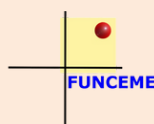




# Plano de Gestão Proativa de Secas

## Hidrossistema Acarape do Meio



# Créditos Institucionais

---

## **GOVERNADOR DO ESTADO DO CEARÁ**

Elmano de Freitas da Costa

## **SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS – SRH**

Ramon Flávio Gomes Rodrigues

Secretário

## **COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS – COGERH**

Yuri Castro de Oliveira

Presidente

Denilson Marcelino Fidelis

Diretor de Planejamento

Tércio Dantas Tavares

Diretor de Operações

João Ricardo Filgueiras Rios

Diretor Administrativo-Financeiro

# Comitê da Bacia Hidrográfica da Região Metropolitana de Fortaleza

---

## DIRETORIA COMITÊ

### PRESIDENTE

Áquila José Fonseca Araújo Gondim

### VICE-PRESIDENTE

Francisco José de Sousa

### SECRETÁRIO

José Reudson de Sousa

### SECRETÁRIA ADJUNTA

Joseline de Sá Aragão

## COMISSÃO GESTORA DO AÇUDE ACARAPE DO MEIO

### Setor Sociedade Civil

Associação dos Irrigantes do Vale do Acarape - Aiva

Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Redenção

Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Acarape

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira - Unilab

### Setor Usuários

Companhia de Água e Esgoto do Ceará - Cagece

Sistema Integrado de Saneamento Rural - Sisar

Comunidade de Barra Nova/Balneário Paracupeba (Redenção)

Fazenda Sena Rio

Fazenda Raízes da Terra

Deusdete Lourenço (Agricultor)

João Lucas Fontenele Coutinho (Agricultor)

Francisco Wilton Ferreira Mota (Irrigante)

Francisco Xilton Barroso (Agricultor)

Hildeberto Lima Queiroz Júnior (Agricultor)

Fazenda Bom Jesus (Acarape)

Engenho Livramento Douradinha (Redenção)

Cervejarias Heineken

Norsa Refrigerantes (Solar Coca-Cola)

### Setor Poder Público Municipal

Prefeitura Municipal de Acarape

Secretaria de Agricultura, Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano de Redenção

Secretaria de Desenvolvimento Agrário, Pesca e Pecuária de Acarape

Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Infraestrutura de Acarape

Secretaria Municipal de Agricultura, Pecuária, Pesca e Meio Ambiente de Guaiúba

## **Setor Poder Público**

Ministério da Saúde  
Secretaria de Meio Ambiente e Mudança do  
Clima - Sema

Empresa de Assistência Técnica e Extensão  
Rural do Ceará – Ematerce

## **SECRETARIA-EXECUTIVA**

### **GERÊNCIA REGIONAL DAS BACIAS METROPOLITANAS**

GERENTE

José Rodrigo Vasconcelos Cavalcante

COORDENAÇÃO DO NÚCLEO DE GESTÃO PARTICIPATIVA

Cléa Rocha

COORDENAÇÃO DO NÚCLEO DE OPERAÇÃO

Johny Santos

### **OUTROS ATORES PARTICIPANTES DA ELABORAÇÃO DO PLANO**

#### **COGERH**

GERENTE REGIONAL

José Rodrigo Vasconcelos Cavalcante

NÚCLEO DE GESTÃO PARTICIPATIVA

Cléa Rocha Rodrigues

Maria de Jesus Lopes de Oliveira

Patrícia Trajano de Castro Silva

Maria Luana Maciel dos Santos

Maria do Carmo Oliveira Costa

Janaina dos Santos Sousa

Edecarlos Rulim de Souza

NÚCLEO DE OPERAÇÃO

Johny Leanderson Lima dos Santos

André Rufino Campelo

# Equipe de Execução

---

## **COORDENAÇÃO GERAL**

Denilson Marcelino Fidelis

Diretor de Planejamento da COGERH

Francisco de Assis de Souza Filho

Cientista Chefe de Recursos Hídricos/FUNCAP-SRH-UFC

## **COORDENAÇÃO DAS EQUIPES DE ELABORAÇÃO**

Daniele Costa da Silva – UVA/FUNCAP

Daniel Antônio Camelo Cid – FUNCEME

## **COGERH**

Edecarlos Rulim de Souza

Micaella da Silva Teixeira Rodrigues

Mateus Perdigão de Oliveira

## **FUNCEME**

João Dehon Pontes Filho

Rafaela da Silva Alves

## **EQUIPE DE ELABORAÇÃO – FUNCAP/UFC/UNILAB**

Antonio Marcelo Cavalcanti Novaes – IDR/UNILAB

Alexandre Cunha – ICEN/UNILAB

Jued Lomba Purna - ICEN/UNILAB

Lailson Ferreira da Silva - IH/UNILAB

Luiz Martins de Araújo Júnior - ICEN/UNILAB

## **COMUNICAÇÃO VISUAL – CEPAS/UFC/FUNCAP**

Amanda Rodrigues Costa

Maitê Viana Paiva

Guilherme Bessa Araújo Nojosa

Rafaell Estebann Matias de Souza Ramos

# Lista de Abreviaturas

---

AIVA Associação dos Irrigantes do Vale do Acaraú  
ANA Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico  
ASA Articulação Semiárido Brasileiro  
BNB Banco do Nordeste  
CAGECE Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará  
CBH Comitê de Bacia Hidrográfica  
CBH-RMF Comitê da Bacia Hidrográfica da Região Metropolitana de Fortaleza  
COGERH Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos  
DNOCS Departamento Nacional de Obras contra as Secas  
ECOCEARÁ Rede de Agroecologia do Ceará  
EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Estado do Ceará  
FUNCEME Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos do  
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
ICMBio Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade  
UNILAB Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
L/s Litro por segundo  
M<sup>3</sup>/s metros cúbicos por segundo  
PAE Plano de Ação de Emergência  
PGPS Planos de Gestão Proativa de Secas  
PMA Prefeitura Municipal de Acaraú  
PMG Prefeitura Municipal de Guaiúba  
PMR Prefeitura Municipal de Redenção  
PNSB Política Nacional de Segurança de Barragens  
RH Região Hidrográfica  
RHVA Região Hidrográfica do Vale do Acaraú  
RMQA Rede de Monitoramento da Qualidade das Águas

SDA Secretaria de Desenvolvimento Agrário

SEMAR-PI Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

SIPOM Sistema de Informação do Plano de Operação e Manutenção

SOHIDRA Superintendência de Obras Hidráulicas

SRH Secretaria de Recursos do estado do Ceará

# Lista de Figuras

---

Figura 1.1 - Ciclo “hidro ilógico” .....	14
Figura 1.2 - Metodologia de elaboração dos Planos de Gestão Proativa de Secas - Hidrossistema.....	16
Figura 1.3 - Primeiro contato do Comitê de Bacia da Metropolitanas com a proposta de gestão proativa de secas.....	17
Figura 2.1 - Mapa de localização do Hidrossistema Acarape do Meio .....	20
Figura 2.2 - Diagrama de usos do Hidrossistema Acarape do Meio .....	27
Figura 4.1 - Grupo focal com a Comissão Gestora do Sistema Açude Acarape do Meio em 19/11/2024.....	36
Figura 4.2 - Açude Acarape do Meio .....	41
Figura 4.3 - Conflitos sociais relativos à seca .....	46
Figura 5.1 - Esquema metodológico para escolha dos níveis metas que funcionarão como gatilhos dos estados de secas do hidrossistema.....	49
Figura 5.2 - Aplicação do Seca em Jogo .....	51
Figura 5.3 - Níveis metas (%) de operação do reservatório Acarape do Meio.....	54
Figura 5.4 - Simulação histórica da acumulação do reservatório Acarape do Meio entre 1911 e 2021 para o cenário proposto .....	55
Figura 5.5 - Discutindo a cearização com a Comissão Gestora do Hidrossistema Acarape do Meio.....	55
Figura 6.1 - Fotos da 2ª e 3ª Oficina da Comissão Gestora do Hidrossistema Acarape do Meio.....	58
Figura 7.1 - Níveis metas (hm <sup>3</sup> ou Milhões de m <sup>3</sup> ) de operação do reservatório Acarape do Meio.....	65

# Lista de Gráficos

---

Gráfico 4.1 - Indicador da gravidade da seca no hidrossistema Acarape do Meio, conforme percepção dos atores locais.....	37
--	----

# Lista de Quadros

---

Quadro 2.1 - Demandas instaladas no Hidrossistema Acarape do Meio, outubro, 2024 .....	22
Quadro 4.1 - Impactos negativos e positivos da seca no Hidrossistema Acarape do Meio .....	40
Quadro 6.1 - Plano de Ação Estado Normal.....	59
Quadro 6.2 - Plano de Ação Estado Alerta .....	61
Quadro 6.3 - Plano de Ação Estado Seca .....	63
Quadro 6.4 - Plano de Ação Estado Seca Severa.....	64

# Lista de Tabelas

---

Tabela 2.1 - Características da vazão afluyente ao Açude Acarape do Meio e sua vazão regularizada para garantias de 90%, 95% e 98%.....	23
Tabela 2.2 - Estados de Trofia e frequência de estados tróficos encontrados no Açude Acarape do Meio .....	25
Tabela 2.6 - Caracterização dos usos do Hidrossistema Acarape do Meio (anualizado).....	27
Tabela 2.4 - Relação oferta/demanda (l/s) para o hidrossistema Acarape do Meio para vazões regularizadas com 90%, 95% e 98% de garantia.....	29
Tabela 5.1 - Permanência desejada para criação de possibilidades de riscos toleráveis.....	53
Tabela 5.2 - Fração de atendimento de cada estado de seca .....	53

# Sumário

---

1. Introdução.....	13
2. Descrição do Hidrossistema Acarape do Meio.....	20
2.1. Aspectos gerais.....	20
2.2. Oferta Hídrica.....	22
2.2.1. Aspectos Quantitativos.....	23
2.2.2. Aspectos Qualitativos.....	24
2.3. Demanda Hídrica.....	25
2.4. Balanço Hídrico.....	28
3. Aspectos Normativos e Arranjos Institucionais do Hidrossistema.....	30
4. Descrição das Percepções, Impactos, Vulnerabilidades e Conflitos Relativos à Seca.....	35
4.1. Percepções sobre a seca.....	35
4.2. Impactos e vulnerabilidades relacionados à seca.....	40
4.2.1. Impactos relacionados à seca.....	40
4.3. Vulnerabilidades associadas à seca.....	42
4.4. Conflitos Sociais Relativos à Seca no Hidrossistema Acarape do Meio.....	44
5. Censarização e Estados de Seca.....	48
5.1. Seca em Jogo.....	49
5.1.1. Reflexões suscitadas pela aplicação do Seca em Jogo.....	50
5.2. Estados e gatilhos de ações.....	52
5.3. Cenário de seca escolhido para o Hidrossistema.....	53
6. Plano de Ação.....	57
6.1. Plano de Ação.....	57
7. Integração entre Plano de Secas e Alocação Negociada.....	65
8. Plano de Implementação.....	66
9. Referências.....	67

# 1. Introdução

---

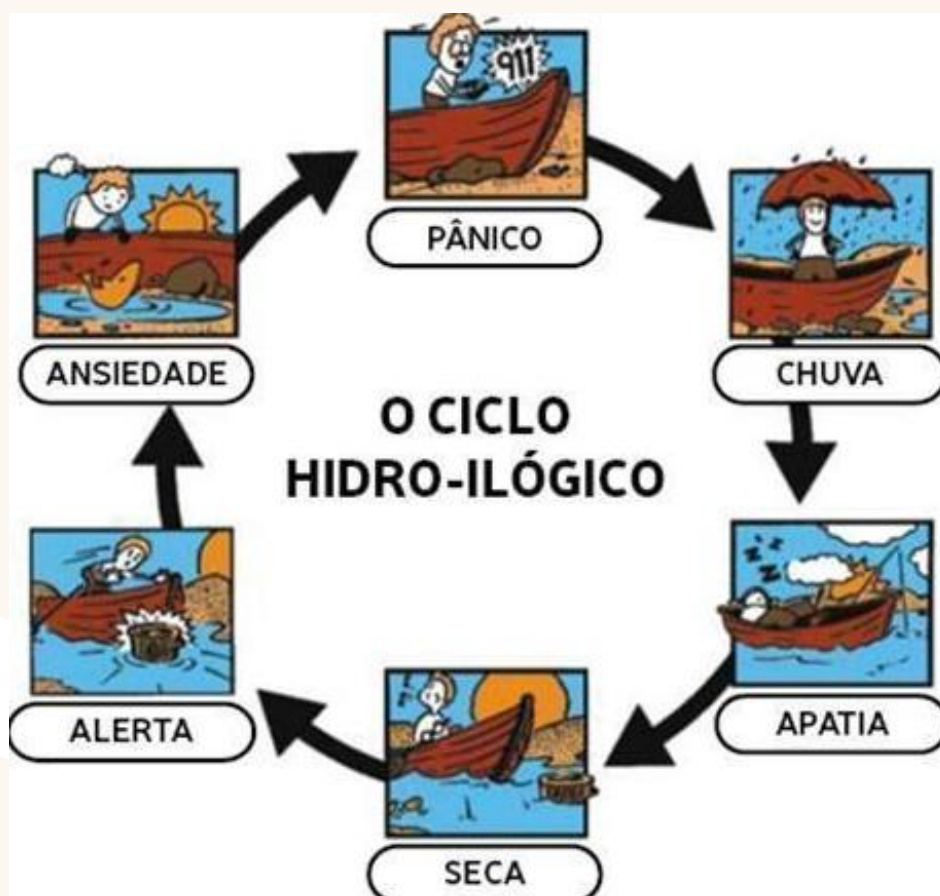
O tema da seca é já secular. Fala-se tema, dado que o fenômeno seca é intrínseco às características climáticas do semiárido. Porém, eclode como problema social a partir da seca de 1877 (Neves, 2000; Albuquerque Jr., 2011). De lá para cá, a seca tornou-se um tema que orbita muitos estudos, políticas, narrativas e ações, encarada sob distintas óticas, que extrapolam sua condição climática. Diz-se mesmo que há diferentes “tipos” de seca: meteorológica, hidrológica, agrícola. O termo seca não é um objeto fixo, homogêneo, a-histórico, explicável sob um único enfoque – o climático – mas uma densa rede de sentidos e práticas, variável no tempo e no espaço, tal qual as chuvas no sertão (Albuquerque Jr., 2008).

Historicamente, as formas de lidar com os dilemas implicados nas secas mostram-se, sobretudo, como reações emergenciais aos seus efeitos sociais, políticos, econômicos e ambientais (ALOCA, 2021). A percepção da seca como elemento excepcional persiste a orientar muitas das condutas sociais. Sob essa ótica, a seca torna-se fatalidade, um fator imponderável. Essa percepção, entretanto, não impediu que as populações atingidas adotassem estratégias mais robustas de convivência com as secas e as irregularidades climáticas, seja por meio de arranjos institucionais e organizativos, pela constituição de uma rede de infraestruturas hídricas, de práticas produtivas e de consumos menos esbanjadores de água, ou pela implementação de políticas públicas, permitindo reduzir os níveis de vulnerabilidade de importantes parcelas da população às secas.

Uma região particularmente propensa a esse tipo de desastre é o Ceará, que já foi atingido por mais de 100 secas severas desde o século XVI (BRASIL 2012). No Ceará, historicamente, as formas de lidar com os dilemas implicados nas secas mostram-se, sobretudo, como reações emergenciais aos seus efeitos sociais, políticos, econômicos e ambientais. A percepção da seca como elemento excepcional persiste a orientar muitas das condutas sociais. Sob essa ótica, a seca torna-se fatalidade, um fator imponderável.

O planejamento caminha sob os ventos de ações e respostas proativas às secas, de modo a buscar romper com o “ciclo hidro-ilógico” (Figura 1.1) e tornar a seca um tema de discussões e estratégias permanentes. Sob esses ventos, a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, filiada à Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará – SRH, firmou Termo de Cooperação Técnico-científico com a Universidade Federal do Ceará - UFC, no contexto dos seis eixos de atuação da companhia: Desenvolvimento Institucional, Estudos e Projetos, Gestão Participativa, Instrumentos de Gestão, Monitoramento e Operação e Manutenção. Através desta cooperação mútua, e no âmbito do Programa Cientista Chefe de Recursos Hídricos, criado pela Fundação Cearense de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP – que tem como objetivo unir o meio acadêmico à gestão pública – serão elaborados os Planos de Gestão Proativa de Secas das Regiões Hidrográficas e Hidrossistemas do estado do Ceará.

Figura 1.1 - Ciclo “hidro ilógico”



Fonte: Adaptado de Wilhite, 2012

Os Planos de Gestão Proativa de Secas visam contribuir para que as memórias e experiências acumuladas pelos atores sociais, na vivência com a seca, não se dispersem ou se percam no intervalo entre uma seca e outra. Visam, sobretudo, reduzir as vulnerabilidades às secas, identificando impactos, problemas e conflitos ocasionados ou potencializados pelo contexto de seca, e as respostas e medidas adotadas para minimizá-los ou solucioná-los.

A elaboração do Plano de Gestão Proativa de Secas de Hidrossistemas tem por princípio a participação dos atores sociais que vivem e atuam no território, especialmente as Comissões Gestoras de Sistemas Hídricos. Garantida na legislação brasileira, e conquistada na prática da política, essa participação é elemento fundamental para que o planejamento seja, de fato, um instrumento capaz de tornar os efeitos negativos das secas objeto de reflexão e sistematização, antecipando as ações necessárias para responder aos desafios que esses efeitos apresentam.

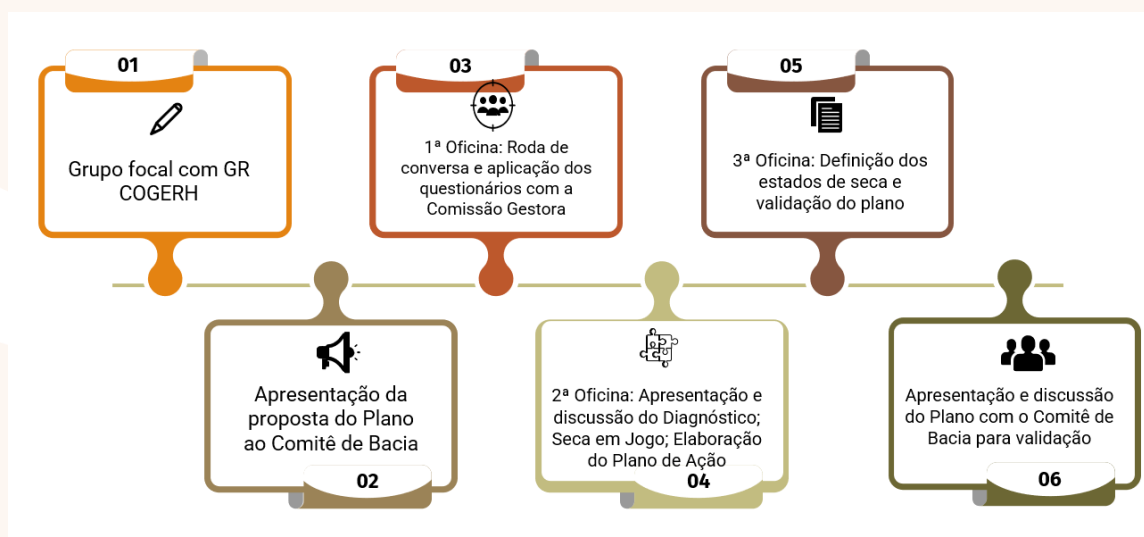
Como pilares, o planejamento fundamenta-se no monitoramento, na previsão e no alerta precoce da seca, na avaliação das vulnerabilidades e impactos gerados e na mitigação e medidas de resposta a serem mobilizadas de acordo com a dinâmica da seca. Enquanto planejamento operacional, corresponde a um documento objetivo, cujo intuito é sistematizar as ações a serem implementadas antes mesmo que a seca inicie seus primeiros efeitos no Hidrossistema.

O levantamento que deu origem a este documento foi elaborado a partir da realização de Grupo Focal com técnicos da Gerência Regional da COGERH da Região Metropolitana de Fortaleza; a esse momento, seguiu-se a realização de uma Roda de Conversa com membros da Comissão Gestora do Hidrossistema Acarape do Meio para identificação das percepções, das experiências vividas durante a seca; ao final do grupo focal foi aplicado um questionário com os participantes, de modo a se complementar informações, desta feita sob a ótica

individual; seguiram-se as oficinas com os membros da Comissão Gestora do Hidrossistema Acarape do Meio, usuários e demais atores relacionados ao hidrossistema para apresentação e discussão do diagnóstico elaborado pela equipe de elaboração do Plano de Gestão Proativa de Secas do Hidrossistema Acarape do Meio (FUNCAP-UFC-UNILAB), a aplicação de uma ferramenta metodológica lúdica para melhor entendimento dos participantes sobre os conceitos do plano e das práticas de planejamento; a discussão dos cenários propostos pela equipe de elaboração, quando a Comissão Gestora definiu qual cenário guiará o desenvolvimento do planejamento; apresentação do plano ao Comitê para aprovação (após leitura do documento previamente encaminhado). Todo esse processo também se baseou no levantamento bibliográfico e documental sobre o contexto da seca no hidrossistema, com a leitura das atas do Comitê de Bacia e da Comissão Gestora, legislação, relatórios técnicos e estudos/pesquisas feitos sobre o hidrossistema.

Os passos metodológicos foram construídos numa tentativa de envolver o Comitê de Bacia no processo de elaboração e acompanhamento, com alguns de seus membros participando mais ativamente das discussões, tendo a Comissão Gestora como ponto nodal da elaboração. A estratégia metodológica está apresentada na Figura 1.2.

Figura 1.2 - Metodologia de elaboração dos Planos de Gestão Proativa de Secas - Hidrossistema



Fonte: Equipe Plano de Secas – CEPAS/UFC, 2023



O Plano de Gestão Proativa de Secas - Hidrossistema Acarape do Meio apresenta uma abordagem baseada em quatro movimentos: 1) Diagnóstico, 2) CENARIZAÇÃO/Estados de Seca, 3) Plano de Ações e 4) Atualização/Monitoramento do Plano.

Destarte, o primeiro movimento, o do Diagnóstico, corresponde a uma etapa basilar do processo, identificando as características do Hidrossistema, bem como os atores, impactos, conflitos e respostas à seca. Toma-se como recorte temporal a seca iniciada em 2012. A seca, que iniciou em 2012, foi a mais severa registrada no Nordeste Brasileiro (Colombo et al., 2024). O maior déficit de precipitação, ou seja, a seca meteorológica, se deu entre 2012 e 2017, enquanto a seca hidrológica, nível dos açudes abaixo da média histórica, perdurou em boa parte do território cearense até o fim do período chuvoso de 2024. Considerando a seca como um contínuo hidrometeorológico (Ribeiro Neto et al., 2022), a maioria dos hidrossistemas esteve em estado de seca, seja meteorológico, hidrometeorológico ou hidrológico, por 13 anos (2012-2024). O “vale” da seca hidrológica se deu em 2016, quando o armazenamento dos hidrossistemas atingiu apenas 6,7%, sendo 86% dos mesmos eutrofizados. A consequência direta disso foi que 96 das 184 cidades do Ceará tiveram o abastecimento de água interrompido (Martins et al. 2018).

O segundo movimento dos planos compreende a CENARIZAÇÃO e definição dos Estados de seca. Para tal, se aborda um zoneamento do hidrossistema e respectivos estados de seca (e.g. Normal, Alerta, Seca e Seca Severa). Essa cenarização é vital para a definição do Plano de Ações, ou seja, para cada estado de seca serão indicadas as ações necessárias. Essa etapa está intimamente associada à Alocação Negociada de Água, no sentido de subsidiar as decisões e fortalecer os processos de discussão pública.

O terceiro e quarto movimentos é o Plano de Ações que sintetiza as respostas e ações a serem implementadas no tocante aos impactos da seca, identificando os momentos nos quais cada ação será disparada e que atores devem ser mobilizados. Essas ações e respostas de mitigação são dinâmicas e acompanham o movimento de intensificação da seca, para o qual o monitoramento é fundamental. A concepção é de um planejamento em permanente movimento, que demanda atualizações constantes, de modo a incorporar as mudanças da realidade hídrico-social do território.

Esta concepção do plano aparece no presente documento dividida em 6 tópicos. No primeiro, tem-se a descrição do Hidrossistema Acarape do Meio; no segundo, a discussão dos impactos, vulnerabilidades e conflitos ocasionados ou intensificados com a seca; no terceiro, as respostas e ações implementadas na seca iniciada em 2012; no quarto, a cenarização e os estados de seca e sua integração com a alocação negociada; no quinto, o plano de ações e no sexto, o plano de implementação.

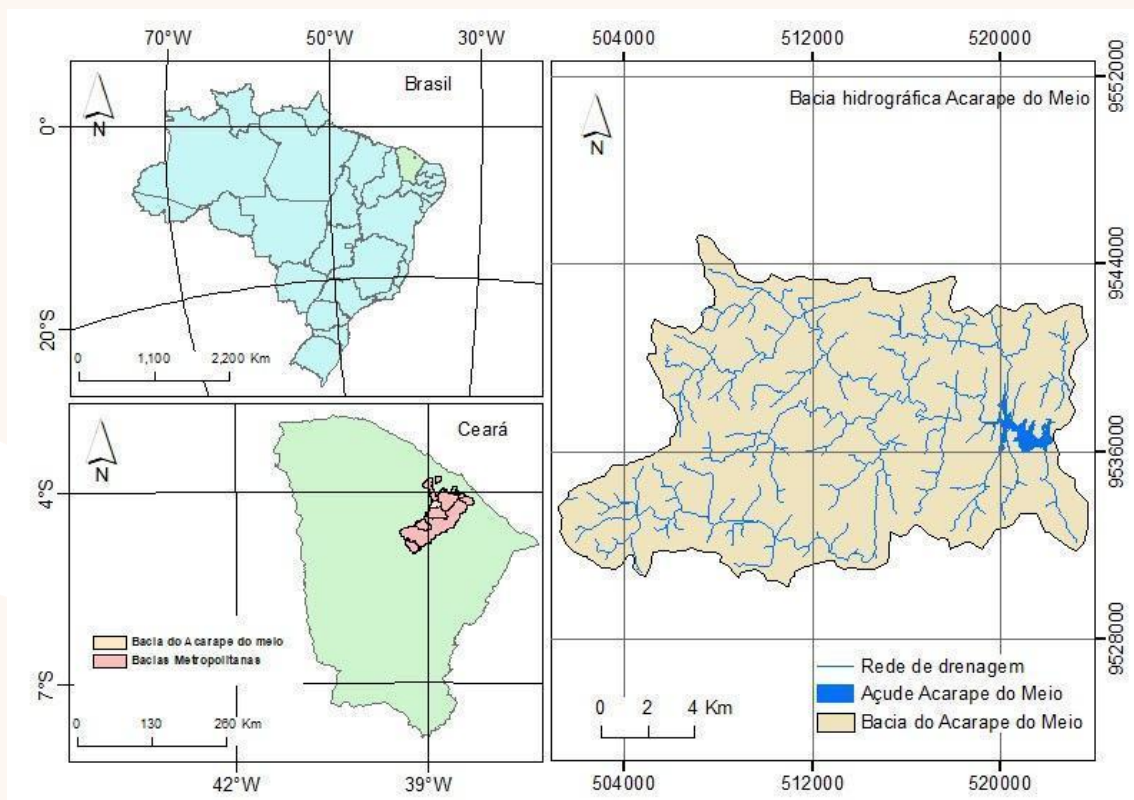
O levantamento que deu origem à discussão desse documento foi elaborado a partir da realização de entrevistas coletivas com técnicos da Gerência Regional da COGERH das Bacias Metropolitanas, de Grupo Focal, reuniões e oficinas junto aos membros da Comissão Gestora do Açude Acarape do Meio, usuários e demais atores relacionados ao hidrossistema, bem como levantamento bibliográfico e documental sobre o contexto da seca no hidrossistema.

## 2. Descrição do Hidrossistema Acarape do Meio

### 2.1. Aspectos gerais

O Hidrossistema Açude Acarape do Meio localiza-se na Região Hidrográfica das Bacias Metropolitanas, mais precisamente no município de Redenção, no Maciço de Baturité do Ceará (Figura 2.1). Sua barragem foi construída pelo IFOCS (atualmente DNOCS), em 1924, barrando o Rio Pacoti. O Açude Acarape do Meio foi o primeiro reservatório superficial a abastecer a cidade de Fortaleza.

Figura 2.1 - Mapa de localização do Hidrossistema Acarape do Meio



Fonte: Equipe Plano de Secas UFC/UNILAB

O açude localiza-se a 04° 11' 09,08" latitude Sul e a 38° 48' 48,69" longitude Oeste. Sua capacidade de acumulação máxima é de 29,6 hm<sup>3</sup> numa bacia hidrográfica com área de drenagem de 206,20 km<sup>2</sup> (UFC/COGERH, 2021).

O Acarape do Meio é tomado como hidrossistema com distintos usos, marcadamente, abastecimento humano, irrigação e indústria (Quadro 2.1). Os usos se concentram geograficamente a jusante do hidrossistema. Dentre os usos, destaca-se a diversidade do abastecimento humano, em que oito ETAs operadas pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará (CAGECE) e quatro SISARs são atendidos pelo hidrossistema. Entretanto, vale salientar que quatro ETAs podem ser também abastecidas por outros hidrossistemas, assim como a demanda hídrica pela indústria. Nota-se que embora as perdas em trânsito na perenização não sejam demandas de uso da água, foram classificadas como tal pela COGERH, pois influenciam no atendimento às demandas no vale perenizado do Acarape do Meio.

A seca alterou a oferta hídrica e a dinâmica do hidrossistema e suas demandas. Com a diminuição do nível da Acarape do Meio, observou-se uma piora da qualidade da água. Além da degradação progressiva da qualidade da água durante a seca, a qualidade da água tinha um padrão sazonal até 2023, i.e. piora da qualidade na estação chuvosa e melhora na estação sem chuvas. Em 2024, surgiu um novo problema em relação à qualidade da água, observou-se uma piora de qualidade da água no período sem chuvas, o que pode ter sido uma consequência da seca hidrológica, a ser investigado.

Essas alterações da qualidade da água no hidrossistema provocam dificuldades de tratamento da água das ETAs e dos SISARs, exceto para ETA SI Redenção, que segundo a COGERH e a CAGECE está mais próxima da captação e possui tecnologias mais avançadas para o tratamento da água. Em condições de escassez quantitativa da água ou piora desproporcional da qualidade da água, a ETA SI Pacatuba, a ETA Maranguape e o pólo industrial são atendidos pelo açude Gavião.

Também, devido à escassez hídrica, a perenização do rio pelo hidrossistema foi completamente suspensa, afetando a demanda da irrigação e por outros usos. O Açude Açude Mamoeiro (ou Hypólito), não monitorado pela COGERH e operado pela AIVA (Associação dos Irrigantes do Vale do Acarape), auxilia quando necessário no atendimento da perenização. Entretanto, há problemas de gestão e conflitos no vale perenizado, devido a essa liberação, que foram levados à Comissão Gestora do hidrossistema, como por exemplo o atendimento à Comunidade Poço Escuro, um dos pontos de captação (uso diverso) mais a jusante no vale perenizado.

Quadro 2.1 - Demandas instaladas no Hidrossistema Acarape do Meio, outubro, 2024

Tipo de Uso	Montante	Jusante
Abastecimento humano		<ul style="list-style-type: none"> <li>• ETA SI Redenção</li> <li>• ETA Água Verde</li> <li>• ETA Dourados</li> <li>• ETA Guaiúba</li> <li>• ETA SI Pacatuba*</li> <li>• ETA Maranguape*</li> <li>• SISARs Piroás / Carrapateira / Queimadas / Baú</li> <li>• ETA SI Sapupara*,+</li> <li>• ETA SI Amanari*,+</li> </ul>
Irrigação		Irrigação no vale perenizado do Acarape do Meio
Indústria		Ramal Heineken / EMAM / Marisol*
Diversos		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usos difusos, irregulares</li> <li>• Perdas em trânsito na perenização**</li> <li>• Irregularidades, perdas em trânsito e descargas de fundo no sistema adutor</li> </ul>

\*Demandas instaladas também atendidas por outros mananciais.

\*\*Embora as perdas em trânsito na perenização não sejam demandas de uso da água, foram classificadas como tal pela COGERH, pois influenciam no atendimento às demandas no vale perenizado do Acarape do Meio.

+ETAs que podem ser atendidas excepcionalmente durante crises de abastecimento, devido ao possível colapso dos açudes Penedo e Amanary.

Fonte: Levantamento junto à COGERH, 2024

## 2.2. Oferta Hídrica

Nesta seção é analisada a disponibilidade hídrica na área de abrangência do Plano. São analisados os aspectos quantitativos e qualitativos com base em estudos já realizados.

## 2.2.1. Aspectos Quantitativos

O Estudo das vazões afluentes aos reservatórios é fundamental para a avaliação da oferta hídrica superficial. Contudo, a maioria dos açudes não possui registro dessas vazões afluentes e a estratégia comumente utilizada é a reconstrução das séries históricas de afluências, através da regionalização de parâmetros de um modelo hidrológico. A partir da regionalização dos parâmetros, utilizou-se o modelo chuva-deflúvio SMAP (Lopes, Braga e Conejo et al., 1981) e obteve-se as séries mensais da afluência ao Açude Acarape do Meio, considerando o período 1911-2019 (UFC/COGERH, 2021).

Vale salientar que a metodologia aplicada em UFC/COGERH (2021) foi adaptada devido a (1) uma baixa densidade de pluviômetros na primeira metade do século XX e (2) ao funcionamento do Açude Germinal à montante como reservatório de passagem. A primeira consideração implicou a utilização da técnica de preenchimento de falhas para o posto pluviométrico de Pacoti com base nos postos vizinhos. Já a última implicou a desconsideração do efeito hidrológico do Açude Germinal na afluência ao Açude Acarape do Meio.

As características da vazão afluente ao Açude Acarape do Meio e sua vazão regularizada são apresentadas na Tabela 2.1. Para uma garantia de 90%, a vazão regularizada é 848 l/s de (Q90) Para as demais garantias, 95% e 98%, as vazões regularizadas são 711 l/s (Q95) e 633 l/s (Q98).

Tabela 2.1 - Características da vazão afluente ao Açude Acarape do Meio e sua vazão regularizada para garantias de 90%, 95% e 98%

<b>Afluência Total (hm<sup>3</sup>/ano) (1)</b>	<b>CV Afluência (2)</b>	<b>Cap/Va (3)</b>	<b>Vazão Regularizada (l/s) (4)</b>		
52,8	0,81	0,56	848	711	633

(1) Afluência Total: Vazão anual média afluente ao reservatório (2) Coeficiente de variação das vazões anuais médias afluentes ao reservatório (3) Relação entre a capacidade do reservatório e a afluência total anual média (4) Vazão regularizada com uma determinada garantia: 90%, 95% e 98%.

### 2.2.2. Aspectos Qualitativos

O Estado do Ceará conta com uma rede de monitoramento da qualidade das águas (RMQA) que é gerida pela COGERH. Essa rede tem o apoio da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), por meio do Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas (PNQA) – e do Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água (QUALIÁGUA). O objetivo da RMQA é monitorar os principais açudes do Estado e avaliar se eles se encontram em conformidade com a Resolução Conama nº 357/2005. O trabalho de coleta e análise da qualidade das águas do Estado iniciou em 1998, ainda que de forma centralizada na sede da companhia.

Os serviços de análises da qualidade incluem análises físico-químicas, bacteriológicas, de nutrientes e hidrobiológicas das amostras de água, abrangendo os seguintes parâmetros: cloretos, cor, ferro, sólidos dissolvidos totais, sólidos totais, sulfatos, pH, turbidez, oxigênio dissolvido, cor alcalinidade de hidróxidos, alcalinidade a carbonatos, alcalinidade a bicarbonatos, cálcio, magnésio, sódio, condutividade elétrica, fósforo total, nitrogênio total, ortofosfato solúvel, clorofila-a, feofitina, nitratos, nitrito, nitrogênio amoniacal e contagem/identificação de fitoplâncton. Essas informações são obtidas em campo por meio de sonda multiparâmetro com coletas realizadas a 0,3 m da superfície da água. Em geral, essas análises são realizadas em campanhas trimestrais nos açudes geridos pela COGERH.

Devido ao grande número de parâmetros, é utilizado o índice de Estado de Trofia para caracterizar os reservatórios quanto à qualidade da água. Nesse índice são utilizados dados de nitrogênio total, fósforo total, clorofila, cianobactérias e transparência. Os estados de trofia e sua descrição são apresentados na Tabela 2.2.

As análises de qualidade utilizadas neste capítulo foram registradas no período de maio de 2008 a maio de 2024. Para o açude Acarape do Meio, foram realizadas 63 medições. O estado eutrófico foi o estado com maior frequência relativa, 59% das análises apresentaram esse estado trófico. O estado hipereutrófico apresentou uma frequência relativa de 18%. Esses estados, totalizando uma frequência de 77% são os piores, indicando que as águas são significativamente afetadas por matéria orgânica e nutrientes, com riscos de mortandade de peixes e comprometimento de seus usos.

Tabela 2.2 - Estados de Trofia e frequência de estados tróficos encontrados no Açude Acarape do Meio

Estado de Trofia	Descrição	Frequência relativa dos estados de trofia
Oligotrófico	Indica que as águas estão limpas e possuem baixa produtividade.	5%
Mesotrófico	Indica produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas ainda em níveis aceitáveis.	19%
Eutrófico	Indica produtividade alta, apresentando baixa transparência e sendo, em geral, afetada por atividades antrópicas.	59%
Hipereutrófico	Indica produtividade muito alta, as águas são significativamente afetadas pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, podendo ocorrer florações tóxicas e mortandade de peixes e comprometendo fortemente seus usos.	18%

### 2.3. Demanda Hídrica

O conhecimento sobre os usos dos recursos hídricos e das relações que se estabelecem entre si no território é fundamental para o alcance da segurança hídrica. O conhecimento da demanda é componente chave para o planejamento e para o gerenciamento das águas ao evitar os riscos de não atendimento das necessidades das populações e dos ecossistemas associados, bem como para o desenvolvimento das atividades econômicas da sociedade.

Os usos das águas podem ser classificados como consuntivos e não consuntivos. O primeiro ocorre quando a água retirada é consumida – parcial ou totalmente – no processo a que se destina, não retornando diretamente ao corpo d'água. Enquanto os usos não consuntivos não afetam diretamente a quantidade de água local, embora dela dependam.

A demanda é um componente da gestão bastante dinâmico e o seu conhecimento não pode se limitar apenas à demanda outorgada, na medida em que ela - por não ser universalizada - não corresponde ao consumo total nas regiões hidrográficas. Muito embora, a outorga, ao conferir direito de uso, torne-se o instrumento por excelência para o controle da entrada e saída de usuários de água em um hidrossistema.

Nesse sentido, a demanda instalada foi obtida diretamente com a COGERH. A Figura 2.2 apresenta o diagrama de demandas atendidas pelo Hidrossistema Acarape do Meio. A Tabela 2.3 apresenta os valores das demandas para cada usuário do hidrossistema, seja ele localizado a jusante, captando água a partir de liberações na calha do rio ou no sistema adutor.

Os tipos de usos de água do Açude Acarape do Meio podem ser divididos em: abastecimento humano, irrigação e indústria. Em condições de normalidade, o abastecimento humano consome 370 l/s, enquanto que o vale perenizado, incluindo irrigação, usos diversos e perdas em trânsito, consome 200 l/s, mas em apenas em 6 meses do ano aproximadamente. A demanda industrial é relativamente pequena 15 l/s. Somando a irregularidades, as perdas em trânsito e a descarga de fundo do sistema adutor, o consumo total anual em condições de normalidade é de 720 l/s. Já em condições de escassez hídrica, há uma redução considerável para 352 l/s.

Vale salientar o papel do açude Gavião para a segurança hídrica das demandas do Acarape do Meio, pois demandas importantes são atendidas pelo primeiro (Maranguape, Pacatuba e indústria), quando não há condições quali-quantitativas de atendimento do último. Por um outro lado, em condições de escassez hídrica, duas ETAs (Sapupara e Anamary) passam a ser atendidas pelo Açude Acarape do Meio.

Figura 2.2 - Diagrama de usos do Hidrossistema Acarape do Meio



Fonte: Levantamento junto à COGERH, 2024.

Tabela 2.3 - Caracterização dos usos do Hidrossistema Acarape do Meio (anualizado)

Nome do Diagrama	Vazão operada (l/s) em condições de normalidade	Vazão operada (l/s) em condições de escassez
ETA SI Redenção	110	70
ETA Água Verde	7	5
ETA Dourados	3	2*
ETA Guaiúba	30	20
ETA SI Pacatuba	60	0**
ETA Maranguape	140	0**
Ramal Heineken / EMAM / Marisol	15	0**
SISARs Piroás / Carrapateira / Queimadas / Baú	20	10
Irrigação, usos difusos e perdas em trânsito no vale perenizado	100 (50)***	0+
Irregularidades, perdas em trânsito e descargas de fundo no sistema adutor	235	235
ETA SI Sapupara	0	5
ETA SI Amanari	0	5
Total	720	352

\*ETA construída recentemente (2024), assim, foi admitido neste estudo um atendimento próximo a taxa observada nas outras ETAs.

\*\*Em condições de escassez quali-quantitativo, o atendimento é realizado pelo Gavião.

\*\*\*Ao todo 200 l/s durante aproximadamente 6 meses, mas metade é “perdido” em trânsito no vale perenizado.

+Substituição da liberação do Acarape do Meio pelo uso do Açude Açude Mamoeiro (não monitorado)

Fonte: Levantamento junto à COGERH, 2024.

## 2.4. Balanço Hídrico

Com a finalidade de se avaliar, em termos macro, o nível de comprometimento das disponibilidades hídricas atuais, em face das grandes demandas, apresenta-se neste tópico um balanço hídrico concentrado para o hidrossistema Acarape do Meio, i.e. oferta hídrica menos a demanda hídrica.

Açude Acarape do Meio – Foto: Cogeh



A oferta hídrica no hidrossistema Acarape do Meio foi estimada na seção 2.2 com a vazão regularizada com garantia de 90% (Q90), totalizando 848 l/s. A vazão regularizada com 95% de garantia (Q95) encontrada foi de 711 l/s e a Q98, vazão regularizada com 98% de garantia, igual a 633 l/s, aproximadamente.

Já a demanda hídrica total foi analisada na seção 2.3 e estimada em 720 l/s em condições de normalidade. A demanda de abastecimento humano responde por 51,4% (370/720), enquanto as demandas de usos múltiplos (todas as demandas da bacia para usos que não são abastecimento humano) correspondem a 16% da demanda total (115/720).`

Entretanto, deve-se considerar também a retirada do Açude Germinal, funcionando como reservatório de passagem, mas que compõe as demandas hídricas na bacia hidrográfica do Acarape do Meio. Segundo a COGERH a demanda do Açude Germinal é de 28 l/s em condições de normalidade, destes, 13 l/s para abastecimento humano. Assim, a demanda hídrica total em condições de normalidade é de 748 l/s.

Em um cenário de regularização de 90%, o reservatório Acarape do Meio apresenta um superávit hídrico de 100 l/s (ver Tabela 2.4). Por um outro lado, para garantias de 95% e 98% foi encontrado um déficit hídrico de -37 l/s e -115 l/s, respectivamente. Dessa forma, observamos que para atender a demanda total de referência da bacia para as garantias de 95% e 98%, o reservatório Acarape do Meio deverá secar em algum período.

Tabela 2.4 - Relação oferta/demanda (l/s) para o hidrossistema Acarape do Meio para vazões regularizadas com 90%, 95% e 98% de garantia

Q90	Q95	Q98	Demanda total (DT)	Q90 - DT	Q95 - DT	Q98 - DT
848	711	633	748*	100	-37	-115

\*720 l/s corresponde às demandas hídricas no Açude Acarape do Meio e 28 l/s às demandas hídricas no Açude Germinal, ambos em condições de normalidade.

### 3. Aspectos Normativos e Arranjos Institucionais do Hidrossistema

---

A água é considerada um bem público e sua gestão deve ser descentralizada, integrada e participativa de acordo com as legislações nacional e cearense de recursos hídricos, respectivamente a Lei Nacional N°9.433/1997 e a Lei Estadual N° 14.844/2010. Essa gestão fundamenta-se nos usos múltiplos, mas “o uso prioritário dos recursos hídricos, em situações de escassez, é o consumo humano e a dessedentação de animais”. Esses princípios legais compõem parte do arranjo normativo regulatório dos usos das águas, associado a uma rede de instituições e colegiados multissetoriais, como Comitês de Bacia, Comissões Gestoras, Comissões de Usuários, Câmaras Técnicas (SOUZA FILHO, 2011; CEARÁ, 2022).

As regras específicas aos usos da água não são fixas. Ao contrário, dinamizam-se de acordo com a realidade socioeconômica e hídrica dos territórios. Nesse sentido, os arranjos construídos e legitimados legalmente podem sofrer adaptações, como podemos observar no contexto da seca articulações em distintas escalas e entre distintos atores sociais. A urgência da seca exigiu conexões sociais, políticas e hídricas, criou instituições e espaços interinstitucionais novos, bem como retomou antigas práticas.

Os arranjos normativo-institucionais construídos com foco no Sistema Hídrico Acarape do Meio são perpassados por esses aspectos e se movimentam em conformidade com a extensão, a intensidade e os impactos da seca. Os impactos, e, especialmente, os conflitos gerados para acessar, disputar e partilhar as águas escassas, estão presentes nesse sistema, principalmente no período da seca de 2012 a 2018, especialmente no que diz respeito ao uso da água do açude Acarape do Meio pelos usuários. Vale ressaltar, que o aumento da demanda de água na região metropolitana de Fortaleza, especificamente na capital nos últimos anos, tem sido um tema de debate constante nas reuniões da Comissão Gestora (CG),

uma vez que o Hidrossistema integra um sistema maior da região metropolitana servindo de plano contingencial em períodos de seca.

A COGERH iniciou o monitoramento quantitativo, a variação do nível dessas águas, em 1992 e o qualitativo em 1988. Em 2009, o Comitê de Bacias através de sua Resolução CBH-RMF 07, de 16 de abril de 2009 instituiu a primeira Comissão Gestora do açude Acarape do Meio, eleita no dia 20 de agosto de 2008, onde, no mesmo documento definiu as respectivas atribuições na gestão participativa dos recursos hídricos, no município de Redenção, Ceará, e estabeleceu os três tipos de atores sociais que participariam na comissão e quais seriam os primeiros a atuar em cada um desses grupos compostos por: Representante dos Poderes Públicos, Representante da Sociedade Civil e os Representante dos Usuários.

Desta forma, até hoje a CG tem tido representação heterogênea da sociedade ao qual está vinculada. A atual CG, fora eleita e empossada em 20/06/2024. Essa última formação (renovação) exercerá o mandato de 2024-2028. São 26 membros/usuários de representações sociais distintas, como: indústria, poder público, universidade, grandes irrigantes, pequenos irrigantes, abastecimento urbano entre outros que disputam ou partilham as águas nesse sistema. Essa participação é fundamental para a consolidação da política de recursos hídricos do Ceará, seja nos fóruns de deliberação e/ou espaços públicos de negociação dos conflitos. Esses atores modificam sua atuação, de conflitantes a colaboradores e partícipes dos processos de construção de acordos e deliberações, saindo de um contexto de conflito para outro de colaboração, fato revelador da potência dos espaços de interlocução construídos ao longo dos últimos anos.

A Comissão Gestora do Hidrossistema Acarape do Meio – como todas as comissões gestoras do estado – é vinculada ao Comitê de Bacia, colegiado este que responde pela gestão das águas na região hidrográfica, a partir de uma

composição setorial, envolvendo sociedade civil, poder público e usuários de água. O Comitê de Bacias Hidrográficas da Região Metropolitana de Fortaleza (CBH-RMF) é o espaço das decisões e deliberações sobre as águas superficiais e subterrâneas da região hidrográfica, bem como um dos lócus da negociação de conflitos. O Comitê define Parâmetros de Alocação para o hidrossistema Acarape do Meio e para todos os demais reservatórios monitorados pela COGERH na região hidrográfica.

A Alocação Negociada da Água consiste num processo participativo de discussão política, no qual se definem formas de partilha e regras de uso das águas do reservatório, estabelecendo as vazões que serão disponibilizadas para distintos usos, tendo como base um conjunto de informações e dados repassados pela COGERH. Na alocação, os conflitos são discutidos com o intuito de se estabelecerem acordos coletivos, nem sempre possíveis. As reuniões de alocação ocorrem, normalmente, após a quadra chuvosa, nos meses de julho e agosto. Nesse processo, a COGERH atua como Secretária Executiva do Comitê, assessorando-o com informações técnicas sobre as hídricas do reservatório, das demandas, além de realizar registros e logística das reuniões e apoiar, de forma importante, a mediação dos conflitos.

Todo o processo de gestão de águas no estado é descrito em detalhes em outros estudos (AQUINO, 2019; SOUZA FILHO, 2011), sendo as particularidades da Região das Bacias Hidrográficas da Região Metropolitana de Fortaleza abordadas no Plano de recursos hídricos da região metropolitana de Fortaleza, aprovado pela RESOLUÇÃO N.º 001, DE 3 DE ABRIL DE 2024 do CBH-RMF e publicado em 26 de abril de 2023 no site da COGERH. Nesse sentido, não será retomada no presente texto a discussão detalhada dos processos institucionais da região hidrográfica como um todo. Para efeitos deste plano, serão considerados os arranjos normativos e institucionais do Hidrossistema Acarape do Meio, especialmente no contexto da seca de 2012 a 2018, mas não limitando a finalização da análise para fins de diagnóstico a este último ano.

Diante da emergência de conflitos no cenário de seca estabelecido no contexto cearense, a reunião de alocação de água foi antecipada entre os anos de 2013 e 2014. As discussões já são iniciadas com o resgate da situação de aporte de 1992 a 2013. Depois das apresentações e reuniões realizadas no ínterim de 2013 a 2024 foi possível construir um breve histórico das discussões e decisões.

Assim, em 2013 decidiu-se que haveria a liberação de duas ondas de 400l/s pelo rio, avaliando após a reunião acompanhamento que somente 350l/s teriam sido liberados para uso e em 2014 decidiu-se diminuir a liberação para 200l/s para uso humano. Já no ano de 2015, chega o estado de seca severa e os problemas começam a surgir descontroladamente e com soluções não integradas e quase sempre desordenadas e morosas.

Tal situação repete-se em 2016. Ante aos problemas, a comissão questiona o abastecimento de outras cidades. O uso por sistemas de irrigação e por balneários, cobram fiscalização. A palavra-chave das reuniões é o racionamento, fontes alternativas e outorgas e fiscalização.

Em 2017, apesar de ainda estar em período de seca, a captação no período foi boa e houve um aumento da vazão para 280L/s. Já em 2018 foi explanada a provável necessidade de no estado de seca apresentado o Acarape entrar com um aporte de 300L/s para suprir Fortaleza e Caucaia. Os participantes não receberam bem a ideia. Entre o simulado e o realizado neste ano a vazão acabou sendo em 387L/s ante o simulado de 250L/s. No ano de 2019 a situação começa a melhorar, mas ainda exige cautela no uso. No acompanhamento se verifica um uso de 413L/s. Dentre os problemas apresentados estão as outorgas que se apresentam como mais comuns.

O ano de 2020 começa com as reuniões virtuais em virtude da pandemia. Os aportes começam a voltar, questiona-se sobre a transposição, impactos econômicos na manutenção da vazão de 350L/s para outros municípios.

Apresenta-se os aportes em onda feitos pelo Açude Germinal através do Rio Pacoti. Começam as discussões sobre uma adutora para o Açude Mamoeiro. Em 2021, a vazão começa a crescer, pois o açude volta a captar e chegar a quase 80% da sua capacidade. É discutida a questão do assoreamento e da evaporação que passará a fazer parte dos cálculos de vazão a partir de então.

No ano de 2022 houve a discussão da adutora do Acarape à Fortaleza e as vazões que seriam liberadas. Houve também um debate sobre a questão da qualidade da água que passou a ser tema a partir de então. Já em 2023, desde as reuniões iniciais foi explicado como o Acarape do Meio compõe o sistema da região metropolitana. Também, discutiu-se o papel do SISAR e CAGECE. A qualidade da água e a falta de fiscalização do uso ainda foram dos maiores problemas discutidos. Por fim, em 2024 as discussões de liberação começam a ser tomadas baseadas em cenários e já com um histórico de uma seca mais próxima, que se deu entre 2012 e 2018, mas que foi vivenciada em sua normalização até 2022.

As intensas situações conflituosas vivenciadas ao longo do período de seca; realização de reuniões em intervalos menores de tempo para contornar os efeitos escassez hídrica; a presença da população de comunidades rurais colocando suas demandas de acesso à água e reivindicando ações eficazes; as estratégias coletivas e com recursos próprios dos usuários do sistema para atenuar os efeitos e garantir o abastecimento, proporcionando a formação de arranjos antes não vistos; ações de fiscalização relacionadas aos usos da água no território do hidrossistema, por exemplo, poços e chafarizes; a importância da limpeza e retirada dos barramentos do rio; os debates em torno de uso equilibrado da água mostram as dinâmicas nesse sistema hídrico e como isso foi vivenciado pelos atores sociais de formas diferentes.

Foram temáticas que ficaram marcadas na memória social da região e principalmente dos componentes mais antigos que fizeram e ainda fazem parte da Comissão Gestora do Hidrossistema Acarape do Meio.

## 4. Descrição das Percepções, Impactos, Vulnerabilidades e Conflitos Relativos à Seca

---

### 4.1. Percepções sobre a seca

Os atores sociais desse sistema percebem a seca como um acontecimento de longo prazo que faz parte de suas vivências e experiências ao longo da vida. Essas percepções ganharam relevo no ato de rememorar as atribuições ao longo da seca iniciada no ano de 2012.

A abordagem das percepções sobre a seca não implica compreendê-la enquanto sucessão de eventos idênticos ou semelhantes entre si. As formas de perceber e experimentar eventos de seca relacionam-se aos níveis distintos de vulnerabilidade, de recursos e capitais que os atores sociais podem, ou não, mobilizar para minimizar os impactos e problemas que uma seca potencialmente provoca. Logo, as secas são distintas entre si e seus efeitos diferem entre os atores sociais. Mesmo as percepções sobre a seca podem guardar elementos que a associam a riscos e incertezas e existem distintas racionalidades em jogo. Se a seca é percebida como fatalidade e incerteza, as formas de lidar com seus efeitos, ou de prevenir os seus impactos, difere se a seca é percebida como risco (GIDDENS, 1991) com elevada probabilidade de ocorrência, para o qual se prepara com antecedência e planejamento. Desse modo, falar sobre percepções dista muito de uma ideia naturalizada sobre como se percebe e sente a seca.

As percepções e memórias sobre a seca, nesse sentido, são dinâmicas, heterogêneas e seletivas. São marcadas pelas relações sociais, naturais e históricas (SEIGERMAN; BASÍLIO; NELSON, 2021). Ao refletir sobre as vivências com a seca, suas marcas impressas nas memórias, busca-se compreender quais fatores são considerados como agravantes, que tempos-eventos definem os períodos mais ou menos críticos. Como a seca é um fenômeno sem anúncio prévio muito claro, as percepções também variam quanto ao seu início ou fim, ou seja, são contextualizadas. As memórias do passado são acionadas para pensar mudanças vividas nas épocas de seca e de escassez hídrica.

A interpretação dessas percepções considerou os relatos de memórias durante grupo focal com os atores sociais vinculados ao sistema e membros do Comitê de Bacia, e, a aplicação de um questionário com 12 atores sociais, cuja realização se deu no dia 19 de novembro de 2024 no Auditório do Campus Auroras, da UNILAB, em Redenção-CE. Um local diferente de onde costumeiramente se reunia a Comissão Gestora, a aproximadamente 3 quilômetros de distância. O local foi muito bem recebido pelos participantes por causa da sua infraestrutura principalmente.

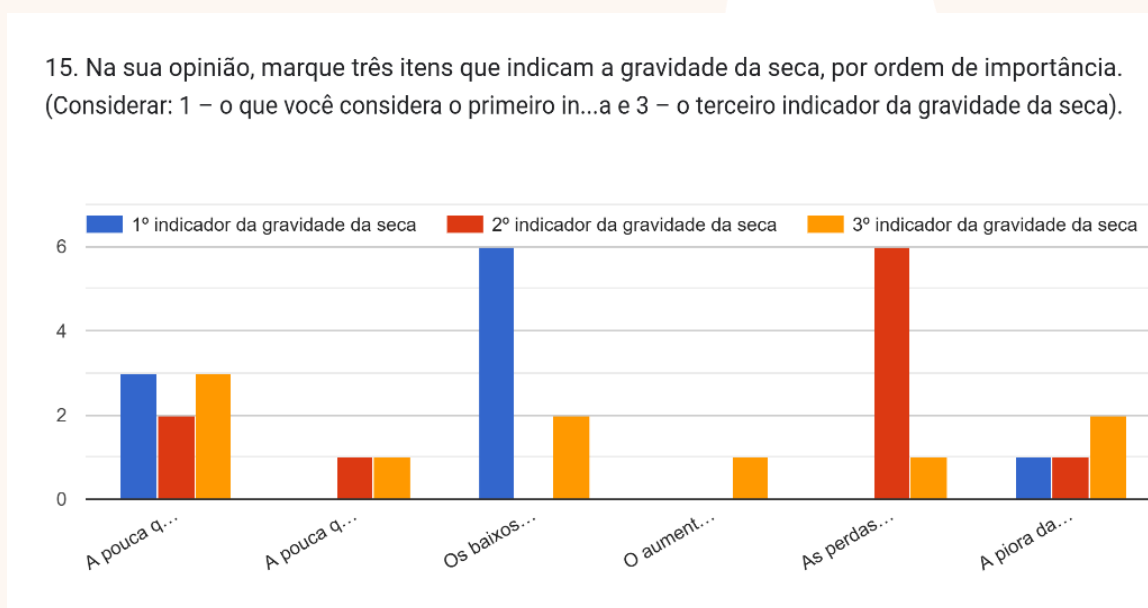
Figura 4.1 - Grupo focal com a Comissão Gestora do Sistema Açude Acarape do Meio em 19/11/2024



Fonte: Equipe Plano de Secas UNILAB/UFC, novembro, 2024

Do ponto de vista dos atores sociais com os quais dialogamos neste sistema, a seca teve início no de 2012 e, três indicadores foram escolhidos três indicadores como representantes dessa situação: o rebaixamento do nível dos reservatórios, as poucas chuvas, alteração na qualidade da água, nessa sequência. Essa percepção qualitativa, obtida nos relatos orais, se confirma quantitativamente nas respostas dadas à pergunta sobre o que indicaria a gravidade da seca, conforme Gráfico 4.1.

Gráfico 4.1 - Indicador da gravidade da seca no hidrossistema Acarape do Meio, conforme percepção dos atores locais



Fonte: Pesquisa realizada junto à Comissão Gestora do Açude Acarape do Meio. Equipe UFC/FUNCAP, novembro, 2024

O período considerado como sendo o mais crítico da seca tendo em vista a vivência da seca nesse sistema, foi entre os anos de 2013 e 2017, fato corroborado pelos técnicos (as) da COGERH e respostas dadas nos questionários pelos membros da Comissão Gestora. No grupo focal, a imagem da seca apareceu muito ligada à pouca quantidade de chuva por um período prolongado e, por conseguinte, na diminuição dos níveis de água que podem ser observados, por exemplo, nos reservatórios no sistema hídrico. Sendo uma realidade recorrente no Nordeste brasileiro, bem como os seus efeitos negativos, muitos demonstraram que a palavra seca em si já é motivo para preocupação. Como disse um dos participantes do grupo focal:

“Nós tínhamos a ideia, uma imagem da seca do passado ou aquela que a gente vê na televisão. Tipo, como os antigos contavam das secas nas décadas de 30 ou 50. Um tempo que morria gente e bicho por causa da seca no interior.” (Participante 1 - CG Acarape do Meio, 2024)

Com o tempo e a paulatina migração das pessoas para os centros urbanos em busca de melhores condições de trabalho, muitas vezes movidos pela seca, muitas vezes pelas condições de trabalho no campo, começa um processo de esvaziamento de postos de trabalho nas zonas rurais, nos campos, principalmente nas atividades ligadas a agricultura familiar. Nas oficinas realizadas sempre que possível a tematização sobre o assunto surgia, toda ordem de soluções e explicações para a problemática da mão de obra no campo surge nesse momento, desde questões macroeconômicas até mesmo questões morais como relatou um dos partícipes:

“É safadeza! Antigamente todo mundo trabalhava, ninguém tinha esse negócio de trabalho muito pesado. Foi só começar com esses programas de aposentadoria e de bolsas que a coisa mudou. Agora querem ganhar sem trabalhar sem pegar na terra, saem daqui vão trabalhar na capital e depois voltam pra se aposentar como agricultor” (Participante 2 - CG Acarape do Meio, 2024)

Entretanto, outros defendem que a questão da agricultura deveria ser discutida nas escolas do município, principalmente por se tratar da atividade econômica mais rentável na região. Os participantes sabem que o grande diferencial da região é a produção agrícola, atendendo grande parte da demanda de hortifruti, além de outras cultivares agrícolas da capital. Entretanto, quando são taxativos ao colocar a posição primordial da agricultura nesse cenário, esquecem que no hidrossistema há um polo industrial envolvido.

Vale lembrar que estes atores, as indústrias e grandes irrigantes, que não foram lembrados nas discussões quando analisadas as atas das reuniões no ínterim

definido como época de seca para este diagnóstico, foram participantes de peso nas discussões e tomadas de posição.

Esses exemplos citados acima, nos leva a refletir que cada ator social vivenciou a seca de modo diferente de acordo com o lugar social onde se encontrava naquele momento, bem como diferentes interesses e necessidades entram em jogo na disputa pelo uso do recurso hídrico. À medida que a seca foi se arrastando entre os anos de 2015 a 2017, novas problemáticas começam a emergir nesse cenário, tais como: a qualidade da água começou a ser afetada.

Para amenizar os efeitos da seca, ações foram sendo articuladas pelos diversos atores sociais nesse sistema, como também com a participação ativa da COGERH, Prefeituras Municipais (destaca-se as ações de reúso e educação ambiental da Prefeitura de Guaiúba) e CAGECE. Esta última, ainda muito criticada e cobrada, não deixou de tomar providências desde o período de seca, sendo o foco das críticas à qualidade da água distribuída.

Carros pipas foram disponibilizados para abastecer as comunidades mais distantes da zona urbana, liberação em onda do açude para a comunidade do Poço Escuro, perfuração de poços em comunidades, abastecimento feito com chafarizes, ações voltadas para a sensibilização das pessoas no uso equilibrado da água para atividades essenciais, evitando o desperdício. Em relação aos poços profundos foi destacado sua proliferação no período de seca, havendo uma necessidade de fiscalização e controle tanto dos poços como chafarizes e outras soluções que impactem o lençol freático.

Os atores envolvidos sabem da importância do Açude Acarape do Meio para a Região Metropolitana de Fortaleza, bem como sabem que estão interligados a outros hidrossistemas, como, por exemplo, o Açude Germinal, o Açude Açude Mamoeiro e o Rio Pacoti. Todas essas nuances, demonstram o caráter singular deste hidrossistema e sua importância estratégica bem como suas vulnerabilidades.

## 4.2. Impactos e vulnerabilidades relacionados à seca

### 4.2.1. Impactos relacionados à seca

Quadro 4.1 - Impactos negativos e positivos da seca no Hidrossistema Acarape do Meio

Tipos de impactos	Impactos observados	
Fornecimento e acesso a água	Negativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Perda de água no percurso entre o açude Açude Mamoeiro e o açude de Acarape do Meio</li> <li>✓ Barragens ilegais</li> <li>✓ Barramentos de uso pessoal</li> <li>✓ Barramentos no intuito de atender região sem pensar no hidrossistema</li> <li>✓ Perda de água na chegada para o Poço Escuro</li> <li>✓ Uso da água para o sistema da RMF</li> <li>✓ Seca Verde</li> </ul>
	Positivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identificação de poços sem outorgas no sistema;</li> <li>✓ Mapeamento dos chafarizes;</li> <li>✓ Discussões sobre a construção da adutora – Açude Mamoeiro - Acarape do Meio.</li> </ul>
Econômicos	Negativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Compra de água para famílias na zona rural;</li> <li>✓ Redução da produção agrícola;</li> <li>✓ Êxodo rural;</li> <li>✓ Diminuição da criação de animais;</li> <li>✓ Aumento do custo de vida;</li> <li>✓ Atividades comerciais gerando menos lucro;</li> </ul>
	Positivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Criar espaços de debate sobre a importância da agricultura familiar;</li> <li>✓ Desenvolver projetos de desenvolvimento sustentável no município.</li> </ul>
Sociais	Negativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Baixa qualidade da água;</li> <li>✓ Conflitos de interesses em relação aos usos da água;</li> <li>✓ Desvalorização do trabalho agrícola;</li> <li>✓ Desvios de água sem outorgas</li> <li>✓ Falta de fiscalização</li> <li>✓ Dificuldade de pedido de outorga (usuários não dominam ferramentas virtuais)</li> <li>✓ Desvio para usos irregulares e não definidos pela comissão gestora</li> <li>✓ Aumento da pobreza;</li> </ul>
	Positivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aumento de cuidados com o uso da água.</li> <li>✓ Importância de discutir a viabilidade dos projetos de desenvolvimento do município vinculados a chegada de novos grandes empreendimentos;</li> <li>✓ Estímulo ao debate sobre a agricultura familiar nas escolas;</li> <li>✓ Presença ativa da COGERH para dirimir conflitos.</li> </ul>
Ambientais	Negativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Empobrecimento do solo;</li> <li>✓ Perda da cobertura vegetal com queimadas;</li> <li>✓ Redução do estoque de água;</li> <li>✓ Queda na qualidade da água</li> <li>✓ Agrotóxicos</li> <li>✓ Cianobactérias nos açudes</li> <li>✓ Eutrofização</li> </ul>
	Positivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Incentivo às campanhas sobre o uso equilibrado da água;</li> <li>✓ Aprendizados sobre a importância do reúso da água pelos grandes empreendimentos;</li> <li>✓ Viabilizar a demarcação áreas de APPs no entorno do sistema hídrico;</li> </ul>

Fonte: Equipe UNILAB/FUNCAP Grupo Plano de Secas, 2024

Figura 4.2 - Açude Acarape do Meio



Fonte: COGERH, 2024

Considerando os impactos observados, a garantia do abastecimento humano tanto nos espaços urbanos como rurais foi prioridade nesse período. A escassez de água em quantidade, como também de qualidade foi um dos impactos marcantes causados pela seca segundo os membros da Comissão Gestora.

O incentivo ao uso equilibrado de água, evitando o desperdício por parte dos grandes empreendimentos, industriais ou mesmo os grandes irrigantes e órgãos públicos (ex: UNILAB) e o desenvolvimento de práticas de reuso foram vistas como medidas a serem adotadas de forma contínua. O papel da escola, em níveis fundamental e médio, nesse processo de conscientização e cidadanização sobre como utilizar a água de forma a garantir que toda a população tenha acesso e da valorização da agricultura, foi visto como uma estratégia de aproximar as novas gerações desses debates.

Em relação aos grandes empreendimentos e a possibilidade da chegada de novas indústrias químicas em Guaiúba, preocupam o grupo na dicotomia entre o

crescimento do município e o acesso à água para o abastecimento à medida que forem aumentando o número de usuários, empresariais e humanos.

O uso de carros pipas, a abertura de novos poços/criação de chafarizes em comunidades rurais foi importante para garantir o abastecimento de água no período de seca. Entretanto, é necessário que esta prática tenha um monitoramento e um mapa hidrográfico que garanta sua realização racional.

Do ponto de vista social, emergiram conflitos relacionados aos usos da água nas áreas urbanas e rurais, problemas de baixa qualidade da água para o abastecimento da zona urbana e rural. Ao mesmo tempo que esses conflitos passaram a fazer parte das sociabilidades cotidianas, ações coletivas foram articuladas para minimizar os efeitos da seca e garantir o acesso de água à população abastecida nesse sistema.

Ainda em relação aos impactos descreveu-se a perda de produções inteiras e de criações que tiveram que ser abatidas ou transferidas quando o criador tinha recursos para tal. Em termos de cultivares a semente crioula seria apontada como uma solução bem como o investimento em caprinocultura poderia apresentar menos impactos em situações se um estado de seca viesse a se repetir.

### **4.3. Vulnerabilidades associadas à seca**

As vulnerabilidades à seca são compreendidas a partir de três aspectos: exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa. Esses processos inter-relacionam-se de diferentes modos, ampliando ou reduzindo os níveis de vulnerabilidade à seca dos sistemas hídricos e atores sociais.

Os atores locais do Hidrossistema Acarape do Meio, destacaram os seguintes fatores e seus efeitos para ampliar as vulnerabilidades:

- Perspectiva de construção de grandes empreendimentos e indústrias, inclusive químicas, nos municípios circunvizinhos para promoção do desenvolvimento local;
- Ausência de práticas de reuso de água pelos grandes empreendimentos (indústrias, irrigantes, universidades entre outros) já instalados;
- Não valorização da agricultura de pequeno e médio portes pela sociedade, inclusive por parte de políticas públicas;
- Falta de debates nas escolas sobre o uso equilibrado da água e do papel da agricultura familiar para sociedade;
- Inexistência de áreas de APP's no entorno do rio e do açude;
- Proliferação de poços profundos e retiradas do rio sem autorização ou outorga.

Essas vulnerabilidades elencadas pelos atores sociais não podem ser vistas como desarticuladas entre si. Uma visão holística desse sistema poderá gerar ações mais direcionadas e articuladas entre os diversos segmentos da sociedade que necessitam de água para garantir sua sobrevivência ou gerar emprego e renda para o município.

A construção de uma adutora ligando o Açude Açude Mamoeiro e o Acarape do Meio e outra ligando-o à comunidade do Poço Escuro é visto como uma das ações fundamentais para evitar desperdício de água em trânsito quando for necessário liberar água do açude para comunidades mais distantes. Estima-se uma perda de 80% do volume liberado, uma das hipóteses é de que se trata de solo de aluvião.

Pela distância, os custos seriam baixos e compensariam em virtude dos ganhos em detrimento das perdas segundo os participantes. Em períodos nos quais houver a diminuição das precipitações, isso será de extrema importância, minimizando, por exemplo, situações conflituosas como as já vivenciadas no último período de seca.

#### 4.4. Conflitos Sociais Relativos à Seca no Hidrossistema Acarape do Meio

Os conflitos, neste documento, serão compreendidos não como desvios ou excepcionalidades das relações humanas, mas como elementos que conformam essas relações (SIMMEL, 1983). De acordo com Silva, Aquino e Souza Filho,

“as diversas situações de conflitos têm histórias que revelam que essas situações não emergem apenas porque o recurso tornou-se escasso, mas, sobretudo porque a sociedade é marcada por dicotomias, onde o uso dos bens, sejam naturais ou não, nem sempre é disponibilizado a todos da mesma forma, ou seja, a disponibilidade e a forma de acesso não ocorrem de maneira equânime entre os diversos atores.” (SILVA; AQUINO; SOUZA FILHO, 2013, p.11)

Podemos acrescentar que nesse contexto de seca, os conflitos emergentes envolvem os interesses e necessidades de atores variados em relação às formas de usos da água. De modo mais específico, estamos tratando de conflitos socioambientais que “referem-se a um conjunto complexo de embates entre grupos sociais em função de seus distintos modos de inter-relacionamento ecológico” (LEFF, 2016, p. 88). Nessa inter-relação entre os atores sociais e formas de apropriação da água nesse sistema, um campo de disputas discursivas passam a ser utilizados para legitimar quem pode ou não ter acesso a esse recurso.

Partindo dessa premissa, os conflitos ocasionados ou potencializados no contexto de seca são aqui tomados sob o pressuposto de que a condição de escassez hídrica, por si só, não implica, necessariamente, na emergência de situações de conflitos sociais e ambientais, ou seja, não é naturalmente esperado que emergem conflitos por se estar numa condição de seca. No caso desse sistema hídrico em questão, os conflitos relacionam-se sim com o agravamento da situação de seca e de escassez que ela provoca, o que torna a água restante altamente disputada.

Com a diminuição de água nos reservatórios do sistema, o conflito mais expressivo nesse contexto foi marcado pelo questionamento, inclusive do ponto de vista de ações judiciais, se o uso da água por um dos atores sociais estaria prejudicando o acesso de outros. Dito de outra maneira, os outorgados do sistema começam a

disputar a água que em tempo de abundância era partilhada sem grandes problemas.

O hidrossistema Acarape do Meio começou a sentir os efeitos da seca entre os anos de 2013 e 2014. O técnico da COGERH que então acompanhava a Comissão Gestora suscitou a discussão e ainda que a seca só fosse sentida como notícia em outros lugares já se pretendia tomar iniciativas que viessem a mitigar os impactos com a sua chegada ao referido hidrossistema. Essa ação mostra o papel fundamental da COGERH no processo. Antecipando e planejando o controle de vazão com o intuito de garantir reserva suficiente para os usuários.

Nas reuniões que sucederam as do início da discussão da seca a dimensão conflitiva estava sempre pautada na questão da vazão total que aos poucos colidiu com as parcelas destinadas aos diferentes atores. As reuniões sempre demonstraram a força da Associação dos Irrigantes do Vale do Acarape – AIVA, em face aos demais atores, numa justaposição ao papel central da atividade agrícola onde o açude está situado.

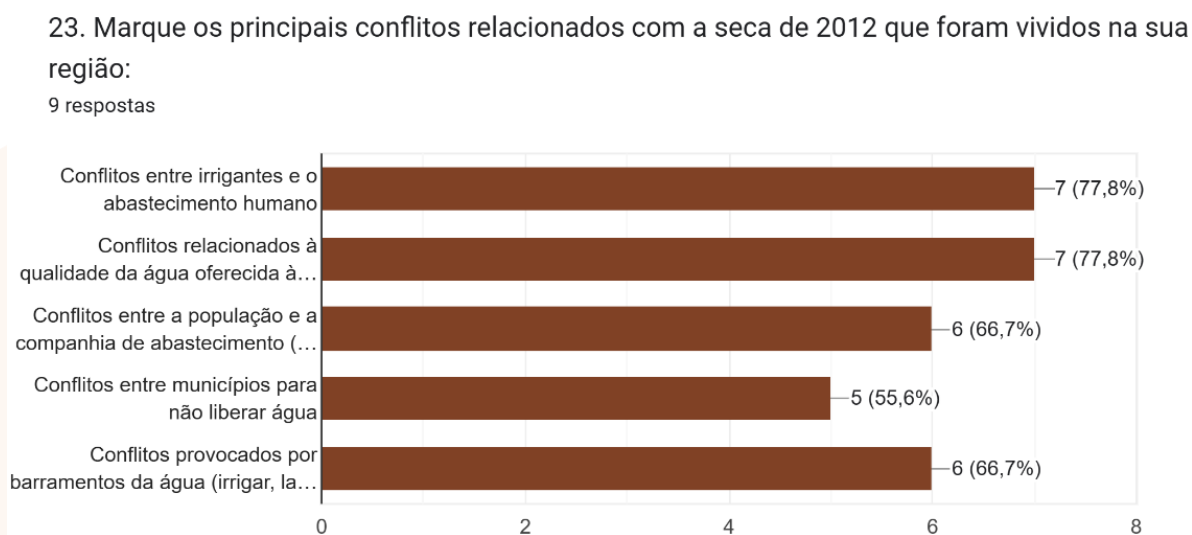
Há no decorrer das reuniões que vão se intensificando entre os anos de 2016 a 2018, e que deixa de ser 3 (alocação, acompanhamento e avaliação), um aumento de tensão inclusive com divisão de opiniões dentro da própria AIVA. Dentre os irrigantes há os que conseguem armazenar água e os que dependem do fluxo do rio da água oriunda do açude Germinal e os que dependem de águas de outras fontes, como poços.

As empresas começam a se fazer mais presentes nas reuniões e discussões nestes dois anos supracitados, bem como os órgãos governamentais, a exemplo de órgãos públicos, prefeituras, universidade, secretarias diversas das 3 prefeituras envolvidas, entre outros, que começam a sentir a pressão popular devido ao impacto econômico e social da restrição de água.

Em 2019 a seca se torna severa e as discussões avançam em questões econômicas e mais conflitivas e menos cooperativas até mesmo entre atores com a mesma situação econômica. A universidade passa a ter uma participação mais próxima

da comissão onde anteriormente preocupava-se mais com questões ambientais. Um exemplo disso é espelhado no gráfico abaixo oriundo da pesquisa realizada com os membros da Comissão Gestora na oficina realizada no dia 19 de novembro de 2024.

Figura 4.3 - Conflitos sociais relativos à seca



Fonte: Pesquisa realizada pela Equipe UFC/FUNCAP, novembro, 2024

Nos anos seguintes de 2020 e 2021 o conflito ainda que instalado parece entrar em suspensão em virtude da pandemia de COVID. As reuniões tornam-se menos frequentes até que se encontrem soluções de virtualização delas, levando em consideração que muitos participantes da comissão são da zona rural. Nos anos de COVID, a comissão é impactada pelo falecimento de um dos seus atores mais atuantes.

Com a retomada aos poucos uma atitude drástica e necessária é discutida na comissão gestora, a liberação de um significativo aporte para o abastecimento da região metropolitana, especificamente Caucaia. Tal fator gera um conflito e um clima de animosidade que para ser melhor mitigado tem a participação numa reunião posterior, em 2020 do então Diretor Geral da COGERH para explicar junto com os técnicos e dar garantia que o hidrossistema não entraria em colapso.

A ideia de integração do hidrossistema do Acarape do Meio ao da Região Metropolitana de Fortaleza passou então a ser uma temática sempre reiterada nas reuniões da comissão, ou seja, sempre que possível o assunto volta à tona e sempre com um tom de indignação entre os participantes que oscilam entre a ideia de uma falta de autonomia sobre seu próprio hidrossistema bem como uma sensação de injustiça de ter de sustentar a região metropolitana que por vezes bem chega a sentir os impactos da seca como as cidades do interior.

Nas discussões atuais os participantes da comissão gestora permeiam suas discussões principalmente na questão da qualidade da água do açude, buscando possibilidades para resolver este problema. Em uma das últimas reuniões o Gerente da RMF da COGERH explanou sobre o assunto explicando a questão da idade do açude e da técnica de construção e de como isso poderia influenciar na qualidade da água e dificultar métodos de tratamentos, mas que estavam observando possibilidades de melhorar essa situação. Ainda em relação à qualidade da água, é comum a discussão de que a CAGECE despeje no rio água não tratada que impacta na água captada no curso do rio na água que chega ao açude.

A CAGECE, em resposta, diz seguir os padrões estabelecidos e que se utiliza dos padrões mais atuais de tratamento para garantir a melhor forma de liberação das águas desde sua Estação de Tratamento de Esgoto.

## 5. Cenarização e Estados de Seca

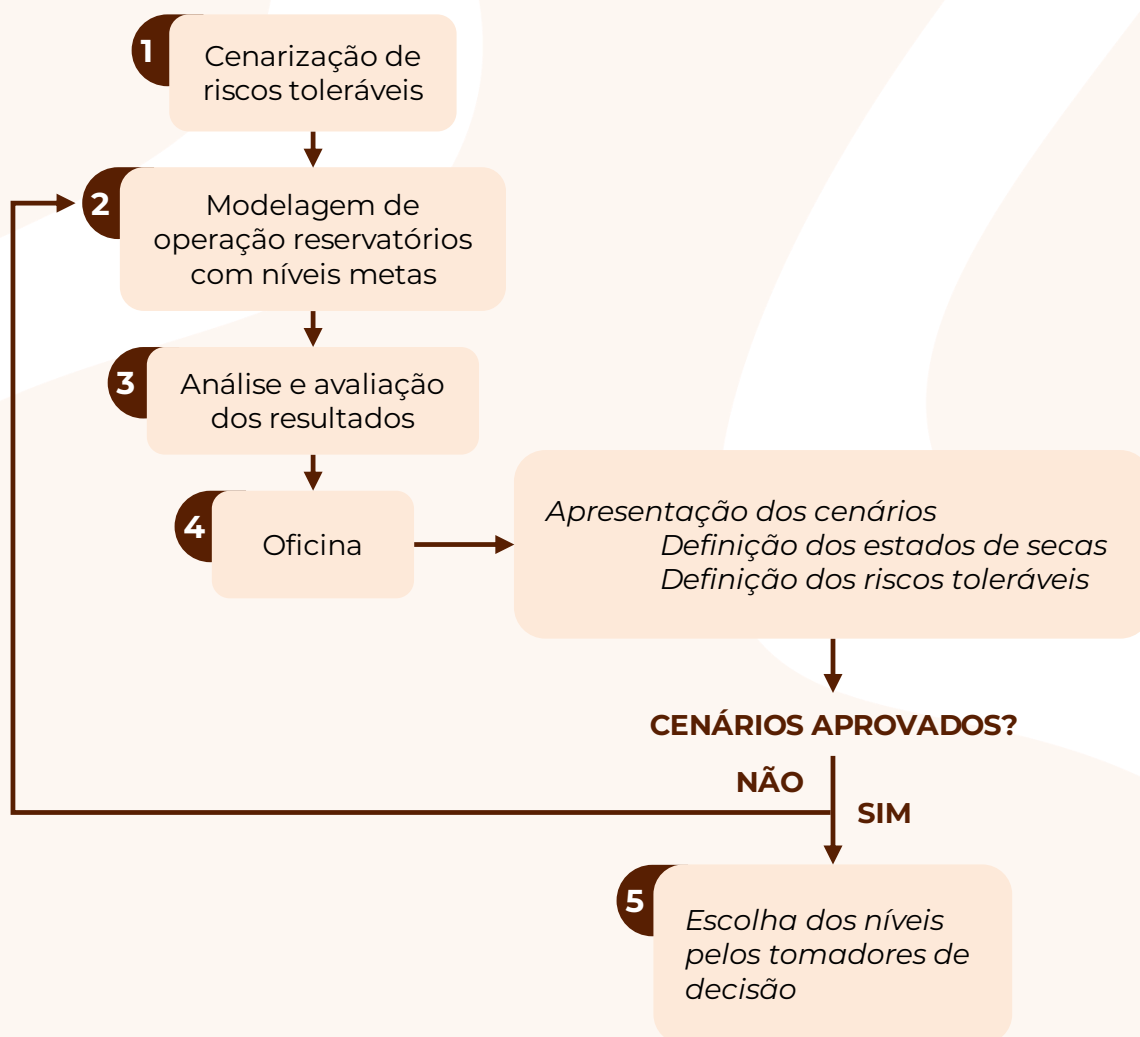
---

A definição dos estados de seca do Hidrossistema é uma etapa fundamental na elaboração de um plano eficaz de convivência com a seca. Os estados de seca estão associados a zonas de acumulação do reservatório. Isso permite a tomada de medidas específicas para mitigar os impactos da seca, considerando volume remanescente do Hidrossistema. Para garantir que os estados de seca fossem definidos de forma adequada, foi necessário utilizar uma metodologia (Figura 5.1) que incorporasse as preferências dos usuários e gestores de água do Hidrossistema (ver seções 5.2 e 5.3). É importante ressaltar que essas preferências podem variar de acordo com a região e o tipo de uso da água.

Essas preferências foram trabalhadas na forma de riscos toleráveis, expressos através de valores de racionamentos (ou contingência) e tempo de permanência em cada estado de seca. Esses parâmetros foram utilizados como entrada para um modelo de otimização de operação de reservatórios. Esse modelo resulta em curvas guias (ou níveis metas) que funcionam como gatilhos para acionar medidas de mitigação dos impactos da seca.

Além disso, foi formulado um instrumento lúdico que permitisse aos atores sociais compreenderem os conceitos e a implementação de um planejamento para secas, denominada Seca em Jogo (ver seção 5.1).

Figura 5.1 - Esquema metodológico para escolha dos níveis metas que funcionarão como gatilhos dos estados de secas do hidrossistema



Fonte: Equipe UFC/FUNCAP - Planos de Secas

### 5.1. Seca em Jogo

A participação social ativa pode encontrar obstáculos devido a desequilíbrios de poder, falta de confiança, disparidades de conhecimento e recursos limitados (Di Baldassarre et al., 2019). Os jogos sérios têm se mostrado uma ferramenta utilizada para estimular a participação das partes interessadas e promover a colaboração entre os diferentes setores de usuários envolvidos na gestão dos recursos hídricos. A gestão de secas é um processo relativamente novo na gestão de recursos hídricos e o entendimento de conceitos abstratos pode dificultar a participação dos usuários e afastá-los do processo de planejamento e apropriação.

Nesse sentido, foi desenvolvido um jogo sério com o objetivo de promover a participação ativa dos atores locais na elaboração de planos proativos de seca, facilitar a compreensão dos conceitos, promover a cooperação e empatia entre os jogadores e garantir a efetividade dos Planos de Gestão Proativa de Secas na mitigação dos impactos causados por esse fenômeno.

O jogo, intitulado “Seca em Jogo”, é resultado de um treinamento promovido pela Funceme em parceria com o Cirad (*La Recherche agronomique pour le développement*) como parte da contribuição do Projeto Sertões. Durante a construção dos planos de seca, surgiu a necessidade de aumentar o engajamento social e a compreensão de conceitos chave e, conseqüentemente, a necessidade de desenvolver um jogo capaz de aumentar o engajamento e facilitar a transmissão de conhecimento de uma forma compreensível e divertida.

O jogo é composto por dois cenários distintos. No primeiro cenário, os jogadores têm liberdade para utilizar os recursos hídricos do hidrossistema como desejarem, sem restrições ou diretrizes específicas. O objetivo deste primeiro cenário é explorar as conseqüências das ações individuais na gestão dos recursos.

O segundo cenário do “Seca em Jogo” tem como objetivo introduzir os conceitos de um Plano Proativo de Secas. Nesta etapa, os facilitadores explicam que o reservatório pode ser dividido em zonas para servir como gatilhos à tomada de decisões, como, por exemplo, quando reduzir o consumo de água ou quais ações serão acionadas a cada mudança de estado de seca. Portanto, o jogo prepara os participantes para a escolha dos estados de seca, para a definição dos cenários e para a construção do plano de ações.

### *5.1.1. Reflexões suscitadas pela aplicação do Seca em Jogo*

O seca em jogo foi aplicado à Comissão Gestora do sistema no dia 03/12/2024. Foram realizadas uma rodada para cada cenário contando com a participação de 12 pessoas da Comissão Gestora. No cenário 1, na quinta rodada do jogo, o que significaria, o quinto ano, o açude entrou em colapso. Mesmo fazendo negociações no momento de definirem qual carta seria utilizada para evitar que

água do açude fosse utilizada em sua totalidade, isso não foi o suficiente para evitar essa situação. Cada um estava interessado em obter lucro diante da posição ocupada no jogo. Os participantes riram quando perceberam o percentual de 1% de água e, comentaram entre si que podiam ter agido de modo mais cauteloso para não terem chegado naquele estado. Alguns, desde o início do jogo, compreenderam o sentido e tentaram ser mais cautelosos, mas não impediram o colapso por causa da ação coletiva.

Figura 5.2 - Aplicação do Seca em Jogo



Fonte: Pesquisa realizada junto à Comissão Gestora do Acarape do Meio pela Equipe UFC/FUNCAP, novembro, 2024

No segundo cenário, estando mais atentos aos condicionantes delimitados pelo jogo para o uso da água (de acordo com o volume do reservatório) e tendo como referência o cenário 1, conseguiram chegar até a sétima rodada, ou seja, o sétimo ano com aproximadamente 50% da capacidade do reservatório. Tal fato gerou a reflexão de que o açude manteve um percentual variável, mas em condições de suprir as demandas de abastecimento. Sendo assim, os participantes afirmaram que o uso mais equilibrado da água entre todos incluídos no sistema pode garantir o acesso a quem precisa. O jogo foi considerado como relevante como meio de repensar suas ações relacionadas às formas como usam água no sistema, refletiu muitas situações vivenciadas no cotidiano da Comissão Gestora quando precisam fazer as deliberações.

## 5.2. Estados e gatilhos de ações

Os estados de seca e gatilhos de ações são definidos em função do volume acumulado no reservatório. As curvas obtidas funcionam como gatilhos para acionar medidas de mitigação aos impactos da seca (Araújo Júnior, 2023; Cid et al., 2022). Para isso, diferentes valores de retiradas do reservatório são simulados para cada estado de seca, e, a partir deles, diferentes curvas são calculadas, formando assim diferentes possibilidades de atendimento do reservatório. Essas possibilidades são apresentadas e discutidas em conjunto com os tomadores de decisão, ou seja, a comissão responsável pela construção do plano (ver esquema na Figura 5.1).

Neste Plano, a classificação de severidade da seca divide-se em quatro estados denominados: Normal, Alerta, Seca e Seca Severa. O estado Normal limita-se às situações em que o não há déficit hídrico e todos os usos são atendidos de forma plena. Neste Plano, foi adotado o período em que a vazão liberada pela COGERH estava em condições de normalidade (ver Tabela 2.3) como sendo o estado Normal do Hidrossistema. Nesta fase, de acordo com plano de ações, são realizadas algumas atividades rotineiras e também serve de preparação para o estado de seca seguinte do ponto de vista administrativo e operacional.

Já o estado Alerta é decretado quando há sinais proeminentes de seca, nesta fase inicia-se propriamente um evento de seca, os níveis dos reservatórios começam a baixar e algumas medidas de conservação/restrição de água necessitam ser adotadas, como ações de comunicação ao usuário e incentivo a redução do consumo ou baixas restrições de uso. O estado Seca é proclamado quando o agravamento e/ou a persistência da seca acarretam restrições significativas na disponibilidade hídrica. Nesta fase, a sociedade, o ambiente e a economia já sentem o impacto dos baixos níveis do reservatório, sendo necessária a limitação do uso da água com o intuito de reduzir/restringir o consumo.

O estado Seca Severa ocorre quando o sistema hídrico corre o risco de colapso de abastecimento. Aqui, os gestores devem realizar racionamento com vistas a garantir volumes de água que atendam as necessidades básicas da população.

Neste Plano, foi adotado o período em que a vazão liberada pela COGERH estava em condições de escassez hídrica (ver Tabela 2.3), o que significa um racionamento de 52%, como sendo o estado Seca Severa.

### 5.3. Cenário de seca escolhido para o Hidrossistema

Com o objetivo de tornar o processo de tomada de decisão mais simples, foi combinado um conjunto de valores de tempos de permanência (Tabela 5.1) com valores de racionamento (Tabela 5.2), a fim de criar um cenário de referência que apresente limites aceitáveis para a comissão gestora do Hidrossistema. A partir dessa combinação, foram calculados valores máximos de liberação do reservatório para o estado Alerta e Seca, já que a liberação do reservatório para o estado Normal e Seca Severa foi anteriormente definido pelas condições de normalidade e de escassez hídrica, respectivamente.

Tabela 5.1 - Permanência desejada para criação de possibilidades de riscos toleráveis

Tempo de permanência	Normal	Alerta	Seca	Seca Severa
Permanência 1	85%	5%	4%	6%

Tabela 5.2 - Fração de atendimento de cada estado de seca

Contingência	Normal	Alerta	Seca	Seca Severa
Racionamento 1	0%	45%	50%	52%

Os tempos de permanência foram escolhidos para permitir que o Hidrossistema permaneça mais tempo em estados de secas menos graves, como Normal e Alerta, totalizando 90% do tempo. Quanto aos valores de racionamento, é aplicado um racionamento de 45% para a demanda hídrica no estado Alerta (atendimento de 55% da demanda no estado Normal). Esse racionamento relevante é possível devido à disponibilidade de atendimento de parte da demanda pelo reservatório Gavião (ver Tabela 2.3). No estado Seca, o racionamento é ainda maior, sendo 50% (atendimento de 50% da demanda no estado Normal).

Vale salientar que além do reservatório apresentar um alto atendimento de consumo humano (em torno de 50%), o sistema adutor apresenta muitas irregularidades e perdas, o que confere uma “demanda” hídrica de cerca de 31% do total demandado em estado Normal. Assim, há pouquíssima flexibilidade para construção de cenários viáveis de operação do Hidrossistema Acarape Meio.

Nesse contexto, foi calculado um cenário ótimo de operação do Acarape do Meio em que as suas curvas guias (ou níveis metas) são apresentados na Figura 5.3. A simulação do armazenamento do Hidrossistema a partir do cenário proposto é apresentada na Figura 5.4. Esse resultado foi apresentado à comissão gestora e a aprovada pela mesma em um encontro no dia 31/01/2025 (Figura 5.5).

Figura 5.3 - Níveis metas (%) de operação do reservatório Acarape do Meio

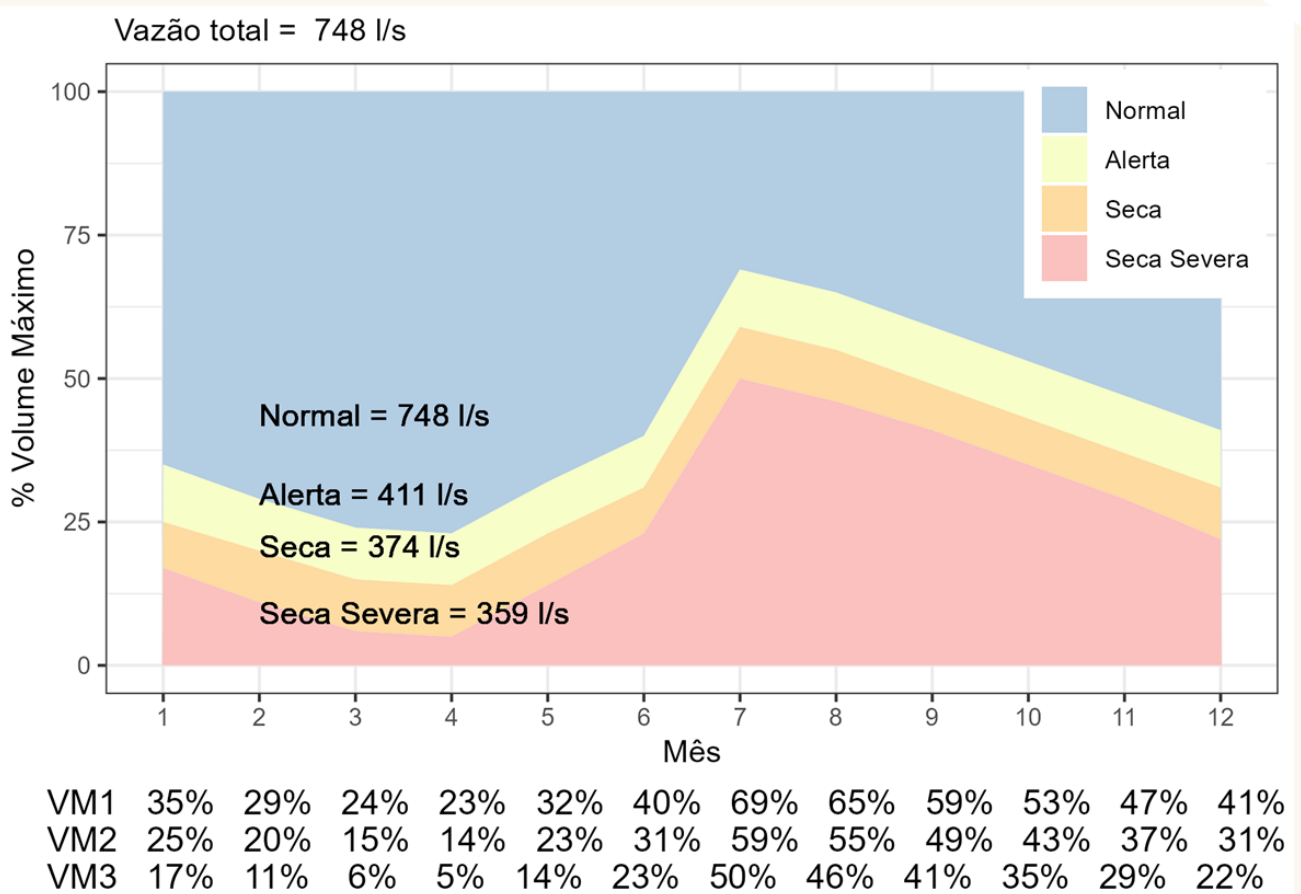


Figura 5.4 - Simulação histórica da acumulação do reservatório Acarape do Meio entre 1911 e 2021 para o cenário proposto

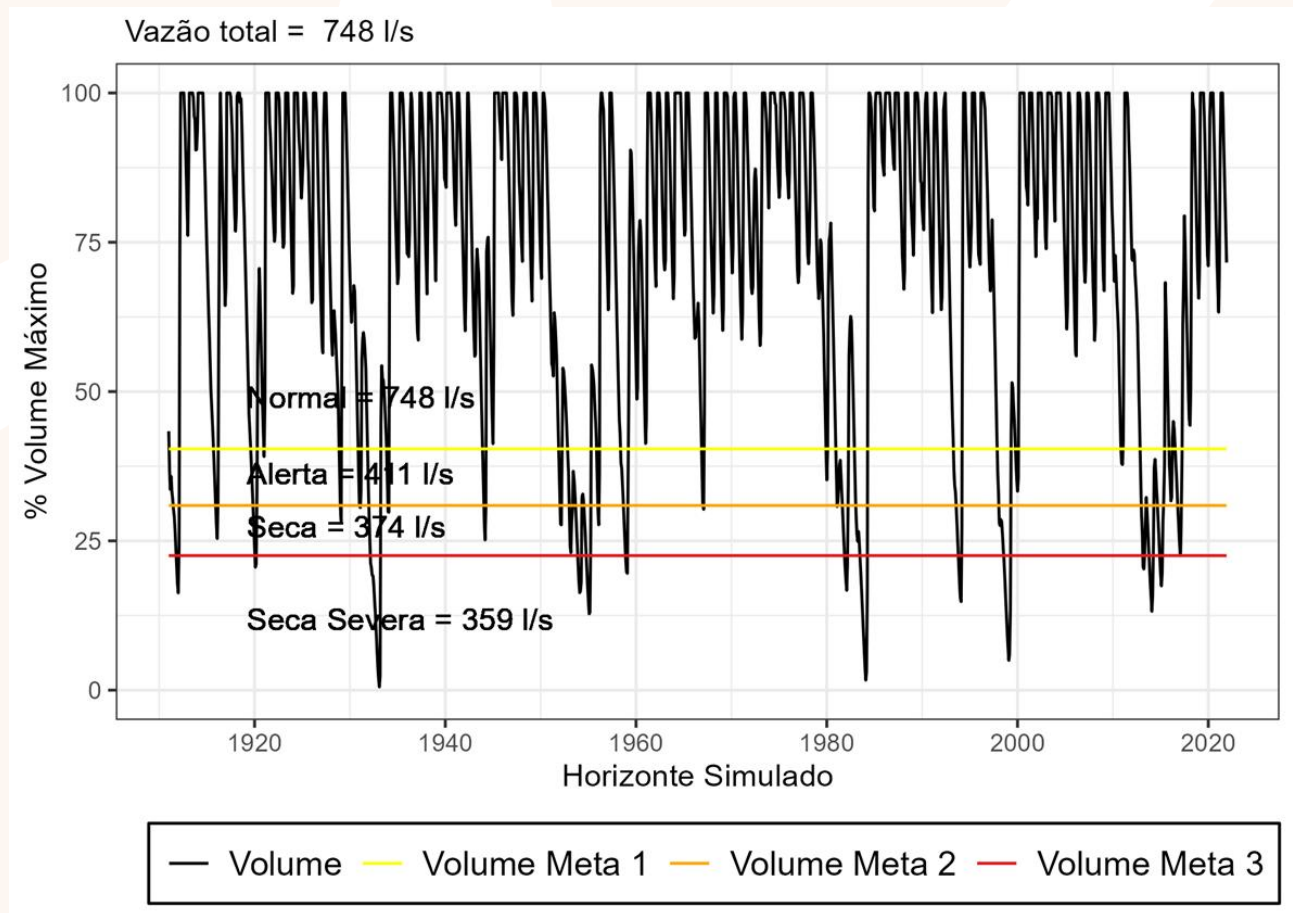


Figura 5.5 - Discutindo a cenarização com a Comissão Gestora do Hidrossistema Acarape do Meio



Fonte: Equipe UFC/FUNCAP, janeiro, 2024

É ressaltado que os níveis metas mudam de acordo com o mês, tendo o mês de julho os valores com maiores acumulações para decretar a mudança do estado de seca (Figura 5.3). Isso sinaliza que é esperado que os reservatórios tenham volumes acumulados maiores ao fim da quadra chuvosa. O contrário pode ser visto no mês de abril, por exemplo, quando a quadra chuvosa está no seu pleno desenvolvimento e, com isso, é esperado um aumento da acumulação das reservas hídricas. Na Figura 5.4, é ilustrada a simulação histórica da acumulação do reservatório para o cenário discutido. Nesta figura, é possível observar a acumulação de água no reservatório e o tempo que ele permanece em cada estado de seca, além das vazões que foram liberadas em cada estado de seca.

# 6. Plano de Ação

---

## 6.1. Plano de Ação

O Plano de Ação começa a ser trabalhado desde o primeiro contato da equipe com a Comissão Gestora do Hidrossistema. Ao realizar uma análise de quais imagens e imaginários de seca os participantes têm da seca no decorrer da sua história ou do viram em sua região ou aprenderam dos mais velhos aos poucos vão sendo reveladas imagens de soluções e enfrentamentos à seca. A lata d'água na cabeça, os tambores d'água no lugar da cangalha, a fome e a sede tornando-se moedas políticas e alicerce religioso... fala-se de políticos antigos que deram um jeito na hora do desespero, discutem o rouba mais faz. Fazem o que? Aos poucos vão se delineando sistemas simbólicos de soluções sem que necessariamente se pense em sua efetividade.

Ao evoluir no processo de construção do plano, após fazer um questionário e apresentar alguns pontos levantados das atas de reuniões da própria comissão instiga-se numa roda de conversa a percepção da seca e dos seus maiores obstáculos, das soluções. Tudo é retomado na segunda oficina quando é explicado que será construída uma matriz que facilitará a leitura do que fazer e a responsabilidade das atribuições.

Quatro tipos de impactos já são apresentados: falta de fornecimento de água, impactos sociais, impactos ambientais e impactos econômicos. Junto aos quatro cenários de convivência com a água no hidrossistema que são: período de normalidade, período de alerta, período de seca e período de seca severa. Assim, para cada período, cada impacto trará um problema levantado pelos próprios participantes de acordo com a sua realidade e com estes problemas são instigados a apresentarem ações e responsáveis por estas ações bem como qual tipo de ação se trata. Ao final, a matriz da dinâmica gera uma tabela que facilitará a consulta pois é assertiva e rápida compreensão. Estas tabelas são após serem organizadas e apresentadas e validadas pela equipe do Plano de Secas

responsável pelo hidrossistema. A oficina de confecção da matriz é apresentada em fotos a seguir e as tabelas são apresentadas posteriormente.

Figura 6.1 - Fotos da 2ª e 3ª Oficina da Comissão Gestora do Hidrossistema Acarape do Meio



Quadro 6.1 - Plano de Ação Estado Normal

TIPOS DE IMPACTO	PROBLEMAS	AÇÕES	DESCRIÇÃO DA AÇÃO	RESPONSÁVEIS	CLASSE DE AÇÃO
<b>IMPACTO NO FORNECIMENTO E ACESSO À ÁGUA</b>	Quantidade dos recursos hídricos Integridade das adutoras Qualidade da água Poços profundos Cisternas de placa Educação ambiental e de uso racional da água	Poços para irrigação e abastecimento humano Manutenções periódicas Substituição de adutoras Buscar novas tecnologias de tratamento Preservação de matas ciliares Educação em diversos níveis voltadas para o meio ambiente e para o uso das águas	Ações com manobras de forma periódicas Tratamento de águas e reuso Mapeamento hidrológico Substituição de adutoras Implementação de planos de educação e campanhas de convivência com o meio ambiente e uso racional das águas	CAGECE COGERH SISAR SOHIDRA SEM e SEDUC	Medidas preventiva e operacionais  Medidas educacionais
<b>IMPACTOS SOCIAIS</b>	Doenças ocasionadas pela escassez hídrica e queda na qualidade da água  Seca verde  Conflito pelo uso da água do açude pela RMF	Buscar formas alternativas de abastecimento e tratamento da água Subsídios do governo Programas assistenciais Definição dos usos prioritários e campanhas educativas do uso racional da água	Implantação do “garantia safra” para o maior número de agricultores  Reuniões com as comissões gestoras, mobilizar as escolas Casa de sementes e estímulo de produção de semente crioula  Refinanciamento dos empréstimos dos agricultores. Distribuição de cestas básicas	Poder Público Municipal, Estadual e Federal; CAGECE Associação da Sociedade Civil Organizada Poder Público Municipal, Estadual e Federal; SDA; BNB; BB Poder Público Municipal, Estadual e Federal, COGERH Comissões Gestoras	Medidas econômicas e sociais e Medidas Preventivas  Medidas Educativas

TIPOS DE IMPACTO	PROBLEMAS	AÇÕES	DESCRIÇÃO DA AÇÃO	RESPONSÁVEIS	CLASSE DE AÇÃO
<b>IMPACTOS AMBIENTAIS</b>	Desmatamento Conservação do solo Destruição mata ciliar	Uso racional das queimadas Recomposição / Reflorestamento Práticas conservacionistas Análise de solo Uso racional de agrotóxicos Preservação das matas ciliares Educação ambiental	Aquisição de mudas nativas Queimadas controlada/coivara Plantio em curva de nível Análise do solo para aplicação de corretivos e fertilizantes Espaçamento correto Mecanização Fiscalização Recomposição de áreas degradadas	UNILAB Prefeituras Municipais do CG EMATERCE DAS e SMA Produtores Governo do Estado	Medidas ambientais  Medidas preventivas e operacional
<b>IMPACTOS ECONÔMICOS</b>	Desemprego Doenças Aumento de preços de alimentos Êxodo Rural	Gerenciamento dos recursos hídricos Preservação dos recursos naturais Programas de incentivos à produção rural e pluriatividades os usos prioritários da água	Acompanhamento técnico e gerencial Preservação de nascentes e mata ciliares Capacitação para concorrer editais Programas governamentais de desenvolvimentos de atividades agropecuárias e pluriatividades	SRH COGERH SISAR SEDUC ICMBio	Medidas de gestão e operação do sistema  Medidas normativas e institucionais

Quadro 6.2 - Plano de Ação Estado Alerta

TIPOS DE IMPACTO	PROBLEMAS	AÇÕES	DESCRIÇÃO DA AÇÃO	RESPONSÁVEIS	CLASSES DE AÇÃO
<b>IMPACTO NO FORNECIMENTO E ACESSO À ÁGUA</b>	Crise do abastecimento para uso em comunidades rurais	Poços para irrigação e abastecimento humano em locais estratégicos nas comunidades	Definir pontos estratégicos para instalação dos poços	SOHIDRA e COGERH	Medida Preventiva e Medidas de expansão e melhoria da infraestrutura e da disponibilidade hídrica
	Crise do abastecimento humano	Construir adutora ligando interligando o Açude, o Mamoeiro e o Poço Escuro	Solução para a perda de água na transposição de água para o poço escuro	PMA, PMR, PMG, SOHIDRA, COGERH, SRH, CAGECE	Medidas econômicas e sociais e Medidas de expansão e melhoria da infraestrutura e da disponibilidade hídrica
<b>IMPACTOS SOCIAIS</b>	Baixa qualidade da água	Monitoramento da qualidade da água mensal e visualização da demarcação da área do açude	Limpeza periódica da margem do açude e do rio	COGERH	Medidas econômicas e sociais e Medidas Preventivas Medidas econômicas e sociais
<b>IMPACTOS AMBIENTAIS</b>	Lixo ao longo do reservatório Dificuldade em identificar a demarcação da área do açude Desperdício no uso por grandes empreendimentos	Monitoramento da evasão dos trabalhadores agrícolas para cidade Realizar mutirão de limpeza Campanhas de sensibilização com ribeirinhos Rever vazão das outorgas Promover o reuso/reaproveitamento	Campanhas de incentivos a nível municipal/estadual para o pequeno produtor e trabalhador agrícola Promover a limpeza de poços e reservatórios Desenvolver ações de educação ambiental com ribeirinhos Recalcular vazão de acordo com a disponibilidade de água para liberação para a capital Incentivar práticas de reuso/reaproveitamento de águas cinzas/negras por grandes empresas, universidades, indústrias, grandes irrigantes, construção civil e poder público	Sindicato do Trabalhadores Rurais, Secretarias de Agricultura Municipal e Estadual, Associações Comunitárias e EMATERCE PMA, PMR, PMG COGERH - SEMA – CG do Acarape do Meio SEMA, COGERH, CG do Açude Acarape do Meio COGERH, Grandes Empreendimentos e Comissão Gestora COGERH, Grandes Empreendimentos e Comissão Gestora	Medidas ambientais Medidas Preventivas e Medidas Normativa/Institucional Medidas de gestão e operação do sistema Medidas de gestão e operação do sistema

TIPOS DE IMPACTO	PROBLEMAS	AÇÕES	DESCRIÇÃO DA AÇÃO	RESPONSÁVEIS	CLASSES DE AÇÃO
<b>IMPACTOS ECONÔMICOS</b>	<p>Redução da produção agrícola</p> <p>Compra de água para famílias na zona rural</p> <p>Impacto do turismo</p>	<p>Uso de culturas que necessitam um menor emprego de água</p> <p>Perfurar poços e implantar chafarizes</p> <p>Conscientizar os usuários sobre os usos prioritários da água</p>	<p>Estabelecer convênios com instituições para selecionar e fornecer materiais genéticos adaptativos à região</p> <p>Estudo para perfuração de poços e/ou solicitar carro pipa</p> <p>Definir projetos de reuso e campanhas sobre o racional das águas nos grandes empreendimentos e órgãos públicos</p>	<p>PMA, PMR, PMG , EMATERCE E EMBRAPA</p> <p>PMA, PMR, PMG , Governo do Estado, Exército</p> <p>PMA, PMR, PMG e Governo do Estado</p>	<p>Medidas econômicas e sociais</p> <p>Medidas de gestão e operação do sistema</p> <p>Medidas normativas e institucionais</p>

Quadro 6.3 - Plano de Ação Estado Seca

TIPOS DE IMPACTO	PROBLEMAS	AÇÕES	DESCRIÇÃO DA AÇÃO	RESPONSÁVEIS	CLASSE DE AÇÃO
<b>IMPACTO NO FORNECIMENTO E ACESSO À ÁGUA</b>	Falta de local de armazenamento adequado em comunidades rurais e urbanas Falta de água tratada e esgotamento adequado em áreas rurais e urbanas	Manobras de comportas feitas pela CAGECE Poços para irrigação e abastecimento humano Cisternas de Placa Estações de Tratamento e melhoria na distribuição	Manejo de comporta da CAGECE Perfuração de poços estratégicos que não comprometam o hidrossistema e garantem abastecimento Melhora na distribuição de água tratada em tempos de seca e esgotamento	Poder Público Municipal, Estadual e Federal; CAGECE Associação da Sociedade Civil Organizada	Medidas Operacionais Medidas Econômicas Medidas sociais
<b>IMPACTOS SOCIAIS</b>	Baixa qualidade da água Desvalorização do trabalho agrícola Doenças	Monitoramento da qualidade da água mensal Monitoramento da evasão dos trabalhadores agrícolas para cidade	Limpeza periódica da margem do açude /rio Campanhas de incentivos a nível municipal/estadual	COGERH Sindicato do Trabalhadores Rurais, Secretarias de Agricultura Municipal e Estadual, Associações Comunitárias e EMATERCE	Medidas Econômicas Medidas Preventivas Medida Sociais
<b>IMPACTOS AMBIENTAIS</b>	Lixo ao longo do reservatório Dificuldade em identificar a demarcação da área do açude	Realizar mutirão de limpeza Campanhas de sensibilização com ribeirinhos Preservação de matas ciliares	Desenvolver ações de educação ambiental com ribeirinhos e colocar placas de sinalização na área demarcada do açude	PMA, PMR, PMG - COGERH - SEMA – CG do Açude Acarape do Meio SEMA, COGERH, CG do Açude Acarape do Meio	Medidas Ambientais Medidas Preventivas Medidas Normativa/Institucional
<b>IMPACTOS ECONÔMICOS</b>	Impacto nas indústrias, turismo e comércio Falta de água para famílias na zona rural	Conscientizar a população e empreendimento sobre os usos prioritários da água Perfurar poços e implantar chafarizes	Definir projetos de reuso das águas nos empreendimentos turísticos e campanhas sobre o racional das águas no setor turístico Estudo para perfuração de poços e/ou solicitar carro pipa a PMA	PMA, PMR, PMG, Governo do Estado, Exército	Medidas normativas e institucionais Medidas de gestão e operação do sistema

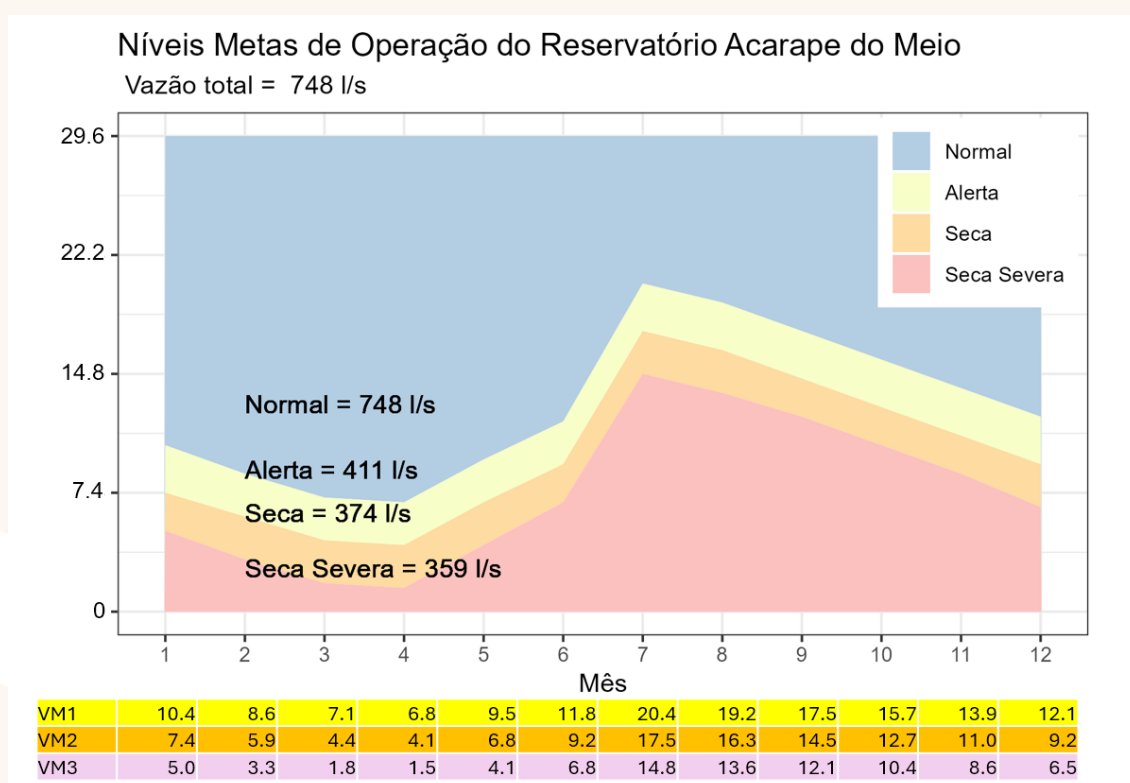
Quadro 6.4 - Plano de Ação Estado Seca Severa

TIPOS DE IMPACTO	PROBLEMAS	AÇÕES	DESCRIÇÃO DA AÇÃO	RESPONSÁVEIS	CLASSE DE AÇÃO
<b>IMPACTO NO FORNECIMENTO E ACESSO À ÁGUA</b>	Falta de local de armazenamento adequado em comunidades rurais e urbanas Falta de água tratada e esgotamento adequado em áreas rurais e urbanas	Manobras de comportas feitas pela CAGECE Poços para irrigação e abastecimento humano Cisternas de Placa Estações de Tratamento e melhoria na distribuição	Manejo de comporta da CAGECE Perfuração de poços estratégicos que não comprometam o hidrossistema e garantem abastecimento Melhora na distribuição de água tratada em tempos de seca e esgotamento	Poder Público Municipal, Estadual e Federal; CAGECE Associação da Sociedade Civil Organizada	Medidas Operacionais Medidas Econômicas Medidas sociais
<b>IMPACTOS SOCIAIS</b>	Baixa qualidade da água Desvalorização do trabalho agrícola Doenças	Monitoramento da qualidade da água mensal Monitoramento da evasão dos trabalhadores agrícolas para cidade	Limpeza periódica da margem do açude /rio Campanhas de incentivos a nível municipal/estadual	COGERH Sindicato do Trabalhadores Rurais, Secretarias de Agricultura Municipal e Estadual, Associações Comunitárias e EMATERCE	Medidas Econômicas Medidas Preventivas Medida Sociais
<b>IMPACTOS AMBIENTAIS</b>	Lixo ao longo do reservatório Dificuldade em identificar a demarcação da área do açude	Realizar mutirão de limpeza Campanhas de sensibilização com ribeirinhos Preservação de matas ciliares	Desenvolver ações de educação ambiental com ribeirinhos e colocar placas de sinalização na área demarcada do açude	Poder Público Municipal - COGERH - SEMA – CG do Açude Acarape do Meio SEMA, COGERH, CG do Açude Acarape do Meio	Medidas Ambientais Medidas Preventivas Medidas Normativa/Institucional
<b>IMPACTOS ECONÔMICOS</b>	Impacto nas indústrias, agricultura e órgãos governamentais Falta de água para famílias na zona rural	Conscientizar a população e empreendimentos sobre os usos prioritários da água Perfurar poços e implantar chafarizes	Definir projetos de reuso das águas nos empreendimentos turísticos e campanhas sobre o racional das águas no setor turístico Estudo para perfuração de poços e/ou solicitar carro pipa a PMA, PMR, PMG	PMA, PMR, PMG e Governo do Estado PMA, PMG, PMR, Governo do Estado, Exército	Medidas normativas e institucionais Medidas de gestão e operação do sistema

# 7. Integração entre Plano de Secas e Alocação Negociada

Em termos práticos, com vistas à alocação negociada, o cenário de operação do Hidrossistema Acarape do Meio pode ser considerado mais uma ferramenta para o auxílio à tomada de decisão no âmbito da alocação negociada, oferecendo ambos a) níveis de alerta de acumulação do reservatório e b) vazões liberadas associadas para evitar eventos de colapso do reservatório e do seu atendimento durante secas severas. Nesse sentido, para facilitar a utilização dos níveis metas de operação do reservatório Acarape do Meio apresentados na Figura 5.2, os valores em porcentagem dos níveis metas foram transformados em volumes (hm<sup>3</sup> ou Milhões de m<sup>3</sup>) (ver Figura 7.1).

Figura 7.1 - Níveis metas (hm<sup>3</sup> ou Milhões de m<sup>3</sup>) de operação do reservatório Acarape do Meio



## 8. Plano de Implementação

---

A implementação do Plano de Gestão Proativa de Seca do Hidrossistema Açude Acarape do Meio envolve um processo de articulação entre distintas dimensões, quais sejam, as dimensões normativo institucional, operacional e de fluxo das decisões. Como podemos observar no Plano de Ações, são mobilizados distintos atores sociais em diferentes escalas, cujas fronteiras e papéis precisam ser definidos de forma transparente e horizontalizada. As ações planejadas serão acionadas de acordo com os gatilhos definidos pelos estados de seca. À medida que os estados de seca se sucedem, e a seca se agrava ou ameniza, as ações vão sendo disparadas pelos atores.

É fundamental, para tanto, que as instituições envolvidas na gestão das águas e no monitoramento do reservatório e da seca acompanhem a dinâmica hídrica, sobretudo por ser o volume armazenado no açude Acarape do Meio, indicador central dos estados de seca do sistema. Os estados de seca definidos neste plano seguem as orientações definidas pelo Marco Regulatório do Acarape do Meio, apresentado ao longo deste documento, sendo eles Normal, Alerta, Seca e Seca Severa. Para cada estado, um conjunto de ações será discutido, negociado e mobilizado, conforme arranjo institucional descrito abaixo.

As ações envolvem medidas de caráter social, ambiental, institucional, melhoria do sistema, acompanhamento e garantia do cumprimento dos objetivos do modelo de gestão proposto, sendo resultado de discussões realizadas com as instituições responsáveis, direta ou indiretamente, pelo gerenciamento do sistema.

## 9. Referências

---

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Relatório de Análise de Impacto Regulatório Nº 4/2020/COMAR/SER** Documento nº 02500.058801/2020-19. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/aceso-a-informacao/governanca-regulatoria/analise-de-impacto-regulatorio-air/AIRRes.ANA82e83.2021MarcoRegulatrioRiosPotiel>. Acesso em 23 set 2023

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Resolução Conjunta ANA, SRH-CE e SEMAR-PI Nº 83**, de 14 de JUNHO de 2021. Documento nº 02500.027686/2021-11. Disponível em [https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/alocacao-de-agua-e-marcos-regulatorios/marcos-regulatorios/Resoluo83\\_2021.pdf](https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/alocacao-de-agua-e-marcos-regulatorios/marcos-regulatorios/Resoluo83_2021.pdf). Acesso em 15 set. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Ficha Técnica do Reservatório Jaburu I. In: ANA. **Reservatórios do Semiárido Brasileiro**: hidrologia, balanço hídrico e operação. Relatório Final. Agência Nacional de Águas - Brasília: ANA, Engecorps Engenharia S.A., 2016. Disponível em: [https://portal1.snirh.gov.br/arquivos/semiariado/204res/Parna%C3%ADba\\_Jaburu\\_I.pdf](https://portal1.snirh.gov.br/arquivos/semiariado/204res/Parna%C3%ADba_Jaburu_I.pdf). Acesso em 10 set 2023

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Resolução Conjunta ANA/SRH-CE/SEMAR-PI Nº 547** de 5 de DEZEMBRO de 2006. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-sre/alocacao-de-agua/oficina-alocacao-de-agua-1/marco-regulatorio-poti-longa-2013-resolucao-> Acesso em 15 set 2023.

ALBUQUERQUE JR. D. M. **A invenção do Nordeste e outras artes**. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2011, 376p

ALBUQUERQUE JR. D. M. **Falas de astúcia e de angústia**. A seca no imaginário nordestino: de problema à solução (1877-1922). Dissertação em História. Campinas: UNICAMP, 1988

ALBUQUERQUE JR. D. M. O objeto em fuga: algumas reflexões em torno do conceito de região. **Fronteiras**. Dourados, MS, v. 10, n. 17, p. 55-67, jan./jun. 2008.

AQUINO, S. H. S. **Entre escassez, prioridades e negociações**: A COGERH e os trajetos e destinos das águas que vêm do Sertão para a Metrópole. Tese do doutoramento em Sociologia. Fortaleza: UFC, 2019

ARAÚJO JÚNIOR, L. M.; SOUZA FILHO, F. A.; BARRETO, G. A.; et al. A drought risk management system for early drought alert and proactive actions in large semi-arid areas. **Natural Hazards**, v. 117, p. 2297-2324, 2023

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **A Questão da Água no Nordeste**. Brasília, DF: CGEE/ANA, 2012

CEARÁ. **Diagnóstico da Região Hidrográfica da Serra da Ibiapaba**. Planos de Recursos Hídricos das Regiões Hidrográficas do Ceará, 2021

CID, D. A. C.; SOUZA FILHO, F. DE A.; PORTO, V. C. COLLABORATIVE MODELING TO CONSTRUCT A HEDGING POLICY FOR DROUGHT MANAGEMENT IN RESERVOIR SYSTEMS. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v. 149, p. 1-13, 2022

COGERH. **Portal Hidrológico**. Disponível em <http://www.hidro.ce.gov.br/>. Acesso em jun. 2022

COLOMBO, P.; RIBEIRO NETO, G.G.; COSTA, A.C.; et al. Modeling the influence of small reservoirs on hydrological drought propagation in space and time. **Journal of Hydrology**, v. 629, 130640, 2024

EMBRAPA HORTALIÇAS. Sistema de Produção de Batata-Doce. **Revista eletrônica Sistema de Produção**, n 9, fev, 2021. Disponível em <https://www.embrapa.br/hortalicas/batata-doce/principais-regioes-produtoras>.

Acesso em 20 set. 2023

GALIZONI, F. M et al. “Vozes da seca”: lavradores, mediadores e poder público frente à estiagem no Semiárido do Jequitinhonha mineiro. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**. V. 55, dez., 2020

GIDDENS, Anthony. **As consequências da Modernidade**. São Paulo: Editora UNESP, 1991

LEME, R. F et al. Influência do Fluxo Subterrâneo Proveniente de Bacia Sedimentar na Operação de Reservatórios. Estudo de Caso: Barragem Jaburu I. **Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Florianópolis, 2017

LOPES, J. C.; BRAGA, J. B. F.; CONEJO, J. L. Simulação Hidrológica: Aplicações de um modelo simplificado. **III Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Anais**. Fortaleza: 1981

MARTINS, E. S. P. R.; MAGALHÃES, A. R. A seca de 2012-2015 no Nordeste e seus impactos. In: **CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Parcerias Estratégicas**. v. 20 · n. 41, p. 107-128 Brasília, 2015

MONTE, A. M. de S.; CAVALCANTE, A. A.; MONTE, F.S. de S.; FILHO, C. A. de O. Os impactos socioambientais na planície fluvial do Rio Poti, estado do Ceará: o caso da Barragem Lago de Fronteiras. **Revista GeoUECE (Online)**, v. 6, n. 10, p. 59 - 84, jan./jun. 2017. ISSN 2317- 028X

NEVES, F. C. **A multidão e a história**: Saques e outras ações de massas no Ceará. Rio de Janeiro: Relume Dumará; Fortaleza: Secretaria de Cultura e Desporto, 2000

RIBEIRO NETO, G.G.; MELSEN, L.A.; MARTINS, E.S.; et al. Drought cycle analysis to evaluate the influence of a dense network of small reservoirs on drought evolution. **Water Resources Research**, v. 58, e2021WR030799, 2022

SANTOS, F. A. **Resiliência Ambiental a Secas e a Inundações na Sub-bacia Hidrográfica do Rio Piracuruca (CE-PI)**. Tese de Doutorado em Geografia. Fortaleza: UECE, 2019

SEIGERMAN, C. K.; BASÍLIO, R. L. P.; NELSON, D. R. Secas entrelaçadas: uma abordagem integrativa para explorar a sobreposição parcial e as divisões volúveis entre definições, experiências e memórias das secas no Ceará, Brasil. In: ROCHA, A. L.; ECKERT, C. **Tempo e memória ambiental**: etnografia da duração das paisagens citadinas. Brasília, DF, 2021, 416 p.

SILVA, D. C; AQUINO, S. H. S; SOUZA FILHO, F. A. Conflitos associados à gestão das águas no semiárido brasileiro – o caso do Ceará. **Anais do XVI Congresso Brasileiro de Sociologia**, Salvador (BA), 2013

SIMMEL, G. A natureza sociológica do conflito, in MORAES FILHO, Evaristo (org.). **Sociologia. Simmel. Coleção Grandes Cientistas Sociais**. São Paulo: Ática, 1983.

SOUZA FILHO, F. A. de. A política nacional de recursos hídricos: desafios para sua implantação no semiárido brasileiro. In: MEDEIROS, Salomão de Sousa; CHEYI, Hans Raj; GALVÃO, Carlos de Oliveira...[et. al.](Org.). **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**. Campina Grande: Instituto Nacional do Semiárido, 2011. cap.1, p.01-25.

SOUZA FILHO, Francisco de Assis, OLIVEIRA, Samiria da Silva; JOHNSON, Rosa Formiga M.; DONALD ROBERT, Nelson; NAUDITT, Alexandra; RIBBE, Lars. **ADAPTA: GESTÃO ADAPTATIVA DO RISCO CLIMÁTICO DE SECA** (1.0). Fortaleza: Expressão Gráfica, 2022. Disponível em: [Computer software]. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6610605>

UFC/COGERH(2021). **Relatório de Cálculo das Afluências aos Reservatórios Estratégicos do Ceará**: Definição das Vazões Oficiais. Projeto ALOCAR

WILHITE, Donald A. Breaking the Hydro-Illogical Cycle: Changin the Paradigm for Drought Management. **Drought Mitigation Center Faculty Publications**, 53, 2012. Disponível em: <http://digitalcommons.unl.edu/droughtfacpub/53>.