciamento dos recursos hídricos do semiárido**. 2018. 135f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.
- DINIZ FILHO, José Alexandre Felizola *et al.* Darwinian shortfalls in biodiversity conservation. **Trends in Ecology & Evolution**, Cambridge, v. 28, n. 12, p. 689-695, dez. 2013.
- DÖLL, Petra; HAUSCHILD, Martina. Model-based scenarios of water use in two semi-arid Brazilian states. **Regional Environmental Change**, Berlin, v. 2, n. 4, p. 150-162, dez. 2002.
- DRUMOND, Marcos Antônio *et al.* Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga. In: SILVA, José Maria Cardoso da; TABARELLI, Marcelo; FONSECA, Marcelo Tabarelli da; LINS, Luciano Vianna (org.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: MMA/UFPE, 2000. p. 329-340.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006.
- ESTEVES, Bruno Lena *et al.* **Irrigação por gotejamento**. Rio Rural Manual Técnico, 32: Niterói: Programa Rio Rural, 2012.
- FARIA, Odilon Lopes de; BEZERRA, Expedito Carlos; MARIZ, Paulo Gonzaga. **Efeitos da seca sobre a economia do Nordeste - 1958**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 1959.

- FERNANDES, Diego Simões *et al.* **Índices para a quantificação da seca**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. 48 p. (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão, ISSN 1678-9644; 244).
- FILOMENO, Pedro de Souza. A seca e as obras de socorro no Ceará republicano (1889-1915). In: SANTOS, Carlos Augusto Pereira dos (org.). **Nossa gente, nossa história: o Ceará Republicano**. Sobral: SertãoCult; Edições UVA, 2019. p. 55-64.
- FINAN, Timothy Joseph *et al.* Processes of adaptation to climate variability: a case study from the US Southwest. **Climate Research**, Oldendorf, v. 21, n. 3, p. 299-310, jul. 2002.
- FIORINO, Daniel Joseph. Citizen participation and environmental risk: a survey of institutional mechanisms. **Science, Technology, & Human Values**, Thousand Oaks, v. 15, n. 2, p. 226-243, abr. 1990.
- FISCHER, Frank. **Citizens, experts, and the environment: the politics of local knowledge**. Durham: Duke University Press, 2000.
- FISHKIN, James Spencer. **When the people speak: deliberative democracy and public consultation**. Oxford: Oxford University Press, 2009.
- FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- FOLKE, Carl *et al.* Adaptive governance of social-ecological systems. **Annual Review of Environment and Resources**, Palo Alto, v. 30, p. 441-473, nov. 2005.
- FÓRUM CEARENSE DE COMITÊS DE BACIAS HIDROGRÁFICAS. **Mapa das bacias hidrográficas do Ceará**. Fortaleza, 2016.
- FRACALANZA, Ana Paula; JACOB, Amanda Martins; EÇA, Rodrigo Furtado. Justiça ambiental e práticas de governança da água: (re) introduzindo questões de igualdade na agenda. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 19-38, jan./mar. 2013.
- FUNG, Archon. Varieties of participation in complex governance. **Public Administration Review**, Washington, v. 66, n. s1, p. 66-75, dez. 2006.
- FÜSSEL, Hans-Martin. Vulnerability: a generally applicable conceptual framework for climate change research. **Global Environmental Change**, Oxford, v. 17, n. 2, p. 155-167, mai. 2007.
- GARRICK, Dustin; WHITTEN, Stuart Michael; COGGAN, Anthea. Understanding the evolution and performance of water markets and allocation policy: a transaction costs analysis framework. **Ecological Economics**, Amsterdam, v. 88, p. 195-205, abr. 2013.
- GAVENTA, John. Finding the spaces for change: a power analysis. **IDS Bulletin**, Brighton, v. 37, n. 6, p. 23-33, nov. 2006.
- GLOBAL WATER PARTNERSHIP. **Water security: putting the concept into practice**. Stockholm: GWP, 2014.

GOMES, Antonio Yam da Silva; WILLEGaignon, Hans Ronieli Cardoso Ferreira. Efeitos da seca na Região Nordeste do Brasil. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 8, p. 80608-80618, ago. 2021.

GOMES, Horasa Maria Lima da Silva; LEAL, Luiz Rogério Bastos; SANTOS, Emmanoel Vieira. Hidrogeologia e hidroquímica do Sistema Aquífero Urucuia no oeste da Bahia e extremo sul do Piauí. **Brazilian Journal of Geology**, São Paulo, v. 49, n. 4, e20190003, 2019.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. Secretaria dos Recursos Hídricos. **Plano de gestão proativa de secas do hidrossistema Ubaldinho**: relatório final. Fortaleza: SRH, 2025.

GREY, David; SADOFF, Claudia Wolfgang. Sink or swim? Water security for growth and development. **Water Policy**, London, v. 9, n. 6, p. 545-571, dez. 2007.

GUNDERSON, Lance Howard; HOLLING, Crawford Stanley; LIGHT, Stephen Sanford. **Barriers and bridges to the renewal of ecosystems and institutions**. New York: Columbia University Press, 1995.

GUNDERSON, Lance Howard; HOLLING, Crawford Stanley. **Panarchy**: understanding transformations in human and natural systems. Washington: Island Press, 2002.

HABERMAS, Jürgen. **The theory of communicative action**, Volume 1: reason and the rationalization of society. Boston: Beacon Press, 1984.

HASTENRATH, Stefan. Exploring the climate problems of Brazil's Nordeste: a review. **Climatic Change**, Dordrecht, v. 112, n. 2, p. 243-251, mai. 2012.

HINKEL, Jochen. Indicators of vulnerability and adaptive capacity: towards a clarification of the science–policy interface. **Global Environmental Change**, Oxford, v. 21, n. 1, p. 198-208, fev. 2011.

HIRSCHMAN, Albert Otto. **Política econômica na América Latina**. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1965.

HOLLING, Crawford Stanley. **Adaptive environmental assessment and management**. London: John Wiley & Sons, 1978.

HUSZAR, Vera Lucia Miranda *et al.* Cyanoprokaryote assemblages in eight productive tropical Brazilian waters. **Hydrobiologia**, Dordrecht, v. 424, n. 1, p. 67-77, mai. 2000. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo brasileiro de 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010**: características da população e dos domicílios - resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

.. **População estimada**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 25 nov. 2022.

- IPECE - INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Perfil municipal**. 2025. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal/>. Acesso em: 5 jan. 2025.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2021: the physical science basis**. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.
- INVOLVE. **People and participation: how to put citizens at the heart of decision-making**. London: Involve, 2005.
- JEPSON, Wendy *et al.* Advancing human capabilities for water security: a relational approach. **Water Security**, Amsterdam, v. 1, p. 46-52, 2017.
- KALLIS, Giorgos. Droughts. **Annual Review of Environment and Resources**, Palo Alto, v. 33, p. 85-118, nov. 2008.
- KANE, Robert Paul. Prediction of droughts in north-east Brazil: role of ENSO and use of periodicities. **International Journal of Climatology**, Chichester, v. 17, n. 6, p. 655-665, mai. 1997.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- LAUTZE, Jonathan; MANTHRITHILAKE, Herath. Water security: old concepts, new package, what value? **Natural Resources Forum**, Oxford, v. 36, n. 2, p. 76-87, mai. 2012. LEACH, Melissa; SCOONES, Ian; WYNNE, Brian. **Science and citizens: globalization and the challenge of engagement**. London: Zed Books, 2005.
- LEAL FILHO, João Bosco Verçosa *et al.* Gestão de recursos hídricos no semiárido brasileiro: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 14, n. 5, p. 2661-2675, 2021.
- LEMOS, Andrea; AGRAWAL, Arun. Environmental governance. **Annual Review of Environment and Resources**, Palo Alto, v. 31, p. 297-325, nov. 2006.
- LEMOS, Maria Carmen. **Drought, governance and adaptive capacity in northeast Brazil: a case study of Ceará**. UNDP Human Development Report 2007/2008. New York: UNDP, 2007.
- LIMA, Aline Silva. **Um projeto de combate às secas: os engenheiros civis, as obras públicas na Inspetoria de Obras Contra as Secas-IOCS e a construção do Açude Tucunduba (1909-1919)**. 2010. 124f. Dissertação (Mestrado em História Social) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.
- LIMA, Karina de Caldas. **Direitos humanos, eugenia e higienismo social no espaço geográfico romanesco da obra literária O Quinze**. 2023. 107f. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras, 2023.
- LIRA, Silmara Maria. **Estratégias de convivência com o semiárido: o caso do Sítio Cruz no município de Uiraúna-PB**. 2017. 59f. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras, 2017.

- LOUCKS, Daniel Peter *et al.* **Water resources systems planning and management: an introduction to methods, models and applications.** Paris: UNESCO, 2005.
- MANSBRIDGE, Jane *et al.* A systemic approach to deliberative democracy. In: PARKINSON, John; MANSBRIDGE, Jane (ed.). **Deliberative systems: deliberative democracy at the large scale.** Cambridge: Cambridge University Press, 2012. p. 1-26.
- MARCONDES, Renato Leite; DANDARO, Fernanda Massarotto. Obras públicas no contexto regional: secas e gastos no Nordeste brasileiro (1860-1940). **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 49, n. 3, p. 113-127, jul./set. 2018.
- MARENCO, José Antonio *et al.* Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In: MEDEIROS, Salomão de Sousa; GHEYI, Hans Raj; GALVÃO, Carlos de Oliveira; PAZ, Vital Pedro da Silva (ed.). **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas.** Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2011. p. 383-416.
- MARTINS JUNIOR, Joaquim Martins. **Como escrever trabalhos de conclusão de curso: instruções para planejar e montar, desenvolver, concluir, redigir e apresentar trabalhos monográficos e artigos.** Petrópolis: Vozes, 2017.
- MARTINS, Eduardo Sávio Passos Rodrigues; MAGALHÃES, Antonio Rocha. A seca de 2012-2015 no Nordeste e seus impactos. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 20, n. 41, p. 107-128, jul./dez. 2015.
- MASON, Nigel; CALOW, Roger. **Water security: from abstract concept to meaningful metrics.** London: Overseas Development Institute, 2012.
- MATTOS, Luis Claudio; FERREIRA, Ana Paula; MAY, Peter. Seca e estiagem: dois sentidos para o mesmo fenômeno. In: SABOURIN, Eric *et al.* (org.). **A ação pública de adaptação da agricultura à mudança climática no Nordeste semiárido brasileiro.** 1. ed. Rio de Janeiro: E-papers, 2024. p. 32-47.
- MCCMAHON, Thomas Anthony; ADELOYE, Adebayo John; ZHOU, Sen-Lin. Understanding performance measures of reservoirs. **Journal of Hydrology**, Amsterdam, v. 324, n. 1-4, p. 359-382, jun. 2006.
- MELO, Leda Agnes Simões. A história que perpassa a inspetoria de obras contra as secas em 1915 no Ceará. **Revista Cantareira**, Niterói, n. 21, 2014.
- MELO, Marília Carvalho de; JOHNSON, Rosa Maria Formiga. O conceito emergente de segurança hídrica. **Sustentare**, Três Rios, v. 1, n. 1, p. 72-92, 2017.
- MOLISANI, Mônica Machado *et al.* Trophic state, phytoplankton assemblages and limnological diagnosis of the Castanhão Reservoir, CE, Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, Rio Claro, v. 22, n. 1, p. 1-12, 2010.
- MOLLE, François; CADIER, Eric. **Manual do pequeno açude.** Recife: SUDENE, 1992.
- MOREIRA, Emília Rodat Fernandes. Notas sobre o processo de modernização recente da agricultura brasileira. **Boletim de Geografia do Departamento de Geociências da UFPB**, João Pessoa, v. 1, n. 7, p. 45-55, 1988.

MOURA, Magna Soelma Beserra de *et al.* **Clima e água de chuva no Semi-Árido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007.

NASSAR, André Meloni. **Eficiência das instituições e crescimento econômico**: o caso da agricultura familiar. 2006. 149f. Tese (Livre-Docência) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

NEVES, Frederico de Castro. Getúlio e a seca: políticas emergenciais na era Vargas. **Revista Brasileira de História**, São Paulo, v. 21, n. 40, p. 107-131, 2001.

NEVES, Frederico de Castro. **A multidão e a história**: saques e outras ações de massas no Ceará. 2. ed. Fortaleza: Secretaria da Cultura e Desporto do Ceará, 2007.

NIPPON KOEI LAC. **Inventário ambiental do açude Ubaldinho – IVA**. Parte integrante do Plano de Segurança Hídrica das Bacias Hidrográficas do Acaraú, Metropolitanas e da Sub-Bacia do Salgado. 2017.

NOVAIS, Roberto Pereira de; CARVALHO JUNIOR, Adauto Pereira de; OLIVEIRA, Manoel Alves de. A perenização de rios pela construção de açudes para o combate à seca no semiárido nordestino. **Geopauta**, Vitória da Conquista, v. 6, e9401, 2022.

NOWOTNY, Helga; SCOTT, Peter; GIBBONS, Michael. **Re-thinking science**: knowledge and the public in an age of uncertainty. Cambridge: Polity Press, 2001.

NUNES, Ginete Cavalcante; NASCIMENTO, Maria Cristina Delmondes; ALENCAR, Maria Aparecida Carvalho. Pesquisa científica: conceitos básicos. **ID on line. Revista de psicologia**, Jaboatão dos Guararapes, v. 10, n. 29, p. 144-151, 2016.

NUNES, Luiz Fabiano Camilo Viana. Análise histórica da severidade de secas no Ceará: efeitos da aquisição de capital hidráulico sobre a sociedade. **Revista de gestão de água da América Latina**, Porto Alegre, v. 17, 2020.

NUNES, Luiz Fabiano Camilo Viana; GARCIA, Ana; MOLINA, Silene. Climatologia da precipitação no município de Rio Claro (SP): tendências, intensidade pluviométrica e início da estação chuvosa. **Geosp – Espaço e Tempo (Online)**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 101-118, 2020.

NYS, Erwin; ENGLE, Nathan Lee; MAGALHÃES, Antonio Rocha. **Secas no Brasil**: política e gestão proativas. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos; Banco Mundial, 2016.

O'BRIEN, Karen *et al.* **What's in a word? Conflicting interpretations of vulnerability in climate change research**. CICERO Working Paper, 2004.

OLIVEIRA, Edinete Maria *et al.* Desertificação e seus impactos na região semi-árida do Estado da Paraíba. **Ambiência**, Guarapuava, v. 5, n. 1, p. 67-79, jan./abr. 2009.

OLIVEIRA, Marcílio Caetano de; PEREIRA, Paulo Miranda; PEREIRA, Lara Bastos. Os desafios da integração dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos no semiárido cearense. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 22., 2017, Florianópolis. **Anais...** Porto Alegre: ABRH, 2017.

ONU - ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU**. Nova York: ONU, 2015.

.. UN-Water. **Water security & the global water agenda**: a UN-Water analytical brief. Hamilton: UNU-INWEH, 2013.

.. **Water for a sustainable world**: The United Nations World Water Development Report 2015. Paris: UNESCO, 2015.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **OECD environmental indicators**: development, measurement and use. Paris: OECD Publishing, 2003.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Water security for better lives**. Paris: OECD Publishing, 2013.

OSTROM, Elinor. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. **Science**, Washington, v. 325, n. 5939, p. 419-422, jul. 2009.

PAHL-WOSTL, Claudia. Transitions towards adaptive management of water facing climate and global change. **Water Resources Management**, Dordrecht, v. 21, n. 1, p. 49-62, jan. 2007.

PAHL-WOSTL, Claudia *et al.* Social learning and water resources management. **Ecology and Society**, Wolfville, v. 12, n. 2, art. 5, 2007.

PAIVA, Luís Edivaldo *et al.* **Piscicultura no semi-árido nordestino**: tecnologias de produção e mercado. Fortaleza: BNB, 2008.

PEREIRA, Jeremias Rocha. **Macrossistema hídrico e os seus efeitos no território de Jati, Ceará**. 2023. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023.

PIEROTTI, Raymond; WILDCAT, Daniel. Traditional ecological knowledge: the third alternative (commentary). **Ecological Applications**, Washington, v. 10, n. 5, p. 1333-1340, out. 2000.

PINHEIRO, Armando. **De curral da fome a campo santo**: o campo de concentração de retirantes na seca de 1915 em Fortaleza. 2014. 133f. Dissertação (Mestrado em História) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014.

PORTAL HIDROLÓGICO DO CEARÁ. **Sistema de informações hidrológicas**. Fortaleza: COGERH, 2024. Disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/>. Acesso em: 27 dez. 2024.

PRETTY, Jules; WARD, Hugh. Social capital and the environment. **World Development**, Oxford, v. 29, n. 2, p. 209-227, fev. 2001.

PUTNAM, Robert David. **Bowling alone**: the collapse and revival of American community. New York: Simon & Schuster, 2000.

QUEIROZ, Marcus Vinicius Dantas. A instituição Obras Contra as Secas e o planejamento regional no semiárido do Brasil (1909-1945). **Risco Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo**, São Carlos, v. 22, n. 1, 2024.

RABELO, Nosliana Nobre. **Análise da segurança hídrica no Estado do Ceará**: subsídios para o planejamento e gestão dos recursos hídricos. 2022. 134f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, Aldo da Cunha; BRAGA, Benedito; TUNDISI, José Galizia (org.). **Águas doces no Brasil**: capital ecológico, uso e conservação. 2. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 1999. p. 1-37.

REBOUÇAS, Aldo da Cunha. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. **Bahia análise & dados**, Salvador, v. 13, n. esp., p. 341-345, 2003.

REED, Mark Stephen. Stakeholder participation for environmental management: a literature review. **Biological Conservation**, Barking, v. 141, n. 10, p. 2417-2431, out. 2008.

REED, Mark Stephen *et al.* Who's in and why? A typology of stakeholder analysis methods for natural resource management. **Journal of Environmental Management**, London, v. 90, n. 5, p. 1933-1949, jul. 2009.

RIO DE JANEIRO. Comitê Guandu. **Balanco hídrico**. 2024. Disponível em: <https://comiteguandu.org.br/balanco-hidrico/>. Acesso em: 1º ago. 2024.

ROWE, Gene; FREWER, Lynn Jayne. A typology of public engagement mechanisms. **Science, Technology, & Human Values**, Thousand Oaks, v. 30, n. 2, p. 251-290, abr. 2005.

SABATIER, Paul Anthony *et al.* **Swimming upstream**: collaborative approaches to watershed management. Cambridge: MIT Press, 2005.

SALGADO, Eveline Viana *et al.* Similaridade das variáveis hidroquímicas com o uso da análise multivariada, na bacia do Salgado, Ceará. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 158-166, jul./set. 2011.

SANTOS JÚNIOR, José Amilton *et al.* Uso racional da água: ações interdisciplinares em escola rural do semiárido brasileiro. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 8, p. 263-271, 2013.

SANTOS, Luciano Temoteo *et al.* Conflitos ambientais nos reservatórios da sub-bacia hidrográfica do Salgado-Ceará. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 16.; SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES DE LÍNGUA PORTUGUESA, 15., 2022, Maceió. **Anais...** Maceió: ABRHidro, 2022.

SCHWARTZ, Peter. **The art of the long view**: planning for the future in an uncertain world. New York: Currency Doubleday, 1991.

SECRETO, Maria Verônica. **Soldados da borracha**: trabalhadores entre o sertão e a Amazônia no governo Vargas. São Paulo: Editora Fundação Perseu Abramo, 2007.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Atlas dos recursos hídricos subterrâneos do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 1998.

SHNEIDERMAN, Ben. Human-centered artificial intelligence: reliable, safe & trustworthy. **International Journal of Human-Computer Studies**, London, v. 100, p. 1-7, 2020.

SILVA, Iago Braga da. **Estudo comparativo entre as legislações de recursos hídricos: âmbito estadual e nacional**. 2020. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Fortaleza, 2020.

SILVA, José Almir Cirilo *et al.* Gestão de recursos hídricos: o caso da bacia hidrográfica Apodi/Mossoró (RN). **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 81-95, out./dez. 2010.

SILVA, José Roberto Campos da; BEZERRA, Antônio Carlos Santos; FIGUEIREDO, José Maria Alves. Características hidrogeológicas da Bacia Sedimentar do Araripe na região do Cariri cearense. **Revista Águas Subterrâneas**, São Paulo, v. 21, n. 1, p. 117-132, 2007.

SILVA, Maria Sonia Lopes da *et al.* **Barragem subterrânea: acesso e usos múltiplos da água no Semiárido brasileiro**. Brasília: Embrapa, 2021. 45 p.

SILVA, Roberto Marinho Alves da. **Entre o combate à seca e a convivência com o semi-árido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento**. 2006. 298f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

SILVA, Rui Manuel Gonçalves Mateus. Desenvolvimento sustentável. In: CORREIA, António; RODRIGUES, António. **Turismo e hospitalidade de A a Z**. Lisboa: Conjuntura Actual Editora, 2020. p. 101.

SILVA, Vicente de Paulo Rodrigues da *et al.* Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 2, p. 131-138, fev. 2011.

SILVA, Virgínia Mirtes de Alcântara *et al.* O desastre seca no Nordeste brasileiro. **Polêm!ca**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 284-293, abr./jun. 2013.

SMEETS, Eddy; WETERINGS, Rob. **Environmental indicators: typology and overview**. Copenhagen: European Environment Agency, 1999.

SMIT, Barry; WANDEL, Johanna. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. **Global Environmental Change**, Oxford, v. 16, n. 3, p. 282-292, ago. 2006.

SOUSA, José Ailton de. **Projeto de transposição do rio São Francisco e o agrohidronegócio no Cariri cearense**. 2019. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

THEÓPHILO, Rodolpho. **Variola e vacinação no Ceará**. Fortaleza: Fundação Waldemar Alcântara, 1997.

- TORRES, Roger Rodrigues; MARENGO, José Antonio. Uncertainty assessments of climate change projections over South America. **Theoretical and Applied Climatology**, Wien, v. 112, n. 1-2, p. 253-272, abr. 2013.
- TRAVASSOS, Iolanda Silva; SOUZA, Bartolomeu Israel de; SILVA, Anieres Barbosa da. Secas, desertificação e políticas públicas no semiárido nordestino brasileiro. **Revista OKARA: Geografia em debate**, João Pessoa, v. 7, n. 1, p. 148, 2013.
- TRAVASSOS, Lidiany Soares Mota. Uma história não contada: o campo de concentração para flagelados de 1915 em Fortaleza-Ceará. In: COLÓQUIO DE HISTÓRIA "PERSPECTIVAS HISTÓRICAS: HISTORIOGRAFIA, PESQUISA E PATRIMÔNIO", 5., 2011, Recife. **Anais... Recife: UFPE**, 2011. p. 717-730.
- TYLER, Tom R. Psychological perspectives on legitimacy and legitimation. **Annual Review of Psychology**, Palo Alto, v. 57, p. 375-400, 2006.
- VAN KERKHOFF, Lorrae; LEBEL, Louis. Linking knowledge and action for sustainable development. **Annual Review of Environment and Resources**, Palo Alto, v. 31, p. 445-477, nov. 2006.
- VAN LOON, Anne Frederieke *et al.* Drought in the Anthropocene. **Nature Geoscience**, London, v. 9, n. 2, p. 89-91, fev. 2016.
- VASCONCELOS, Flávia Rocha *et al.* Phytoplankton response to a experimental fish kill in a tropical reservoir. **Freshwater Biology**, Oxford, v. 56, n. 12, p. 2530-2541, dez. 2011.
- VILLA, Marco Antonio. **Vida e morte no sertão**: histórias das secas no Nordeste nos séculos XIX e XX. 1. ed. São Paulo: Ática, 2001.
- WALKER, Brian *et al.* Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. **Ecology and Society**, Wolfville, v. 9, n. 2, art. 5, 2004.
- WATERAID. **Water security framework**. London: WaterAid, 2012.
- WILHITE, Donald Arthur. **Drought**: a global assessment. London: Routledge, 2000.
- WILLIAMS, Byron Kenneth. Adaptive management of natural resources—framework and issues. **Journal of Environmental Management**, London, v. 92, n. 5, p. 1346-1353, mai. 2011.
- WORLD WATER COUNCIL. **Water security**: the water-food-energy-climate nexus. Marseille: World Water Council, 2013.
- WURBS, Ralph Anthony. **Modeling and analysis of reservoir system operations**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1996.
- WYNNE, Brian. May the sheep safely graze? A reflexive view of the expert-lay knowledge divide. In: LASH, Scott; SZERSZINSKY, Bronislaw; WYNNE, Brian (ed.). **Risk, environment and modernity**: towards a new ecology. London: Sage Publications, 1996.

XIMENES, Luciano Feijão. **Efeitos da ocorrência de secas sobre indicadores agropecuários do Estado do Ceará**. 2013. 142f. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.

YOUNG, Oran Reed. **The institutional dimensions of environmental change: fit, interplay, and scale**. Cambridge: MIT Press, 2002.

APÊNDICE A

APÊNDICE A - FORMULÁRIO EQUIPE UFCA

Roteiro de Avaliação da Execução do Plano Proativo de Secas – Hidrossistema Ubaldinho

Este formulário tem como objetivo avaliar a execução das etapas do Plano Proativo de Secas elaborado para o Hidrossistema Ubaldinho, localizado na Região Hidrográfica do Salgado – CE. A iniciativa integra a pesquisa de dissertação de mestrado e busca analisar a aderência entre a metodologia proposta e as ações efetivamente realizadas, com base na participação dos atores locais e na documentação técnica disponível.

* Indica uma pergunta obrigatória

Nome *

Instituição *

META0 – Diagnóstico Geral e Base de Dados

Proposto: Levantamento da variabilidade climática, riscos de seca, vulnerabilidades e governança.

Os dados climáticos e hidrológicos foram coletados conforme metodologia? *

O índice de vulnerabilidade foi calculado? *

A memória da seca de 2012-2021 foi registrada? *

A governança da última seca foi documentada? *

META1 – Marco Normativo e Institucional

Proposto: Mapeamento institucional e aplicação de entrevistas e grupos focais.

As instituições e atores-chave foram identificados? *

Entrevistas e grupos focais foram realizados conforme roteiro? *

Foi produzido um mapa institucional atualizado? *

Os dados foram sistematizados e analisados? *

META2 – Oferta e Demanda: Regras de Operação

Proposto: Levantamento técnico dos reservatórios, modelagem e balanço hídrico.

As informações técnicas dos reservatórios foram coletadas? *

As curvas de regularização e modelos de simulação foram elaboradas? *

Foi feito o balanço hídrico do sistema? *

META3 – Avaliação de Vulnerabilidades e Impactos

Proposto: Levantamento de impactos, modelagem de vulnerabilidade e oficinas participativas.

As causas dos impactos foram identificadas e hierarquizadas? *
Foi aplicada a modelagem PEIR e o índice de vulnerabilidade? *
Questionários foram aplicados e oficinas realizadas? *
Houve reunião de validação com Comitês e Comissões? *

META4 – Estratégias de Preparação, Mitigação e Resposta

Proposto: Identificação de estratégias anteriores, novas ações e elaboração de matriz.

Estratégias anteriores foram analisadas criticamente? *
Foram realizadas entrevistas com gestores e atores-chave? *
A matriz de ações foi elaborada com participação dos operadores? *

META5 – Cenários de Seca: Gatilhos e Metas

Proposto: Definição de índices, estágios de seca, algoritmos e cenários.

Foram definidos os índices e suas escalas? *
O algoritmo de classificação e otimização foi construído? *
Os cenários foram discutidos e validados com os atores locais? *

META6 – Ações de Resposta por Estágio de Seca

Proposto: Definir medidas por estágio, identificar ações associadas e oficinas participativas.

As ações foram realmente definidas e detalhadas por estágio? *
A oficina de validação foi realizada? *
As ações foram registradas e novas estratégias incorporadas? *

ANEXO A

ANEXO A - FORMULÁRIO GRUPO FOCAL COMISSÃO GESTORA



PLANO DE GESTÃO PROATIVA DE SECA PARA HIDROSSISTEMAS DO ESTADO DO CEARÁ

QUESTIONÁRIO PARA ELABORAÇÃO DO DIAGNÓSTICO

Este questionário tem por objetivo subsidiar a elaboração dos Planos de Gestão Proativa de Seca do estado do Ceará. O estudo faz parte do projeto intitulado “PLANO PROATIVO DE SECAS EM CIDADES E EM HIDROSSISTEMAS: ESTRATÉGIA INOVADORA DA POLÍTICA PÚBLICA DE GESTÃO DE SECAS”, desenvolvido com financiamento da FUNCAP e da COGERH, no âmbito do programa CIENTISTA-CHEFE. Sua contribuição é de extrema importância no desenvolvimento deste estudo. Aproveitamos para agradecer antecipadamente a sua colaboração.

Orientação geral: O questionário deve ser respondido a partir do **ponto de vista das**

Hidrossistema: _ Região Hidrográfica

PERFIL DO(A) RESPONDENTE:

Nome: Idade (anos):

Gênero: a () Mulher b () Homem c () Outra resposta:

Município onde você mora:

Zona onde você mora: a () Urbana b () Rural

Se Rural, qual o nome da sua comunidade?

Qual a localização da tomada de água da sua organização/entidade/comunidade? a () bacia hidráulica do açude b () leito do rio c () poço próximo ao leito do rio

Que Instituição/organização você representa nesse encontro:

Sua organização/entidade faz parte da Comissão Gestora? a () Sim b () Não c () Não sei responder

Sua organização/entidade faz parte do Comitê de Bacia? a () Sim b () Não c () Não sei

Que setor de usuário de água sua organização representa neste encontro?

a()abastecimento humano b()irrigação c()pesca d()pecuária e()indústria f() Não sei
g() Outro:

Se for representante de comunidade, quais suas fontes alternativas de água durante a seca? (pode marcar mais de uma resposta)

a() Diretamente do açude b()Leito do rio c()Canal/adutora d() caminhão pipa
e()Poço f() Cisterna g() outros:

h() Não se aplica

Sua organização/entidade possui outorga (direito de uso da água)?

a() Sim b() Não c() Não sei se tenho d() Não sei o que é outorga

PERCEPÇÕES SOBRE A SECA

Na sua opinião, qual foi o período mais grave da seca na área onde você vive? (considerar a seca iniciada em 2012)

a() entre 2012 e 2014 d() entre 2021 e 2022

b() entre 2015 e 2017 e() a partir de 2012 até agora c() entre 2018 e 2020 f() outra resposta:

Numere os três principais problemas provocados pela seca por ordem de importância. (Considerar: 1 – o mais grave; 2 – segundo mais grave; 3 – terceiro mais grave)

a[] Falta de água para o abastecimento humano b[] Piora da qualidade da água

c[] Conflitos e disputas pela água

d[] Aumento da pobreza da população e[] Perdas e prejuízos econômicos

f[] Falta de água para os animais g[] Falta de água para a agricultura

h[] Necessidade de as comunidades irem buscar água em local mais distante i[] Outro:

Na sua opinião, quais são os três tipos de usos mais prejudicados durante a seca iniciada em 2012?

(Considerar: 1 - o mais prejudicado, 2 - segundo mais prejudicado e 3 - terceiro mais prejudicado)

a() Agricultura familiar

b() Pecuária c() Indústria d() Grande Irrigação

j() Carcinicultura

e() Pequena irrigação f() Piscicultura

g() Abastecimento de água urbano h() Abastecimento de água rural

i() Outro:

Na sua opinião, marque apenas três respostas que indicam a gravidade da seca, por ordem de importância.

(Considerar: 1 – o que você considera o primeiro indicador da gravidade da seca; 2 – o segundo indicador da gravidade da seca e 3 – o terceiro indicador da gravidade da seca).

a()A pouca quantidade de água nos açudes b()A pouca quantidade de água nos poços c()Os baixos níveis de chuva na região

d()O aumento dos caminhões pipa para levar água onde já não há e()As perdas na agricultura e na pecuária

f()A piora da qualidade da água g()Outra resposta:

IMPACTOS DA SECA

A partir da sua experiência, avalie os impactos da seca, de acordo com a seguinte escala: Impacto Irrelevante (0), Baixo impacto (1), Médio impacto (2), Alto impacto (3), Não sei responder (NS)

13.1. Impactos da seca no abastecimento de água	0	1	2	3	NS
Crise de abastecimento de água na cidade					
Crise de abastecimento de água nas comunidades rurais					
Queda na qualidade da água para beber					
Necessidade de reutilizar/reaproveitar a água					
Racionamento de água na cidade/comunidade					
Necessidade de utilizar outras fontes de água (poço, carro pipa etc.)					
Necessidade de gastar mais tempo para abastecer a comunidade					
Necessidade de buscar água em locais mais distantes					
13.2. Impactos Econômicos da Seca	0	1	2	3	NS
Queda da produção agrícola					
Diminuição dos rebanhos					
Diminuição da produção de leite					
Aumento da pobreza da população					
Queda da produção de peixe					
Aumento das despesas das famílias com a compra de água					
Aumento dos custos com as contas de água					
Aumento das despesas com as contas de energia					
Endividamento dos produtores e agricultores					
Perdas nos postos de trabalho					
Queda da produção industrial do município					
Perdas econômicas no comércio local					
13.3. Impactos Sociais da Seca	0	1	2	3	NS
Aumento dos conflitos relacionados à água					
Queda na qualidade de vida da população					
Problemas no funcionamento das escolas por falta de água					
Problemas no funcionamento dos postos de saúde/hospitais por falta de água					
Aumento dos problemas de saúde física e mental da população					
Perda de espaços e momentos de lazer (balneários)					
Mudança de moradia por causa da seca (êxodo)					
13.3. Impactos Ambientais da Seca	0	1	2	3	NS
Redução das pastagens naturais					
Rios e açudes secos					
Aumento da extração de areia (mineração)					

Aumento da exploração de madeira					
Mortandade de peixes					
Aumento dos incêndios florestais					
Ocupação irregular das áreas de proteção dos rios e açudes					
Aumento da erosão					

RESPOSTAS AOS PROBLEMAS OCASIONADOS/POTENCIALIZADOS PELA SECA

Das ações em obras e infraestrutura na última seca, enumere apenas as três opções que você considera as mais eficazes para reduzir os efeitos negativos da seca.

(Considerar: 1 -a mais importante, 2 - a segunda mais importante e 3 -a terceira mais importante):

Escala de importância	Ações em obras e infraestruturas
	Perfuração de poços profundos
	Operação caminhão pipa
	Cisternas de placa
	Poços de Jacó
	Transferências de água de outras bacias ou açudes
	Instalação de chafarizes
	Construção de adutoras

Das ações sociais e institucionais realizadas na última seca, enumere apenas as três opções que você considera as mais eficazes para reduzir os efeitos negativos da seca. (Considerar: 1 -a mais importante, 2 - a segunda mais importante e 3 -a terceira mais importante):

Escala de importância	Ações sociais e institucionais
	Reuniões com usuários de água ou Comissão Gestora
	Ações de fiscalização
	Informações da Funceme
	Reuniões do Comitê de Bacia
	Articulações entre órgãos públicos e/ou entidades locais
	Campanhas informativas e educativas
	Racionamento de água

Há alguma ação importante que não foi listada nas colunas? Se sim, escreva abaixo, por favor:

CONFLITOS SOCIAIS RELATIVOS À SECA

Marque os principais conflitos relacionados com a seca de 2012 que foram vividos na sua região (marque até cinco conflitos):

- a) Conflitos entre irrigantes e abastecimento humano
- b) Conflitos relacionados à qualidade da água oferecida à população
- c) Conflitos entre a população e a companhia de abastecimento (SAAE, Cagece)

- d() Conflitos entre municípios para não liberar água
- e() Conflitos provocados por barramentos da água (irrigar, lazer, piscicultura, açudes pequenos)
- f() Outros conflitos:

ARRANJOS INSTITUCIONAIS

No momento mais grave da seca, quais as três instituições ou entidades que foram mais importantes para enfrentar os impactos negativos da seca na sua região?

(marque por ordem de importância)

- | | |
|--|--|
| a() ONGs e movimentos sociais | i() Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH |
| b() Secretaria dos Recursos Hídricos - SRH | j() Cagece/SAAE |
| c() Cogeh | l() Igrejas |
| d() Comitê de Bacia Comissão | m() Sohidra |
| e() Gestora SISAR/Sistemas Comunitários | n() Sindicatos de Trabalhadores Rurais |
| f() Ematerce | o() Funceme |
| g() Prefeitura | p() Outras: |
| h() DNOCS | |

PREFERÊNCIAS E PREDISPOSIÇÃO AO RISCO

Numa situação grave de seca, qual das opções abaixo mais se aproxima da sua opinião sobre o seu uso da água:

- a() Prefiro usar menos água para que ela dure mais
- b() Prefiro usar a mesma quantidade de água enquanto ainda tenho c() Prefiro usar mais água para não ter prejuízo ou problema

Qual das opções abaixo mais se aproxima da sua opinião sobre racionamento ou diminuição da oferta de água:

- a() Numa situação grave de seca, o uso da água deve ser apenas para o abastecimento humano
- b() Numa situação grave de seca, todos os usos devem receber menos água, sendo menor a restrição para o abastecimento humano
- c() Numa situação grave de seca, todos os usos devem sofrer as mesmas restrições
- d() Numa situação grave de seca, nenhum uso da água deve sofrer racionamentos ou restrições

Alguma coisa que você considera importante acrescentar sobre a seca?

Data:

