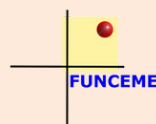




Plano de Gestão Proativa de Secas

Hidrossistema Riacho do Sangue



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

João Lúcio Farias de Oliveira

Diretor de Planejamento

Tércio Dantas Tavares

Diretor de Operações

João Ricardo Filgueiras Rios

Diretor Administrativo-Financeiro

Comitê da Bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe

DIRETORIA COMITÊ

PRESIDENTE

José Martins Gonçalves Neto

VICE-PRESIDENTE

Cícero Junier Barreto

SECRETÁRIO GERAL

Marx Carrieri Guedes Monteiro

SECRETÁRIA ADJUNTA

Francisca Augicélia Campos de Lima

COMISSÃO GESTORA DO AÇUDE RIACHO DO SANGUE

Setor Sociedade Civil

Sindicato dos Trabalhadores Rurais, Agricultores(as) Familiares – STRAAF de Solonópole:
Maria de Fátima Freitas Ferreira (Titular) / Géssica Maria de Lima Pereira (Suplente)

Sindicato dos Trabalhadores Rurais, Agricultores(as) Familiares – STRAAF de Jaguaretama:
Maria Evandira de Melo (Titular) / Raimundo Nonato de Oliveira (Suplente)

Sindicato Rural de Jaguaretama:

Expedito Diógenes Filho (Titular) / Rivelina de Oliveira Almeida (Suplente)

Fundação Dr. Ozanan Monteiro – Solonópole:

Marx Carriere Guedes Monteiro (Titular) / Sandra Helena Nogueira Pinheiro (Suplente)

Setor Usuários

Serviço Autônomo de Água e Esgoto – SAAE de Solonópole:

Suynara Suele Oliveira da Silva (Titular) / Antônio Pedrosa Feitosa (Suplente)

Companhia de Água e Esgotos do Estado do Ceará – CAGECE UNBBA Quixadá:

Kellyanne Figueredo Paulo (Titular) / Cleyton Oliveira da Silva (Suplente)

Colônia de Pescadores Z 46 - Solonópole:

Márcio Greick da Silva (Titular) / Maria Vilene da Silva (Suplente)

Associação dos Bovinicultores de Leite de Jaguaretama:

Rodolfo Matos de Almeida (Titular) / Raimundo Freitas Barbosa (Suplente)

Associação dos Moradores de São Pedro II – Jaguaretama:

Pedro Calisto da Silva Neto (Titular) / Maria Aldenora Bezerra Nunes (Suplente)

Usuário de jusante: Francisco Clerton Josino Silva

Usuário de montante: Francisco Fábio da Silva

Setor Poder Público

Prefeitura Municipal de Solonópole:

Ednaldo Gonçalves Dantas (Titular) / Jean Nedson Pinheiro (Suplente)

Prefeitura Municipal de Jaguaretama:

Francisco Helder Pinheiro Lemos (Titular) / Ana Kelly Ferreira de Queiroz (Suplente)

Departamento Nacional de Obras (DNOCS):

Antônio Félix Filho (Titular) / Francisca Rosângela Barbosa Silva (Suplente)

SECRETARIA-EXECUTIVA

GERÊNCIA REGIONAL DO MÉDIO E BAIXO JAGUARIBE

GERENTE

Hermilson Barros de Freitas

COORDENAÇÃO DO NÚCLEO DE GESTÃO PARTICIPATIVAX`

Jucier Leandro Silva Nogueira

COORDENAÇÃO DO NÚCLEO DE OPERAÇÃO

Alexandre Lucas Freitas Diógenes

OUTROS ATORES PARTICIPANTES NA ELABORAÇÃO DO PLANO

Aroldo Vidal de Assis – Analista em Gestão de Recursos Hídricos

Cleilson Pinto de Almeida – Analista em Gestão de Recursos Hídricos

Emília Vanusa de Freitas Regis Lima – Apoio Administrativo

Maria Ley Oliveira Guimarães – Apoio Administrativo

Raimundo Lauro de Oliveira Filho – Tecnólogo em Gestão de Recursos Hídricos

Antônio Cleyton de Souza – AGIR

Equipe de Execução

COORDENAÇÃO GERAL

João Lúcio Farias de Oliveira

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/IFCE

Francisco Alberto de Assis Teixeira – IFCE Campus Limoeiro do Norte

COMUNICAÇÃO VISUAL – CEPAS/UFC/FUNCAP

Amanda Rodrigues Costa

Guilherme Bessa Araújo Nojosa

Maitê Viana Paiva

Rafaell Estebann Matias de Souza Ramos

Lista de Figuras

Figura 1.1 - Representação esquemática do ciclo “hidro ilógico”	13
Figura 1.2 - Metodologia de elaboração dos Planos de Gestão Proativa de Secas - Hidrossistema	15
Figura 2.1 - Mapa de Localização do Hidrossistema Riacho do Sangue	19
Figura 2.2 – Histórico de variação dos estados tróficos do açude Riacho do Sangue	23
Figura 2.3 – Diagrama de demandas atendidas pelo Açude Riacho do Sangue ..	24
Figura 2.4 – Volume do reservatório Riacho do Sangue	27
Figura 2.5 – Açude Riacho do Sangue	28
Figura 2.6 – Gráfico de variação anual de demandas atendidas pela liberação do Açude Riacho do Sangue	29
Figura 3.1 – Setores mais prejudicados	34
Figura 3.2 – Principais conflitos relacionados à água no hidrossistema Riacho do Sangue no contexto da seca	37
Figura 3.3 - Imagem de drone destacando atividade de reciclagem de lixo às margens do rio Riacho do Sangue	40
Figura 3.4 - Imagem de drone destacando obstruções na calha do rio e impacto sobre mata ciliar.	40
Figura 3.5 - Imagem de drone destacando estrutura construída dentro da calha do rio.	41
Figura 3.6 - Imagem de drone destacando possível construção irregular de passagem molhada	41
Figura 3.7 - Imagem de drone destacando processos erosivos.	41
Figura 4.1 - Aplicação do Seca em Jogo com a Comissão Gestora do Sistema Riacho do Sangue	45
Figura 4.2 - Esquema metodológico para escolha dos níveis metas que funcionarão como gatilhos dos estados de secas do hidrossistema	47

Figura 4.3 – Níveis metas de operação do Reservatório Riacho do Sangue para o Cenário 1, com liberação de 271 l/s. Destaque para as porcentagens no mês de julho	48
Figura 4.4 - Níveis metas de operação do Reservatório Riacho do Sangue para o Cenário 1, com liberação de 271 l/s. Destaque para as porcentagens no mês de julho	49
Figura 4.5 - Simulação da acumulação do reservatório Riacho do Sangue para os dois cenários propostos.....	51
Figura 4.6 - Cenários apresentados para definição dos níveis dos estados de seca	52
Figura 4.7 - Curvas guia mostrando os níveis meta e as vazões de capacidade de atendimento máxima para cada estado de seca no Cenário 2, escolhido. Os Volumes Meta (VM) 1, 2 e 3 funcionam como gatilhos para definição do estado de seca mês a mês	54
Figura 4.8 - Simulação da operação do Hidrossistema Riacho do Sangue entre 1911 – 2021, considerando os níveis meta e as vazões de capacidade de atendimento máximas para cada estado de seca.....	55
Figura 5.1 – Elaboração do Plano de Ação do Hidrossistema.....	58
Figura 5.2 - Elaboração do Plano de Ação do Hidrossistema	58
Figura 6.1 - Dinâmica da Alocação Negociada de Água conforme ocorre antes dos Planos de Seca	61
Figura 6.2 - Conexões entre Planos de Gestão Proativa de Seca e Alocação Negociada de Água	62

Lista de Quadros

Quadro 3.1 - Impactos da seca no Hidrossistema Riacho do Sangue.....	33
Quadro 5.1 - Plano de Ações para o Hidrossistema Riacho do Sangue, durante o Estado Normal	59
Quadro 5.2 - Plano de Ações para o Hidrossistema Riacho do Sangue, durante o Estado de Alerta.....	59
Quadro 5.3 - Plano de Ações para o Hidrossistema Riacho do Sangue, durante o Estado de Seca.....	60
Quadro 5.4 - Plano de Ações para o Hidrossistema Riacho do Sangue, durante o Estado de Seca Severa.....	60

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 – Caracterização das vazões afluentes ao Riacho do Sangue para as garantias de 90%, 95% e 98%	21
Tabela 2.2 – Indicadores hidrológicos da bacia hidrográfica do reservatório Riacho do Sangue	21
Tabela 2.3 - Demandas instaladas no Hidrossistema Riacho do Sangue	24

Sumário

1.	Introdução.....	12
2.	Descrição do Hidrossistema Riacho do Sangue	18
2.1	Aspectos gerais.....	18
2.2	Oferta Hídrica.....	20
2.2.1	Aspectos Quantitativos.....	20
2.2.2	Aspectos Qualitativos.....	22
2.3	Demanda Hídrica.....	23
2.4	Balanço Hídrico	25
2.5	Aspectos Normativos e Arranjos Institucionais do Hidrossistema.....	25
3.	Descrição das Percepções, Impactos, Vulnerabilidades e Conflitos Relativos à Seca.....	30
3.1	Percepções.....	30
3.2	Impactos e vulnerabilidades relacionados à seca	32
3.2.1	Impactos relacionado a seca.....	33
3.2.2	Vulnerabilidades.....	35
3.3	Conflitos Sociais Relativos à Seca no Hidrossistema Riacho do Sangue.....	36
3.4	Principais Conflitos e Problemas Relatados	38
3.4.1	Relatos sobre conflitos pelo uso	38
3.4.2	Relatos sobre uso e ocupação irregular da APP	39
3.5	A Perspectiva quanto à Chegada do Malha d'Água	42
4.	Cenarização e Estados de Seca.....	43
4.1	Seca em Jogo.....	43
4.2	Estados e Gatilhos de Ações	46
4.3	Cenário Escolhido	51
4.3.1	Processo de tomada de decisão da escolha do cenário	52

4.3.2	Representação matemática do cenário escolhido	53
5.	Plano de Ação	56
6.	Integração entre Plano de Seca e Alocação Negociada.....	61
7.	Plano de Implementação	65
8.	Referências	67

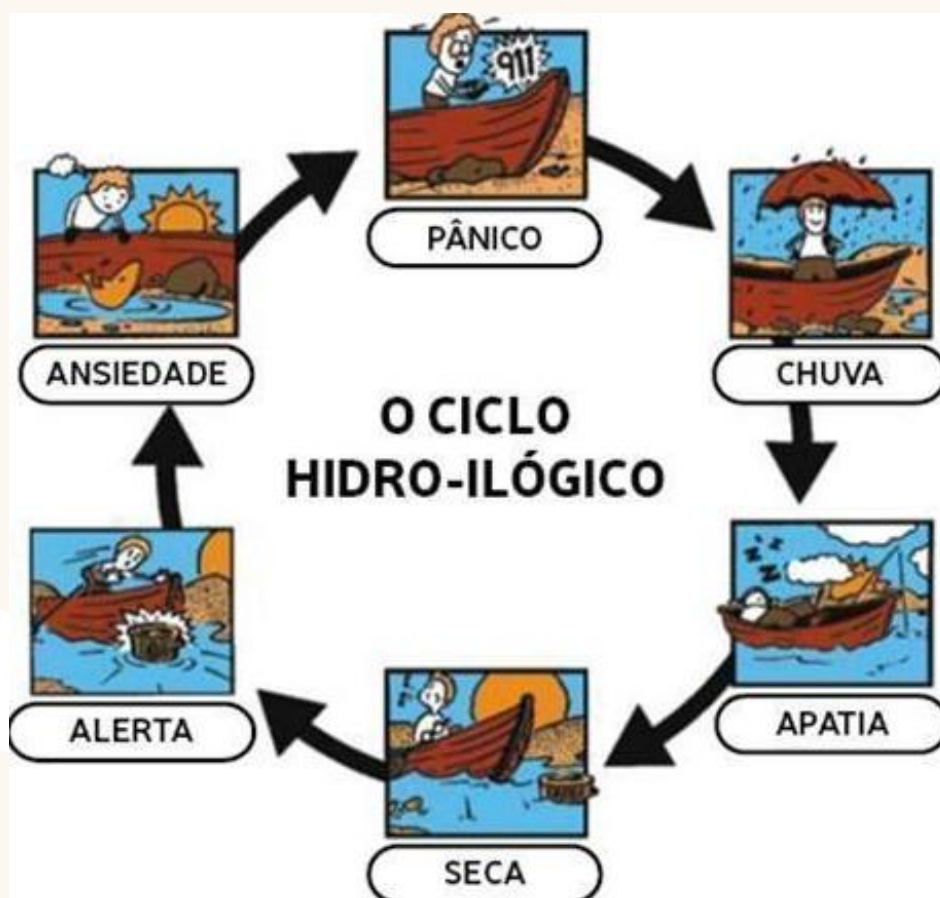
1. Introdução

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 mero 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. 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 o estado cearense e as suas populações 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.

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 - Representação esquemática do 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.

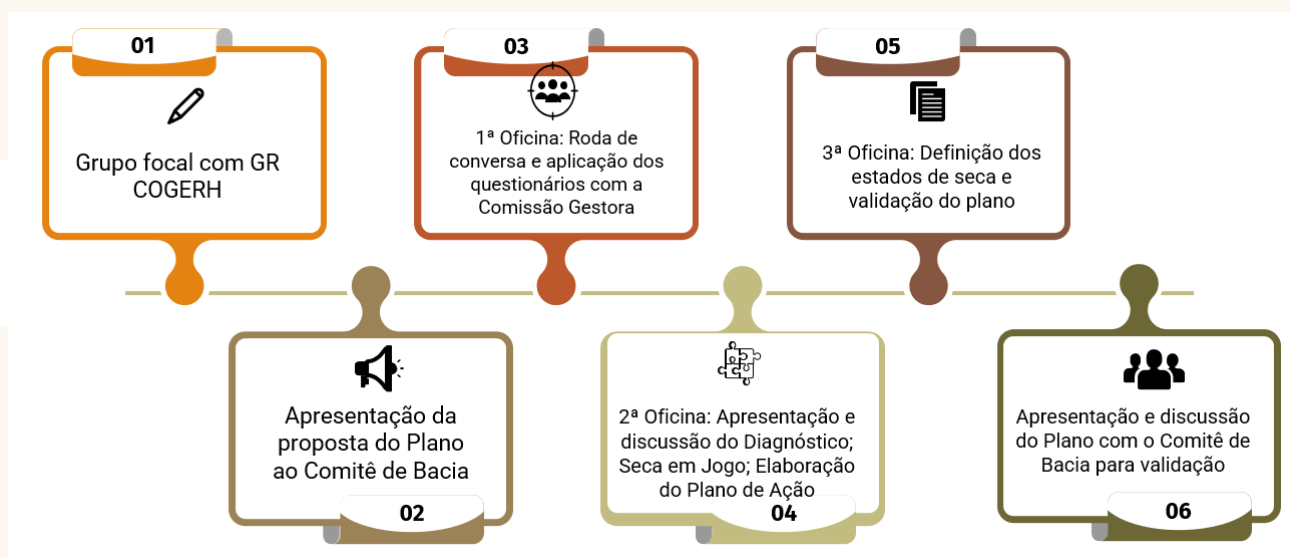
O levantamento que deu origem a este documento foi elaborado a partir da realização de Grupo Focal com técnicos da Gerência Regional da Cogerh das Bacias do Médio e Alto Jaguaribe. A esse momento, seguiu-se a realização de uma Roda de Conversa com membros da Comissão Gestora do Hidrossistema Riacho do Sangue para identificação das percepções e das experiências vividas durante a seca. Ao final do grupo focal foi aplicado um questionário com os participantes, de modo a se complementarem as informações, sob uma ótica individual.

Seguiram-se as oficinas com os membros da Comissão Gestora do Hidrossistema, usuários e demais atores relacionados ao hidrossistema para apresentação e discussão do diagnóstico elaborado pela equipe responsável, a aplicação de uma ferramenta metodológica lúdica para melhor entendimento dos participantes sobre os conceitos do plano e das práticas de planejamento (Seca em Jogo), a elaboração do plano de ação. Além de uma oficina para 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 Riacho do Sangue apresenta uma abordagem baseada em quatro movimentos: Diagnóstico, Cenarização/Estados de Seca, Plano de Ações e Atualização/Monitoramento.

O 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. Tal se justifica por sua duração e intensidade, considerada uma das mais graves e longevas desde o século XX, atingindo todo o semiárido brasileiro (Martins; Magalhães, 2015; Galizoni Et Al, 2020). Justifica-se, outrossim, pelo curso das análises sobre as mudanças climáticas, cujas cenarizações apontam eventos extremos, como secas e cheias, de maior intensidade e duração.

A título de exemplo, levantamento realizado pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme) mostra que, entre 1910 e 2016 somente em duas ocasiões o Ceará teve cinco anos consecutivos de Seca: de 1979 a 1983 e de 2012 a 2016. Além disso, os dados comprovam que o período atual de estiagem é o pior já registrado, pois a média anual dessa seca é de apenas 516mm, enquanto a média anual de 1979 a 1983 foi de 566mm.

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. Essa cenarização é essencial 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 Plano de Ações sintetiza as respostas e ações a serem implementadas no tocante aos impactos da seca, indicando os momentos nos quais cada ação será realizada 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.

Açude Riacho do Sangue – Foto: Cogerh



Esta concepção do plano aparece no presente documento dividida em 6 tópicos, além desta introdução. No primeiro, tem-se a descrição do Hidrossistema Riacho do Sangue; no segundo, a discussão das percepções, dos impactos, das vulnerabilidades e dos conflitos ocasionados ou intensificados com a seca; no terceiro, o Plano de Ações e a metodologia do Seca em Jogo como estratégia para envolver e facilitar a participação dos atores no processo de planejamento; no quarto, a cenarização e os estados de seca; no quinto, a integração entre Plano de Seca e Alocação Negociada de Água; no sexto, o plano de ações e no sétimo, a proposta do plano de implementação e atualização.

2. Descrição do Hidrossistema Riacho do Sangue

2.1 Aspectos gerais

O Hidrossistema Riacho do Sangue localiza-se na Região Hidrográfica do Médio Jaguaribe (RHMJ), mais precisamente no município de Solonópole, sertão central do estado do Ceará. O reservatório apresenta capacidade de acumulação aproximada de 65.204.000 m³, caracterizando-o como de médio porte (COGERH, 2024)¹. O açude barra o Rio Riacho do Sangue, pertencente à bacia do rio Jaguaribe. O reservatório encontrava-se na data de 27 de janeiro de 2025 com 73,40% da sua capacidade (Portal Hidrológico, 27/01/25).

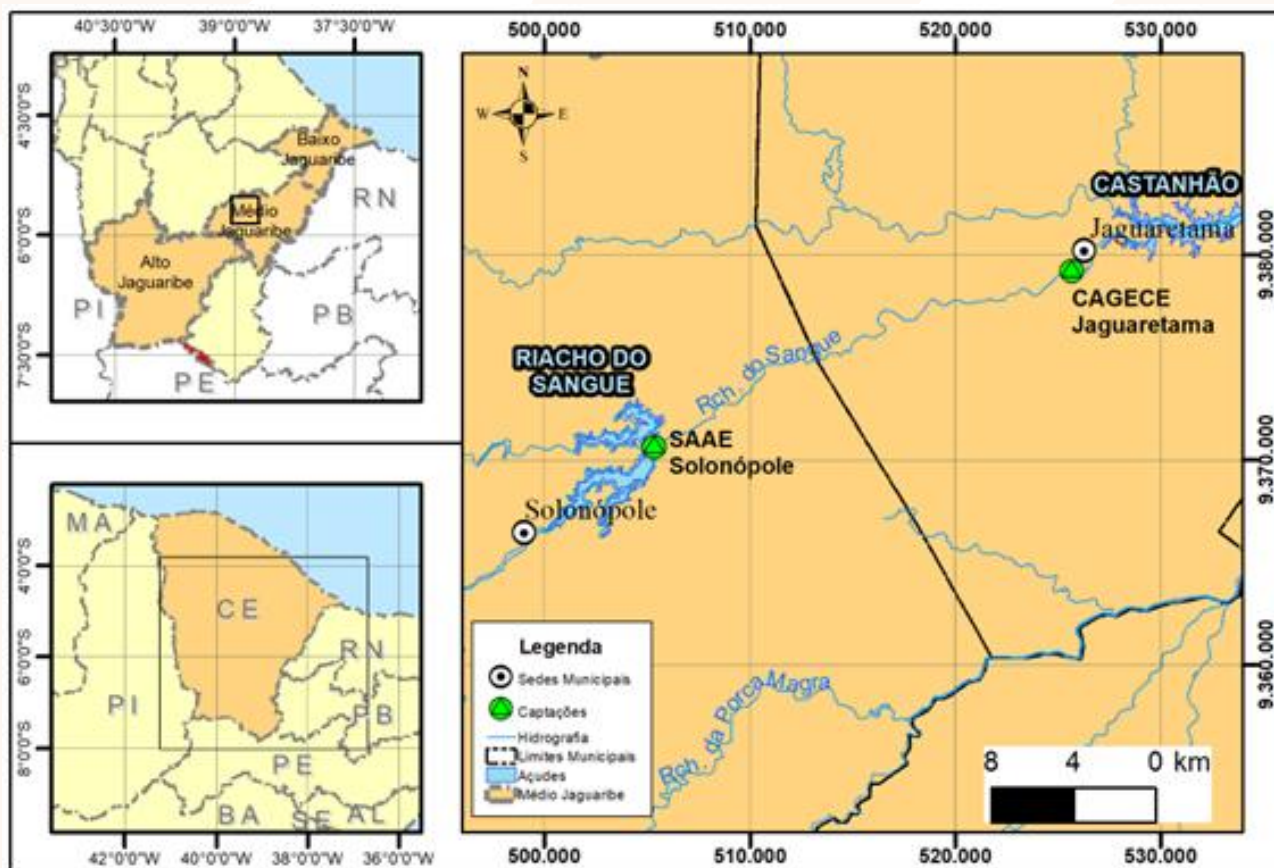
O reservatório se localiza às coordenadas oeste 505400 e 9370729 sul (COGERH, 2025) e abastece os municípios de Solonópole e Jaguaretama, apesar de este último estar desde 2020 sendo abastecido por adutora que capta água do Rio Jaguaribe. Em Solonópole, atende as localidades de Agostinho, Casa Nova, Queimadas, Bom Princípio e o distrito de Pasta. A Figura 2.1 apresenta Mapa de localização do hidrossistema Riacho do Sangue.

O município de Jaguaretama era abastecido por meio de captação a fio, a partir da água liberada do Riacho do Sangue. Para possibilitar o abastecimento do município, era necessária a liberação de uma vazão de 300 l/s na calha do Rio Riacho do Sangue. Essa vazão se aproxima da vazão de referência do reservatório, que apresenta magnitude de 368,0 l/s aproximadamente. Assim, dado o contexto de seca então abordado neste trabalho, foi necessária redução significativa da vazão liberada para perenização do rio, afetando o abastecimento de

¹ LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO REALIZADO PELA COGERH.

Jaguaretama, o qual passou de início a ser abastecido por adutora de montagem rápida (AMR), a partir de 2015.

Figura 2.1 - Mapa de Localização do Hidrossistema Riacho do Sangue



Fonte: UFC/FUNCAP – Plano de Secas, 2025

A economia da região é baseada na agricultura de subsistência e na pecuária. As principais outorgas de uso das águas do Riacho do Sangue são para fins de irrigação e aquicultura, além dos usos urbanos dos municípios citados.

O sistema é composto por uma captação a montante, realizada por estação de bombeamento localizada no espelho d'água do Açude Riacho do Sangue para o abastecimento da sede municipal de Solonópole. Além desta, à jusante, há uma captação a fio, localizada no leito do Rio Riacho do Sangue, responsável pelo abastecimento da sede municipal de Jaguaretama (conforme informações concedidas pela Gerência Regional da Cogerh de Limoeiro do Norte, em levantamento realizado em novembro de 2024).

O Riacho do Sangue se apresenta como um hidrossistema cuja principal complexidade se dá pela necessidade de operar o reservatório com uma vazão de 300 l/s, muito próxima de sua vazão de referência (Q90 – correspondente a 362,0 l/s, segundo ficha técnica do açude), para garantir condições adequadas para a realização da captação a fio necessária ao abastecimento de Jaguaretama. Ou seja, qualquer condição de maior severidade de seca que imponha redução nessa vazão é capaz de comprometer o abastecimento deste município.

Como alternativa, a Cagece hoje realiza captação a fio no rio Jaguaribe, captando água da liberação do açude Orós, o que tem causado conflitos com o Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB) daquela região. Apesar deste cenário alternativo se configurar com a futura saída da sede de Jaguaretama do hidrossistema Riacho do Sangue, foi considerado para fins de objeto de estudo na elaboração deste Plano a configuração original, como apresentado no mapa da Figura 2.1 e descrito anteriormente.

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 tática acionada é a reconstrução das séries históricas de afluências, através da regionalização de parâmetros hidrológicos. A partir da regionalização, utilizou-se o modelo chuva-vazão SMAP (LOPES, BRAGA E CONEJO, 1981) e obteve-se as séries mensais de afluências produzidas nas bacias incrementais dos reservatórios, considerando o período 1911-2021 (UFC/COGERH, 2021).

As características das vazões afluentes ao reservatório Riacho do Sangue são apresentadas na Tabela 2.1. Considerando uma garantia de 90%, o rendimento

hidrológico é de 23.67% da vazão afluente média anual (48,10 hm³/ano), o que resulta em 361,0 l/s de vazão regularizada Q₉₀. Para as demais garantias, 95% e 98%, os rendimentos hidrológicos caem para 18,17% e 13,12%, respectivamente e as vazões regularizadas diminuem para 262,0 l/s (Q₉₅) e 184,0 l/s (Q₉₈).

Tabela 2.1 – Caracterização das vazões afluentes ao Riacho do Sangue para as garantias de 90%, 95% e 98%

Garantia (%)	Afluência Total (hm ³ /ano)	CV	Cap / Va	Qreg (l/s)	Vazão Regularizada		Vertimento		Evaporação	
					(hm ³ /ano)	%	(hm ³ /ano)	%	(hm ³ /ano)	%
90	46,02	1,77	1,27	361,27	10,47	22,7%	24,84	54,0%	10,71	23,3%
95	46,24	1,77	1,26	262,1	7,94	17,2%	26,52	57,4%	11,77	25,5%
98	46,48	1,77	1,26	184,4	5,73	12,3%	28,04	60,3%	12,71	27,3%

Fonte: UFC/COGERH, 2021

Os indicadores hidrológicos vinculados à oferta hídrica estão apresentados na Tabela 2.2 são eles: precipitação média, deflúvio médio e coeficiente de escoamento. Esses indicadores foram obtidos do Projeto Alocar (UFC/COGERH, 2021) e foram estimados tomando como base as características fisiográficas da área controlada pelo reservatório.

Tabela 2.2 – Indicadores hidrológicos da bacia hidrográfica do reservatório Riacho do Sangue

Cód. da Estação Fluviométrica	36390000
Nome da Estação	Peixe Gordo
Prec. Média (mm)	749,49
Defl. Médio (mm)	36,29
Coef. De Defl (%)	4,84%

Fonte: UFC/COGERH, 2021

As precipitações médias anuais sobre a área de influência do reservatório Riacho do Sangue é de 749,49 mm. O coeficiente de escoamento (CE), entendido como o rendimento hidrológico da bacia, traduz a quantidade de precipitação que efetivamente se transformará em descarga do rio afluente ao reservatório. Observa-se que o CE da bacia hidrográfica é de 4,84.

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 Cogeh.

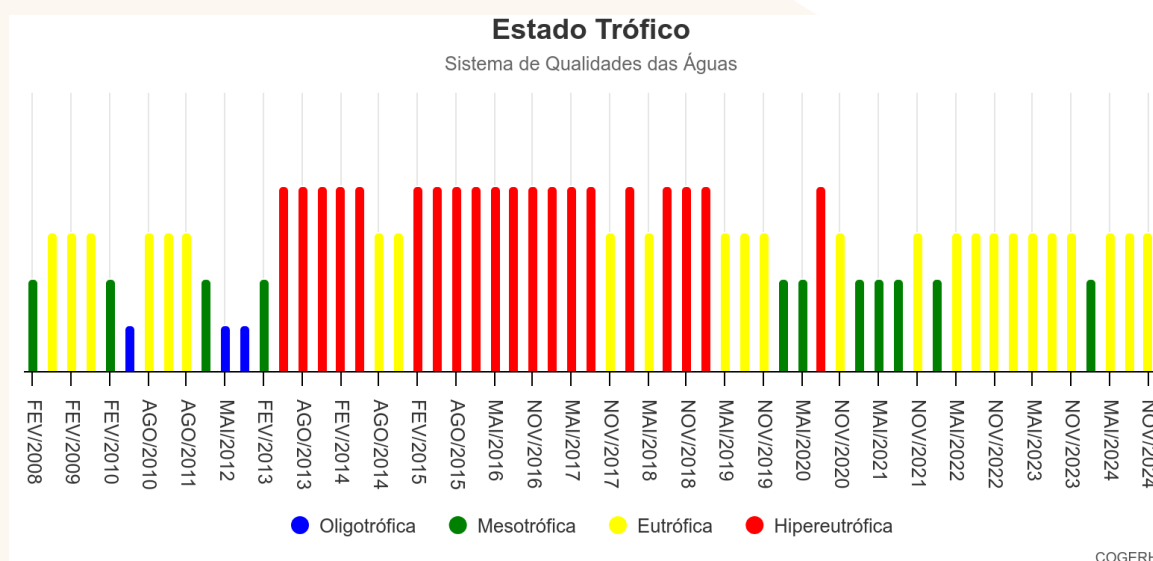
Devido ao grande número de parâmetros, é utilizado o índice de Estado de Trofia para caracterizar os reservatórios quanto à qualidade da água. Nesse índice são utilizados dados de nitrogênio total, fósforo total, clorofila, cianobactérias e transparência. Os estados de trofia se apresentam como:

- **Oligotrófico:** indica que as águas estão limpas e possuem baixa produtividade.
- **Mesotrófico:** indica produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas ainda em níveis aceitáveis.

- **Eutrófico:** produtividade alta, apresentando baixa transparência e sendo, em geral, afetada por atividades antrópicas.
- **Hipereutrófico:** 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.

A Figura 2.2 apresenta histórico de variação do estado trófico do açude Riacho do Sangue. Nota-se a piora na qualidade da água durante a seca, especialmente entre os anos 2013 e 2018, quando o estado da água foi marcadamente hipereutrófico.

Figura 2.2 – Histórico de variação dos estados tróficos do açude Riacho do Sangue



Fonte: Portal Hidrológico, 2024

2.3 Demanda Hídrica

O conhecimento sobre os usos dos recursos hídricos e das relações que 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.

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 2.3 apresenta o diagrama de demandas atendidas pelo Açude Riacho do Sangue, enquanto a Tabela 2.3 apresenta os valores das demandas para cada usuário do hidrossistema, seja ele localizado à montante, na própria bacia hidráulica do reservatório, ou à jusante, captando água a partir de liberações na calha do rio. As informações foram repassadas pela Gerência Regional da Cogerh das Bacias do Médio e Baixo Jaguaribe. As principais demandas existentes no hidrossistema são abastecimento humano e agricultura irrigada.

Figura 2.3 – Diagrama de demandas atendidas pelo Açude Riacho do Sangue



Fonte: Equipe Cientista Chefe/Planos de Secas, 2024.

Tabela 2.3 - Demandas instaladas no Hidrossistema Riacho do Sangue

Demandante	Vazão (l/s)
Sede Solonópole/Distrito Prefeita Suely	28,0
Perenização	300,0
Comunidades ribeirinhas	10,0
Sede de Jaguaretama	22,0
Irrigação e dessedentação animal à jusante	10,0

Fonte: COGERH, novembro, 2024

2.4 Balanço Hídrico

Com a finalidade de avaliar, em termos macro, o nível de comprometimento das disponibilidades hídricas atuais em face das demandas, apresenta-se neste tópico um balanço hídrico concentrado para o Açude Riacho do Sangue.

O balanço hídrico permite avaliar o superávit ou déficit de disponibilidade hídrica. Esta é representada pela vazão regularizada com garantia de 98% que, em frequência, significa que em 98 meses de cada 100 meses é possível retirar a vazão de 184,38 l/s do açude. A demanda hídrica total em condições de normalidade foi analisada no item 2.3 e estimada em 76,0 l/s, indicando que a demanda é superior à capacidade de oferta do açude.

2.5 Aspectos Normativos e Arranjos Institucionais do Hidrossistema

Em consonância com as legislações nacional e cearense de recursos hídricos, respectivamente a Lei Nacional Nº 9.433/1997 e a Lei Estadual Nº 14.844/2010, a água é um bem público, cuja gestão deve ser descentralizada, integrada e participativa. Essa gestão baseia-se nos usos múltiplos, respeitando, como prioritários em caso de escassez hídrica, os usos para abastecimento humano e dessedentação animal. Esses princípios legais compõem parte do arranjo normativo que regula os 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).

A dinâmica institucional e o estabelecimento de regras relativas aos usos da água não são fixos. Ao contrário, modificam-se de acordo com a realidade socioeconômica e hídrica dos territórios. Nesse sentido, os arranjos construídos e legitimados legalmente podem sofrer adaptações. Assim, observa-se no contexto da seca articulações em distintas escalas e entre distintos atores sociais. A urgência da seca exigiu conexões sociais, políticas e hídricas antes impensadas, criou instituições e espaços interinstitucionais novos, bem como retomou antigas práticas.

Os arranjos normativo-institucionais construídos com foco no Hidrossistema Riacho Sangue 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, são frequentes no hidrossistema, que foi marcado por um histórico de conflitos envolvendo, de modo especial, as transferências hídricas.

O reservatório é gerenciado pela Cogerh, em conjunto com a Comissão Gestora e o Comitê da Sub-Bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe. A equipe da Gerência Regional das Bacias Médio e Baixo Jaguaribe, responsável por esse gerenciamento, é dividida em dois núcleos (Operacional e de Gestão) e realiza o monitoramento dos reservatórios, do ponto de vista quantitativo e qualitativo, e todas as atividades relacionadas aos processos de mobilização para as reuniões e seminários de alocação negociada de água e mediação de conflitos.

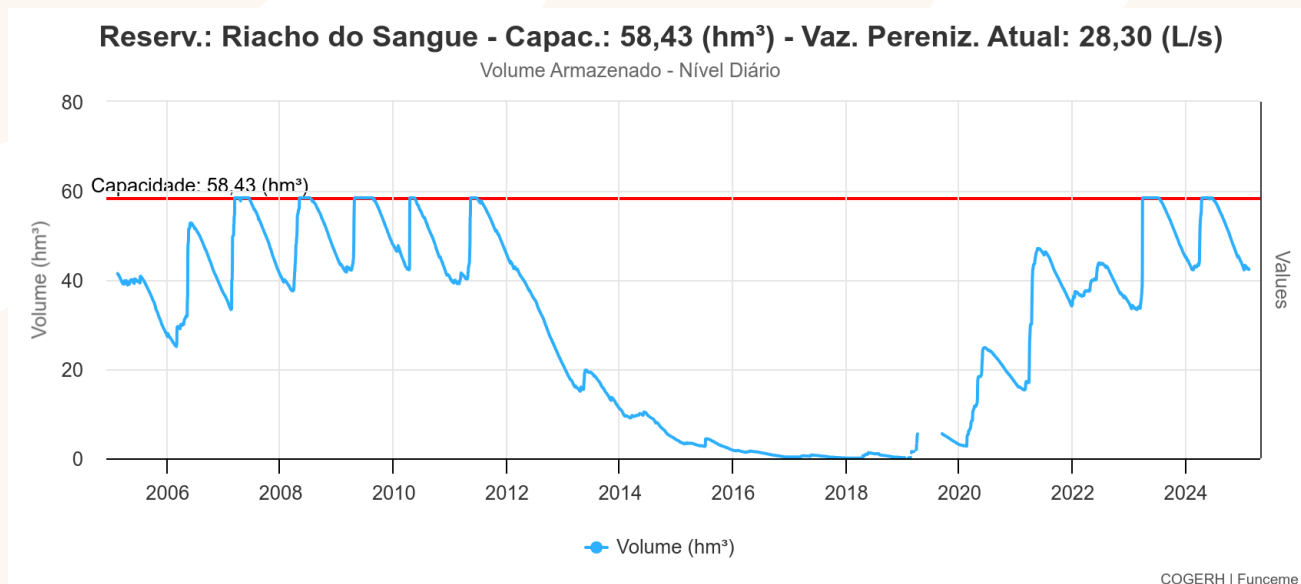
A alocação Negociada da Água consiste num processo participativo de discussão política, no qual se definem formas de partilha e regras de uso das águas do reservatório, estabelecendo as vazões que serão disponibilizadas para distintos usos, tendo como base um conjunto de informações e dados repassados 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.

A alocação negociada é também um processo de decisão no qual todos e todas podem manifestar suas opiniões e necessidades, buscando-se, sempre que possível, uma decisão consensual. Nesse processo, a Cogerh atua como Secretária Executiva do Comitê, assessorando-o com informações técnicas acerca das condições hídricas do reservatório, das demandas, além de realizar registros e logística das reuniões e apoiar, de forma importante, a mediação dos conflitos.

O gráfico da Figura 2.4 mostra o impacto da seca sobre a reserva hídrica do Riacho do Sangue, especialmente entre os anos 2015 e 2018. Na série apresentada, cujos dados se iniciam em meados de 2005, observa-se que somente em 2006 o nível

do açude ficou abaixo dos 40%, excetuando-se a década seguinte, quando da seca em estudo, em que o reservatório beirando o colapso, no ano de 2018.

Figura 2.4 – Volume do reservatório Riacho do Sangue



Fonte: Cogerh, 2025.

Para além dos aspectos aqui abordados, é relevante destacar a atuação de outras instituições e entidades no contexto da seca. O Comitê de Bacia foi considerado a arena central da mediação de conflitos, tomando decisões importantes quanto ao racionamento e às restrições de água, formando câmaras técnicas para discutir os problemas existentes, numa tentativa de atender aos usos prioritários sem restringir completamente o atendimento à irrigação.

Além do Comitê de Bacia foram mencionados como importantes instituições no contexto da seca:

- Articulação do Semiárido Brasileiro (ASA);
- Prefeituras municipais;
- Federações de associações comunitárias;
- Sindicatos de trabalhadores(as) rurais;
- Igrejas;
- Câmaras municipais;
- SISAR;

- SOHIDRA/COGERH/FUNCEME;
- DNOCS;
- CAGECE;
- Secretarias municipais;
- Defesa civil;
- SAAE;
- Colônia de pescadores;
- EMATERCE;
- Sindicatos dos servidores públicos;
- MST;
- MAB;
- Fórum dos assentados.

Esses atores também contribuíram nas discussões e decisões tomadas, participando das reuniões, apresentando demandas e divulgando informações sobre a situação hídrica do município.

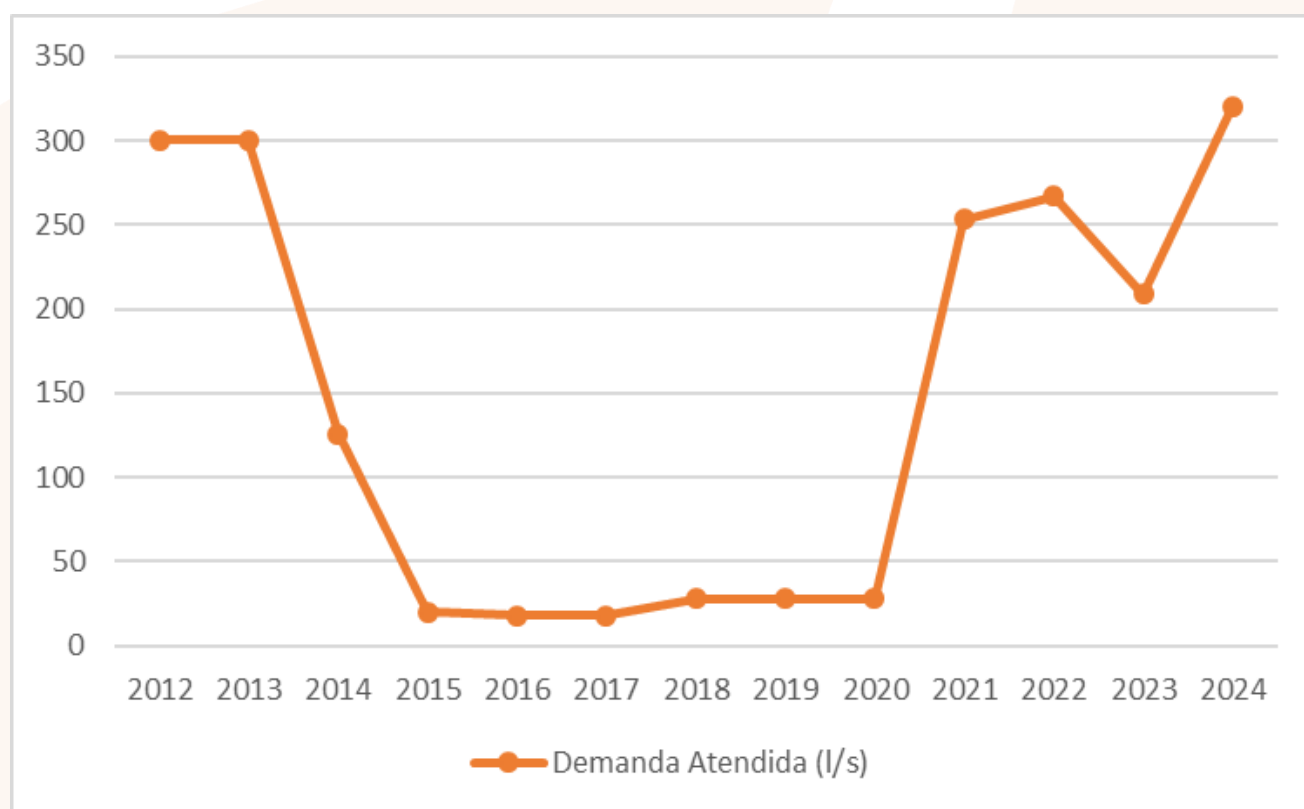
Figura 2.5 – Açude Riacho do Sangue



Fonte: Cogeh – Diagnóstico, 2021.

Com o cenário de seca que se desenhava, em 2014 a vazão liberada pelo Riacho do Sangue foi reduzida para 126 l/s, correspondendo a pouco mais de 40% das vazões de 300 l/s liberadas no biênio anterior. Essa vazão contemplava redução no abastecimento dos municípios de Jaguaretama e Solonópolis, bem como corte no atendimento dos usuários mais à jusante.

Figura 2.6 – Gráfico de variação anual de demandas atendidas pela liberação do Açude Riacho do Sangue



Fonte: Cogeh, 2024.

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

3.1 Percepções

As percepções dos atores sociais remetem a um longo período de vivências e experiências com as secas, manifesto nas memórias de quem hoje vive as aflições da longa seca, iniciada em 2015.

Falar de 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 de 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 se sente a seca. Nesse sentido, as percepções e memórias sobre a seca são dinâmicas, heterogêneas e seletivas. São marcadas pelas relações sócio naturais e históricas (SEIGERMAN; BASÍLIO; NELSON, 2021).

Ao se pensar sobre os percursos da seca, as marcas e memórias que deixa, busque-se compreender quais fatores são considerados como agravantes, que tempos e 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.

A abordagem dessas percepções considerou, além das memórias discutidas durante a realização do grupo focal com a Comissão Gestora do Riacho do sangue, a aplicação de questionário com 11 atores sociais presentes no grupo focal, realizado no dia 19 de dezembro de 2024. De acordo com os atores sociais ouvidos, a seca no hidrossistema iniciou-se em 2015, considerando-se três indicadores: as poucas chuvas, o rebaixamento dos volumes dos reservatórios e as perdas na agricultura e na pecuária.

A partir das falas dos atores, as percepções da seca no hidrossistema riacho do sangue são contempladas a seguir.

Um dos aspectos ressaltados nas falas dos atores locais diz respeito ao papel de políticas públicas destinadas à população que vive no campo, especialmente agricultores familiares, que exercem papel relevante na redução das vulnerabilidades às secas da população rural e na melhoria da qualidade de vida dessa população.

As experiências e percepções da seca estão intimamente relacionadas com as redes de apoio que as políticas com foco nessa população, que vive e pratica a agricultura e/ou a pecuária exercem. De acordo com os depoimentos dos atores locais, o que diferencia a seca do passado da seca atual seria exatamente o apoio das políticas mencionadas, as quais repercutem na redução da pobreza, no acesso à água e nos processos produtivos.

Ainda que a cisterna de placa possa ser utilizada como repositório da água do caminhão pipa, em várias situações, o fato de ter servido como depósito para a água joga um peso importante para lidar com a escassez hídrica relativa à seca,

quando muitas famílias não dispõem, sequer, de um depósito ou caixa d'água nas residências.

De acordo com os atores ouvidos, a seca no hidrossistema iniciou-se entre 2015 e 2018, quando as chuvas não foram suficientes para recarregar os reservatórios. Sendo o ano de 2018 o mais crítico quando o açude veio a secar. De acordo com um dos atores presentes no grupo focal realizado, os efeitos da seca são múltiplos. Dentre eles, a falta ou redução da produção de grãos e de leite, a dificuldade de manter os animais.

Quando a escassez hídrica adentra como elemento classificador da gravidade da seca, a percepção da escassez ganha diferentes tonalidades, em função da posição dos atores quanto à localização das fontes hídricas, aos tipos de uso e ao nível de dependência das fontes de água. Nesse sentido, situar-se à montante ou à jusante configura diferentes percepções e experiências com a escassez e com a seca. De acordo com os atores ouvidos, os usuários reclamam que os proprietários de terras, por onde a água passa, não fazem a limpeza do leito do riacho e não permitem que ninguém a faça, dificultando a chegada da água para as comunidades mais distantes. À medida que o reservatório tem seu espelho d'água reduzido, as águas tornam-se mais distantes e mais difíceis de serem acessadas pelas comunidades rurais abastecidas mais a jusante da bacia hidráulica do açude.

Os usos à jusante sentem mais fortemente a seca à medida em que a água liberada no leito do rio sofre algum tipo de interrupção, redução ou restrição. Logo, no hidrossistema em análise, as comunidades à montante do Riacho do Sangue sofreram fortemente os impactos da escassez de água. Como sofreram os irrigantes, os quais tiveram seus sistemas produtivos suspensos ou severamente reduzidos dada a necessidade de garantir a água para o consumo humano.

3.2 Impactos e vulnerabilidades relacionados à seca

Este tópico tem por finalidade descrever os impactos ocasionados pela seca - negativos ou positivos - e fundamentar a avaliação das vulnerabilidades

ocasionadas. A descrição foi sistematizada no quadro 3.1. Nele se podem observar os impactos citados pelos interlocutores e os usos da água afetados pela seca.

3.2.1 Impactos relacionado a seca

O Quadro 3.1 apresenta os impactos devidos à seca observados no hidrossistema Riacho do Sangue conforme manifestados pelos atores locais em oficina realizada em 19 de dezembro de 2024.

Quadro 3.1 - Impactos da seca no Hidrossistema Riacho do Sangue

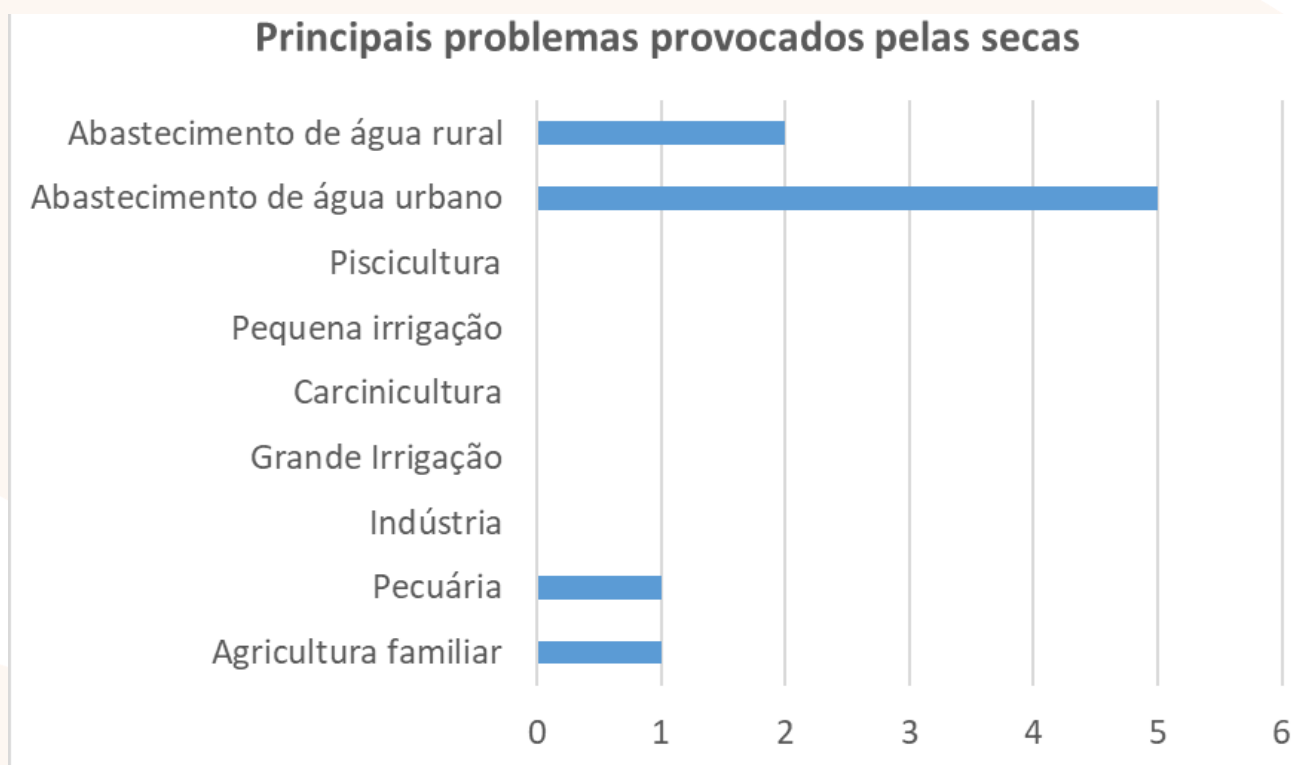
Tipos de Impactos	Impactos Observados
Provisão de Água	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Crise no abastecimento de água nas comunidades rurais e nas cidades de Solonópole e Jaguaretama; ✓ Falta de água para dessedentação animal; ✓ Interrupção do abastecimento de água para comunidades rurais; ✓ Baixa qualidade da água oferecida à população, seja de fonte superficial, subterrânea ou de caminhões pipa; ✓ Abastecimento de cisternas de captação de água de chuva com água do carro pipa; ✓ Oferta de água insuficiente para atender a todos os usos; ✓ Intensificação do uso de caminhões pipa nas áreas rurais; ✓ Dificuldades financeiras do SAAE de Solonópole para manutenção do sistema de abastecimento da cidade
Econômicos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Queda na produção agrícola; ✓ Redução e perda dos rebanhos; ✓ Queda na renda das famílias; ✓ Aumento da pobreza da população; ✓ Diminuição da produção de alimentos para a subsistência familiar (feijão, milho); ✓ Aumento do preço dos alimentos; ✓ Queda no preço do leite para o produtor rural; ✓ Aumento dos custos das famílias com a compra de água; ✓ Suspensão ou restrição da agricultura irrigada;
Sociais	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Consumo de água de baixa qualidade; ✓ Maior dificuldade de acesso à água; ✓ Aumento de doenças de veiculação hídrica; ✓ Comprometimento da saúde física e mental da população; ✓ Intensificação dos conflitos sociais relacionados aos usos da água; ✓ Perda na qualidade de vida da população; ✓ Aumento da pobreza; ✓ Maior participação do Comitê de Bacia nos conflitos relacionados às transferências hídricas; ✓ Agravamento da seca pelo enfraquecimento de políticas sociais; ✓ Aumento do cuidado com o uso da água (reduzir desperdícios);
Ambientais	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Redução dos estoques de água; ✓ Perda de cobertura vegetal e aumento da erosão; ✓ Aumento da exploração de areia ao longo do rio; ✓ Mortalidade de peixes; ✓ Aumento dos incêndios florestais; ✓ Compactação do solo; ✓ Disseminação da algaroba; ✓ Aumento das queimadas.

Fonte: Equipe IFCE/ FUNCAP Grupo Plano de Seca, 2025

Dentre os impactos observados, chama a atenção o comprometimento do abastecimento humano nas áreas urbanas e rurais. A escassez de água em quantidade e qualidade foi ressaltada pelos interlocutores como um dos principais impactos da seca.

Nesse quesito, o município de Solonópole, com população de 18.179 habitantes (IBGE, 2022) teve o abastecimento de água da sua sede e das comunidades rurais seriamente comprometido, não apenas pelo colapso de sua fonte principal (Açude Riacho do sangue), mas pelas condições infraestruturais precárias de tratamento da água e distribuição do Serviço Autônomo de Água e Esgoto - SAAE. Relatos dos usuários chamam atenção sobre a qualidade da água no tempo de seca – “A água chega à torneira na cor de lama, não tem condições de cozinhar com uma água dessa”. Já o município de Jaguaratama é atendido pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará- Cagece.

Figura 3.1 – Setores mais prejudicados



Fonte: Pesquisa realizada junto ao Grupo Focal do riacho do sangue pela Equipe IFCE/FUNCAP

Em caráter institucional, em resposta a estes impactos, as três principais medidas adotadas foram: reuniões com os usuários de água, ações de fiscalização e

acionamento de água. Quanto às ações de infraestrutura, as principais medidas foram transferências de água de outras bacias ou açudes, adutoras emergenciais, cisternas e perfuração de poços.

Outras ações também foram adotadas para minimizar os impactos negativos causados pela seca, como a construção de pequenos açudes, a instalação de dessalinizadores, a construção de barramentos de pedra e de barragens subterrâneas, a operação carro pipa, as campanhas de conscientização sobre a convivência com a seca, as reuniões informativas sobre a situação dos açudes.

Sobre essas ações implementadas, houve uma discussão sobre os impactos dos pequenos barramentos e os riscos potenciais de arrombamento das barragens em caso de chuvas mais fortes. Segundo foi dito, os pequenos barramentos podem colaborar para o assoreamento dos açudes maiores, causando mais impactos nos contextos de seca.

3.2.2 Vulnerabilidades

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.

Quanto ao hidrossistema Riacho do sangue, os atores locais destacaram os seguintes fatores e seus efeitos para ampliar as vulnerabilidades:

- **Processos de participação social nas decisões** - a vulnerabilidade mostra-se associada aos processos de participação social nas decisões sobre as medidas a serem adotadas no contexto de seca. Diante dos conflitos e disputas pela água, os espaços de deliberação públicos, como Comitê de Bacia Hidrográfica e Comissão Gestora, exercem um importante papel na publicitação das decisões, na mediação dos conflitos e no estabelecimento de regras e acordos coletivos e colaborativos. Desse modo, a partilha das águas escassas ganha em processos democráticos, reduzindo

interferências de ordem privada ou particular e reduzindo a vulnerabilidade à seca;

- **Qualidade de manutenção dos equipamentos hidromecânicos e infraestruturas hídricas** - o nível de vulnerabilidade também se relaciona com a qualidade dos equipamentos hidromecânicos e infraestruturas hídricas, como a condição de funcionamento de adutoras e sistemas de distribuição de água. Assim, esses equipamentos podem comprometer o abastecimento de água e os acordos definidos coletivamente, ampliando a vulnerabilidade à seca;
- **Diversificação de fontes hídricas e melhoramento de atividades produtivas** - os atores e atividades econômicas apresentam menor sensibilidade à seca diante da diversificação de fontes hídricas e de incentivo aos processos produtivos, em consonância com as características climáticas e ambientais da região. Ou seja, a adaptação é um elemento essencial na redução das vulnerabilidades à seca, ensejando a necessidade de políticas e processos de articulação que fortaleçam tais adaptações.

3.3 Conflitos Sociais Relativos à Seca no Hidrossistema Riacho do Sangue

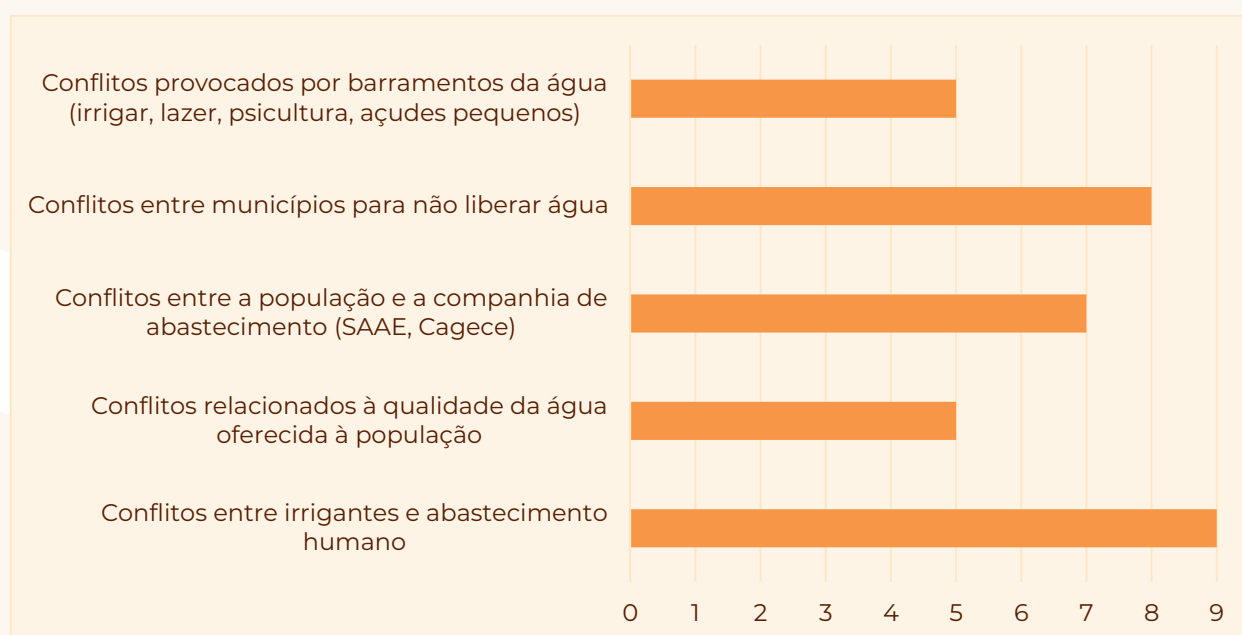
Para os fins deste documento, os conflitos são compreendidos não como desvios ou excepcionalidades das relações humanas, mas como elementos que conformam essas relações (SIMMEL, 1983). De acordo com Silva, Aquino e Souza Filho,

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)

Seguindo-se essa 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, ou seja, não é naturalmente esperado que emerjam conflitos por se estar numa condição de seca. No caso em estudo, 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. Porém, o conflito de maior repercussão ocorrido no hidrossistema não se explica, apenas, pelo aspecto da escassez, mas pela resposta dada à escassez, conforme se discutirá em breve.

Para os atores sociais que responderam ao questionário, os três principais conflitos vividos durante a seca no hidrossistema foram: i. conflitos entre irrigação e abastecimento humano (83,3% dos respondentes marcaram este item); ii. conflitos provocados por barramentos de água (83,3% dos respondentes marcaram este item); iii. conflitos entre a população e a companhia de abastecimento (72,2% dos respondentes marcaram este item). O gráfico da Figura 3.2 apresenta as respostas ao questionário sobre quais seriam os principais conflitos vividos durante a seca.

Figura 3.2 – Principais conflitos relacionados à água no hidrossistema Riacho do Sangue no contexto da seca



Fonte: Pesquisa direta com a Comissão Gestora do Açude Riacho do Sangue, dezembro de 2024.

3.4 Principais Conflitos e Problemas Relacionados

3.4.1 Relatos sobre conflitos pelo uso

Tanto nas atas das reuniões do Comitê de Bacias, quanto nas oficinas realizadas, os conflitos descritos foram os seguintes:

- **Denúncias sobre aumento do número de irrigantes:** foram apresentadas listagens de irrigantes no Município de Jaguaretama. Segundo relatos, boa parte dessas captações eram realizadas de maneira irregular.
- **Denúncia sobre barramentos irregulares:** foram relatados barramentos irregulares ao longo da calha do Rio Riacho do Sangue, o que afetou de maneira grave o abastecimento do Município de Jaguaretama, uma vez que a captação somente se torna viável com o rio a determinada cota, o que só se torna possível com liberações de grandes vazões. Dentre as discussões, foram solicitadas pelo SAAE, responsável pela distribuição de água em Jaguaretama, audiências entre COGERH e a promotoria pública, visando inclusive punição aos responsáveis pelos barramentos irregulares.
- **Racionamento:** a comunidade expressou a necessidade de se fazer racionamento de água, ao perceber o agravamento do quadro de seca.
- **Retirada de motobombas por ordem judicial:** em meados de janeiro de 2014, foi expedida ordem judicial para retirada das motobombas que realizavam captação ao longo do rio para irrigação. O episódio contou inclusive com escolta da polícia militar para cumprimento do mandado judicial.
- **Baixa qualidade da água:** foi relatado que ao longo do período de seca a qualidade da água fornecida era tão baixa que se tornava difícil de ser tratada. Houve relatos sobre denúncias de atividades de pesca agravarem este problema relacionado à baixa qualidade da água.
- **Atividade de carcinicultura:** foram relatadas atividades de carcinicultura, a qual consome grandes quantidades de água, e cobranças à COGERH quanto às providências de fiscalização para coibir tal atividade.

- **Poços com água de baixa qualidade:** segundo os atores, a tentativa de aplacar a falta de abastecimento com a construção de poços profundos foi frustrada pela alta salinidade da água proveniente destes poços associada à falta de equipamentos (dessalinizadores) para tratá-la.

3.4.2 Relatos sobre uso e ocupação irregular da APP

A querela mais frequente apresentada tanto nas atas de reuniões do Comitê de Bacia, quanto nas oficinas realizadas, relaciona-se à ocupação irregular da área de preservação permanente do Rio Riacho do Sangue. Foram várias as denúncias de obras irregulares de passagens molhadas, pequenos barramentos para acumulação de água que possibilitasse irrigação, atividades relacionadas a reciclagem de lixo que possivelmente acarreta poluição da água, dentre outros.

Foi alertado também sobre o impacto dessas atividades sobre a mata ciliar, estando esse problema também relacionado a um processo de desertificação, o qual já foi observado na região da bacia do Jaguaribe. A remoção da cobertura vegetal nativa expõe o solo à erosão hídrica, contribuindo para a degradação do solo e acelerando o processo de desertificação.

Na primeira oficina, dois dos participantes solicitaram voos de drone ao longo do rio para que fossem constatadas as denúncias e para que os registros constassem nos documentos necessários à construção deste Plano de Seca. A solicitação foi atendida pelos técnicos da COGERH que integram o Grupo Focal. Da Figura 3.3 à Figura 3.7 são apresentadas algumas das imagens levantadas que ilustram os relatos apresentados nesta seção.

Figura 3.3 - Imagem de drone destacando atividade de reciclagem de lixo às margens do rio Riacho do Sangue.



Fonte: COGERH, 2025

Figura 3.4 - Imagem de drone destacando obstruções na calha do rio e impacto sobre mata ciliar.



Fonte: COGERH, 2025

Figura 3.5 - Imagem de drone destacando estrutura construída dentro da calha do rio.



Fonte: COGERH, 2025

Figura 3.6 - Imagem de drone destacando possível construção irregular de passagem molhada.



Fonte: COGERH, 2025

Figura 3.7 - Imagem de drone destacando processos erosivos.



Fonte: COGERH, 2025

Diante dos resultados obtidos pelo levantamento, suscitou-se uma reflexão sobre a necessidade de se realizar a fiscalização ao longo da calha do rio quanto as condições materiais de se fazê-la, uma vez que esta atividade requer respaldo social e institucional

3.5 A Perspectiva quanto à Chegada do Malha d'Água

Em todas as etapas do processo de discussão para a construção do Plano de Secas do Hidrossistema Riacho do Sangue foi solicitado que se colocasse em perspectiva o início da operação do Projeto Malha D'água², com o qual se realizará o abastecimento dos municípios de Solonópole e Jaguaratama, tendo como manancial principal o Açude Banabuiú.

Reiteradamente foi explanado que esse novo panorama altera a configuração do hidrossistema, fazendo com que as partes a serem atendidas por esta nova infraestrutura hídrica passem a integrar o hidrossistema do Açude Banabuiú, alterando, inclusive, atores e âmbitos envolvidos nos processos de gestão e operação.

Assim, frisa-se que, ao entrar em operação, o Malha d'Água surgirá como novo elemento a ser considerado para a construção do próximo plano de secas, visto que este foi elaborado vislumbrando o período de seca que assolou o Estado do Ceará na segunda década deste século, período este que ainda não contava com esta infraestrutura.

² Projeto do Governo do Estado que visa evitar a liberação de água bruta no leito dos rios, para abastecimento urbano, conduzindo-a já tratada via adutoras. Esse projeto tem o intuito de evitar o desperdício de água e está em fase de implementação. De acordo com o site oficial do projeto, "A proposta é adensar a rede de adutoras, considerando todos os centros urbanos do Estado, com captação realizada, diretamente, nos mananciais com maior garantia hídrica e implantação das ETAs junto a estes reservatórios para posterior adução aos núcleos urbanos integrados ao sistema." (Fonte: <https://www.srh.ce.gov.br/projeto-malha-dagua/>)

4. Cenarização e Estados de Seca

A definição dos estados de seca é uma etapa crucial na elaboração de um plano eficaz de convivência com a seca. Essa definição permite associar cada estado de seca a zonas de acumulação do reservatório, o que permite a tomada de medidas para mitigar os impactos da seca.

Para tanto, foi pensada uma metodologia que permitisse aos atores sociais compreenderem os conceitos e a implementação de um planejamento para as secas, denominada Seca em Jogo. Além desse instrumento lúdico, para garantir que os estados de seca fossem definidos de forma adequada, foi necessário utilizar uma metodologia que incorporasse as preferências dos usuários e gestores de água do Hidrossistema, conforme se verá na sequência do texto.

4.1 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., 20199). 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 da apropriação.

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 uma ferramenta capaz de aumentar o engajamento e facilitar a transmissão de conhecimento de uma forma compreensível e divertida.

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 este treinamento os pesquisadores da Funceme foram introduzidos aos conceitos de jogos sérios, suas aplicações e foram convidados a criar um jogo sério. “Seca em Jogo” é uma melhoria desta versão inicial e foi adaptado às necessidades do desenvolvimento de planos de gestão proativa de seca.

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 consequências 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 (seja grupo focal ou comissão gestora) para a escolha dos estados de seca, definição dos cenários e para a construção do plano de ações. Na segunda oficina realizada com a Comissão Gestora, no dia 09 de janeiro de 2025, foi aplicado o Seca em Jogo. A Figura 4.1 apresenta registro fotográfico de um dos momentos de aplicação do jogo.

Figura 4.1 - Aplicação do Seca em Jogo com a Comissão Gestora do Sistema Riacho do Sangue



Fonte: Equipe Plano de Secas - Funcap, IFCE, 2025

Após aplicação do jogo, foram respondidas algumas questões para refletir. Na primeira pergunta do questionário foi indagado sobre o maior desafio para garantir água durante o jogo, os atores responderam que tiveram dificuldade em se ajustar ao baixo aporte do reservatório, à mal distribuição de água, pois alguns ficaram com uma quantidade maior que em outras regiões.

Sobre a participação no planejamento de ações de forma colaborativa e com antecedência, foi relatado como pode ser complicado trabalhar em conjunto sobre determinado assunto (seca), mas é fundamental e muito proveitoso para enfrentamentos de situações diversas.

Em relação a se o nível de água do açude foi um bom indicador para definir os estados da seca, os atores afirmaram que foi essencial, pois trouxe organização e conseqüentemente conseguiram se prevenir para os cenários mais graves.

Com relação a se os níveis de alerta definidos foram adequados para garantir as demandas de água e manter a produção, os atores acreditam que sim, pois os níveis ficaram bem confortáveis, ao final da segunda rodada do jogo, na qual são aplicadas as restrições de uso.

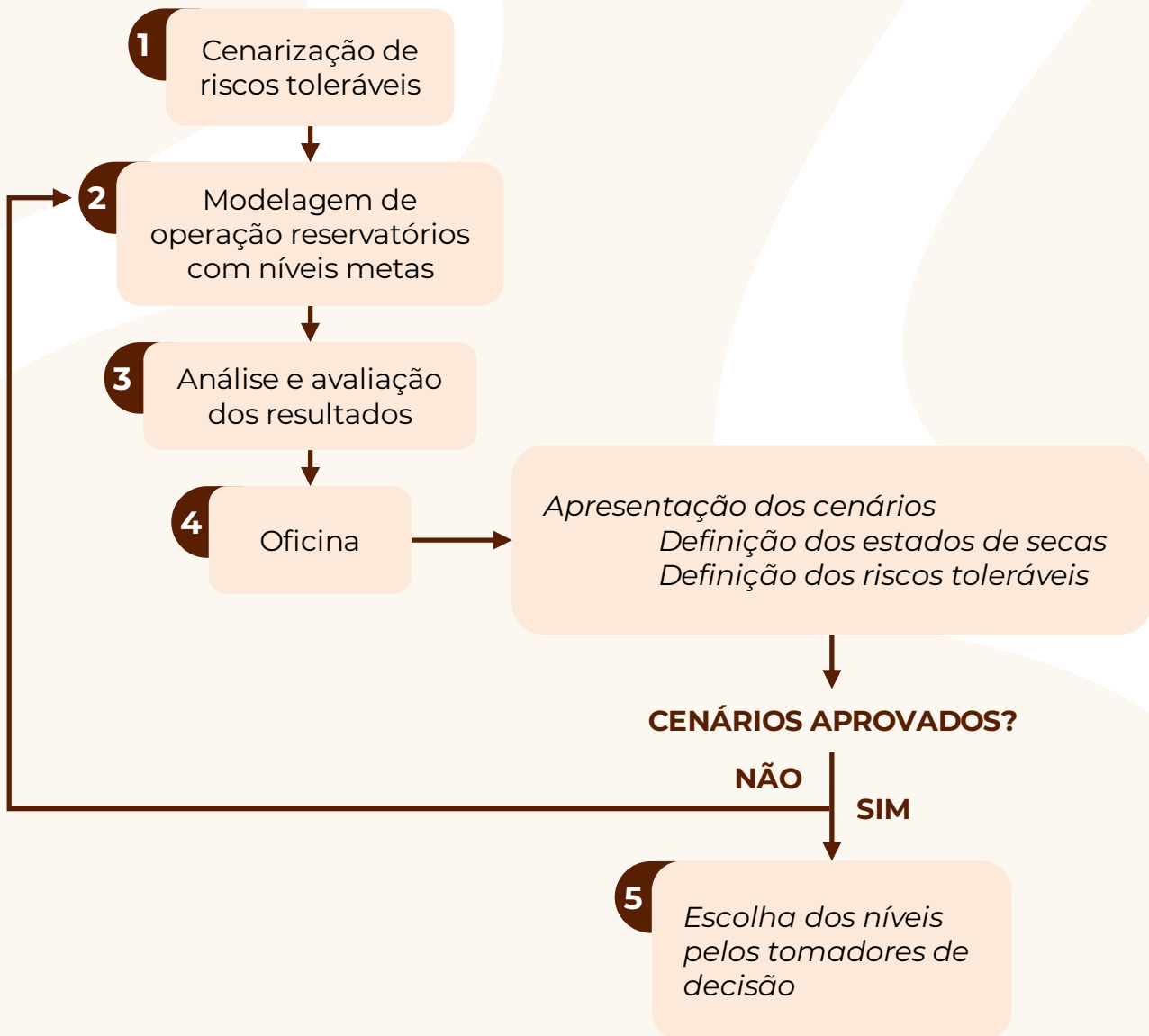
A última pergunta foi se a cooperação entre os jogadores e o planejamento prévio poderiam ajudar a manter a açude com água por mais tempo, os atores expressaram suas visões de maneira consciente, relatando que durante o jogo foi observado que se as partes interessadas apresentarem boa comunicação e de forma direta, haverá um melhor desempenho em relação às demandas de água.

Em resumo, os atores entenderam que se houver cooperação e uma comunicação funcional, os problemas em questão das demandas de água serão resolvidos de forma que venha a satisfazer as partes interessadas.

4.2 Estados e Gatilhos de Ações

O esquema apresentado na Figura 4.2 demonstra a metodologia para identificação e discussão das preferências dos usuários, expressas em valores de riscos toleráveis, que serão utilizados como entradas de um modelo de otimização da operação de reservatórios e que resultarão em curvas guias (ou níveis metas). Essas curvas funcionarão como gatilhos para acionar medidas de mitigação aos impactos da seca. Diferentes valores de retiradas do reservatório serão simulados, e, a partir deles, diferentes curvas serão calculadas, formando assim os diferentes cenários de atendimento do reservatório que serão apresentados e discutidos em conjunto com os tomadores de decisão, ou seja, a comissão responsável pela construção do plano.

Figura 4.2 - Esquema metodológico para escolha dos níveis metas que funcionarão como gatilhos dos estados de secas do hidrossistema



Fonte: Equipe UFC/Funcap - Planos de Secas

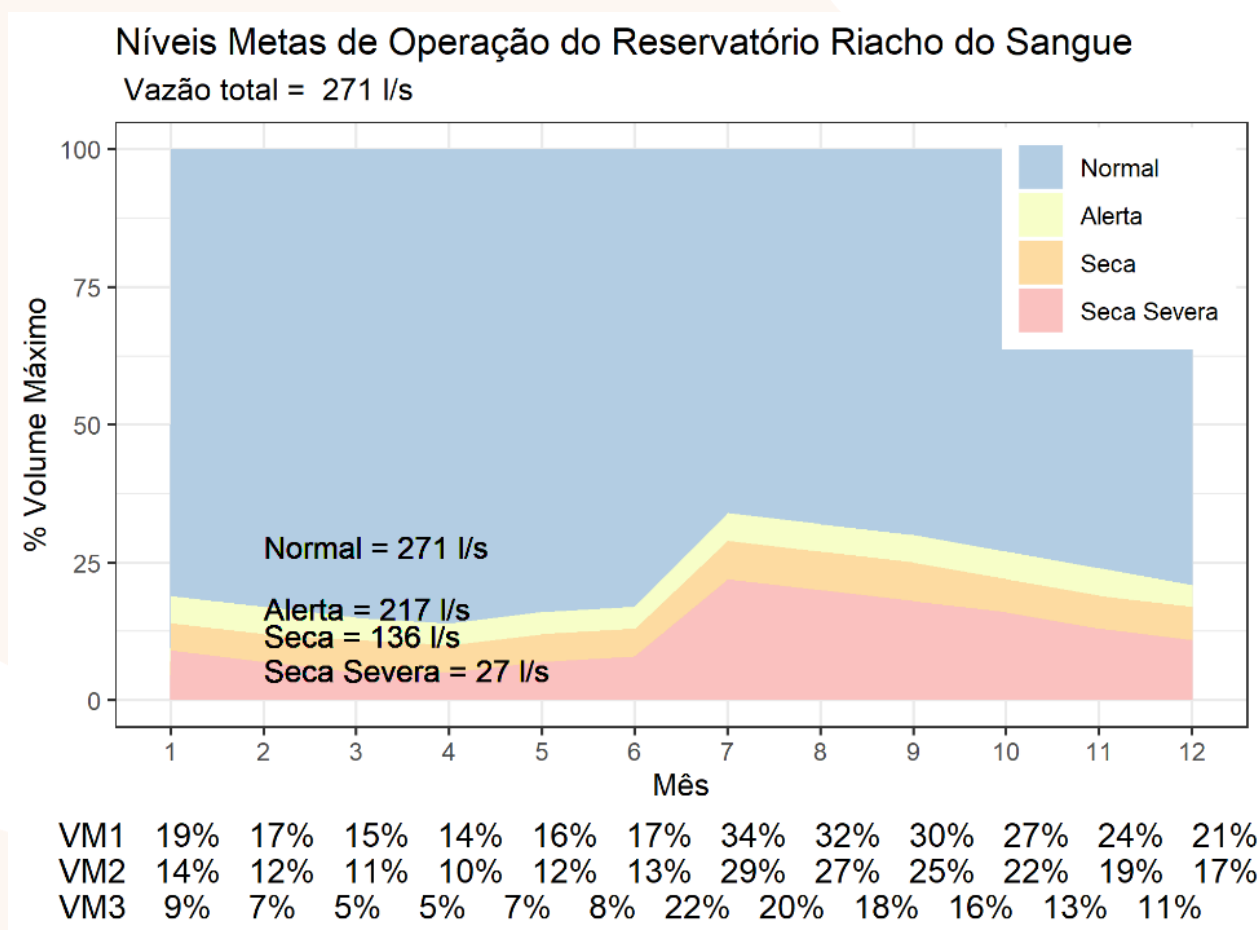
Com o objetivo de tornar o processo de tomada de decisão mais simples, foi combinado um conjunto de valores de tempos de permanência com valores de contingência ou racionamento, a fim de criar um cenário de referência que apresente limites aceitáveis. A partir dessa combinação, calculamos valores máximos de liberação do reservatório durante o estado Normal, e apresentamos diferentes configurações de curvas guias de operação do reservatório.

Em resumo, os tempos de permanência foram escolhidos para permitir que o hidrossistema permaneça mais tempo em estados de secas menos graves, como

Normal e Alerta. Quanto aos valores de racionamento/contingência, é aplicado um racionamento de 20% para a demanda do Tipo II já no estado de Alerta (atendimento de 80% da demanda no estado Normal). Nos estados de Seca e Seca severa, o atendimento a este tipo de demanda é completamente suspenso.

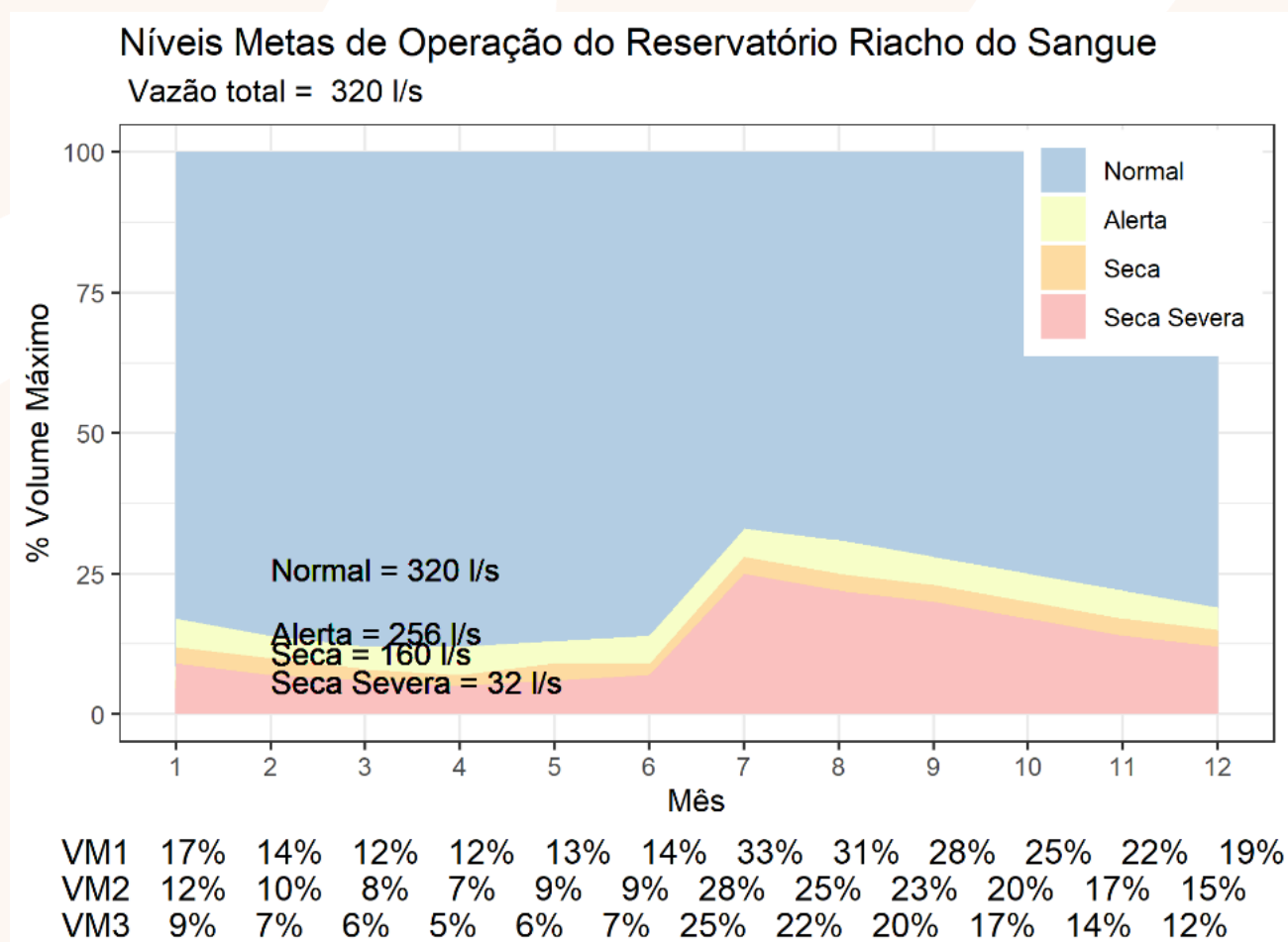
O modelo de otimização utilizado resulta em várias soluções para os mesmos valores de garantias requeridas. Nas figuras 4.3 e 4.4 apresentamos dois desses resultados. Eles se diferenciam pelos valores dos níveis e liberações em cada estado de seca. Esses resultados foram apresentados à Comissão Gestora em um encontro no dia 23/01/2025.

Figura 4.3 – Níveis metas de operação do Reservatório Riacho do Sangue para o Cenário 1, com liberação de 271 l/s. Destaque para as porcentagens no mês de julho



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 4.4 - Níveis metas de operação do Reservatório Riacho do Sangue para o Cenário 1, com liberação de 271 l/s. Destaque para as porcentagens no mês de julho



Fonte: Elaborado pelo autor.

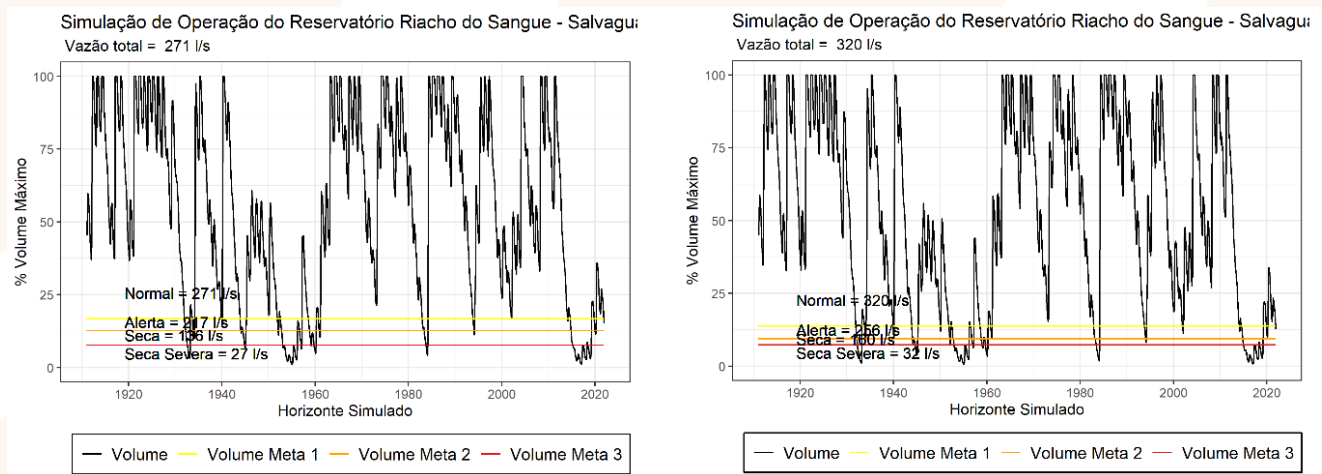
Os cenários se diferenciam quanto aos valores de porcentagem que acionam os estados de seca, tendo valores de níveis mais baixos quanto maior forem as liberações. Ressaltamos que os níveis mudam de acordo com o mês, tendo o mês de julho os valores com maiores acumulações para decretar a mudança do estado de seca. 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 março, por exemplo, onde temos o início da quadra chuvosa com aumento da acumulação das reservas hídricas.

Os cenários apresentados variam conforme os percentuais de volume que determinam os estados de seca, além das liberações em cada um dos níveis, sendo que esses valores percentuais são menores à medida que as liberações aumentam. É importante destacar que os níveis que indicam a mudança de estado de seca mudam conforme o mês. Por exemplo, em julho, os valores de acúmulo necessários para declarar um estado de seca são mais elevados. Isso indica que, ao final da estação chuvosa, espera-se que os reservatórios tenham acúmulos mais significativos de água que nos outros meses do ano. Em contrapartida, no mês de março, pouco tempo após início da estação chuvosa, observamos o começo do aumento no volume dos reservatórios, e conseqüentemente, volumes esperados de acumulação mais baixos. Por fim, destacamos que as garantias de atendimento são as mesmas para os dois cenários.

A Figura 4.5 ilustra a simulação do comportamento do reservatório para cada um dos cenários discutidos. Nessa 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 retiradas em cada estado. Embora ambos os cenários ofereçam a mesma garantia em termos de níveis, ou seja, mantém o reservatório nos mesmos estados de seca por períodos semelhantes, eles diferem significativamente no comportamento do volume de água.

No cenário 2, onde os valores de água alocáveis são maiores, o reservatório chega a volumes mais baixos. Isso implica um maior risco de que o reservatório seque completamente, caso ocorram secas mais frequentes ou mais longas do que as registradas anteriormente. Por outro lado, no cenário 1, os valores mínimos de acumulação apresentam maior magnitude, embora a diferença não seja tão grande.

Figura 4.5 - Simulação da acumulação do reservatório Riacho do Sangue para os dois cenários propostos

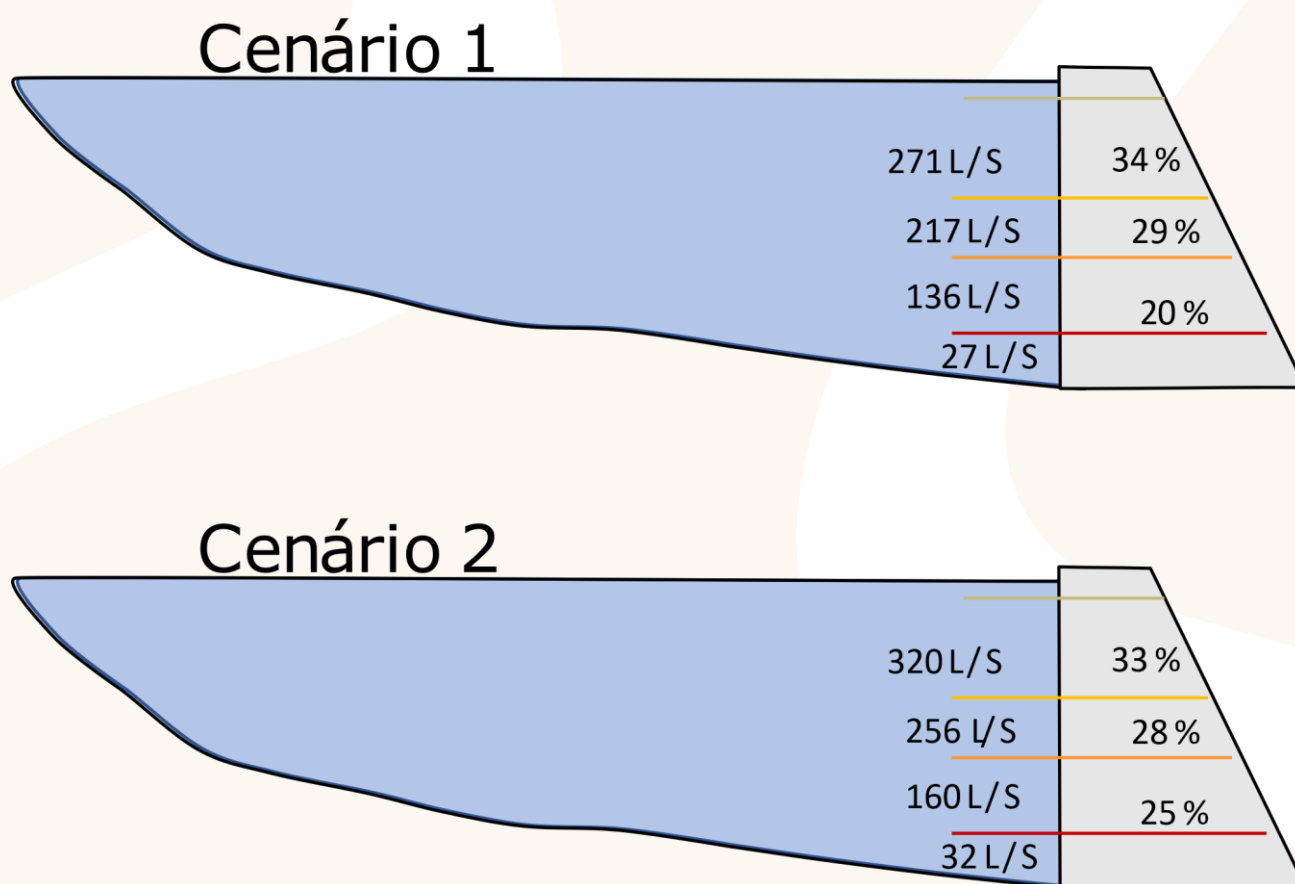


4.3 Cenário Escolhido

Na oficina realizada no 23 de janeiro 2025, contando com a presença da Comissão Gestora do hidrossistema Riacho do Sangue, foram apresentados os dois cenários para definição dos níveis de alerta e, conseqüentemente, das vazões de capacidade de atendimento máxima por estado de seca (Figura 4.6). Essa capacidade de atendimento máxima é similar ao parâmetro de alocação máximo apresentado nas reuniões de alocação. Esses valores foram calculados buscando minimizar o risco de o reservatório secar no longo prazo, servindo para auxiliar na tomada de decisão do comitê durante as reuniões de alocação.

Os níveis meta determinam o momento em que um estado de seca muda para outro, servindo de gatilho para as ações proativas previstas neste plano. Cada cenário apresenta diferentes níveis meta, quanto mais conservador o cenário, ou seja, menor a vazão de capacidade de atendimento máxima em cada estado de seca, mais alto serão os níveis meta. Nesse sentido, o cenário 1 apresenta os níveis meta, no mês de julho, de 34 %, 29% e 20%, sendo o cenário mais conservador e apresentando vazão máxima no nível normal de 270 l/s. Já o cenário 2 apresenta os níveis de 33%, 28% e 25%, apresentando como vazão máxima no nível normal de 320 l/s.

Figura 4.6 - Cenários apresentados para definição dos níveis dos estados de seca



Os níveis meta apresentados são referentes ao nível no mês de julho, que é o mês próximo em que se discutem as vazões de alocação médias nos meses seguintes. Os valores foram aproximados para facilitar a compreensão da otimização matemática realizada na metodologia de escolha destes níveis

4.3.1 Processo de tomada de decisão da escolha do cenário

A consciência de que não há como combater este fenômeno foi norteador para que os indivíduos entendessem a importância de aprender a conviver com a seca, e para tal, há um entendimento coletivo que as deliberações determinadas pelo Comitê de Bacia, que são baseadas em dados técnicos das simulações feitas pela COGERH, e os prognósticos da FUNCEME, se apresentam como parâmetros essenciais para tomadas de decisões com mais precisão e segurança.

Ainda que não exista a possibilidade de controlar a densidade das chuvas, os interlocutores compreendem que o gerenciamento das liberações de água, por

exemplo, é uma estratégia que reduz diretamente os impactos de uma seca. Esse planejamento permite o acompanhamento contínuo do reservatório e a aplicação de métodos para que seja reduzida a crise no abastecimento dos diversos usos.

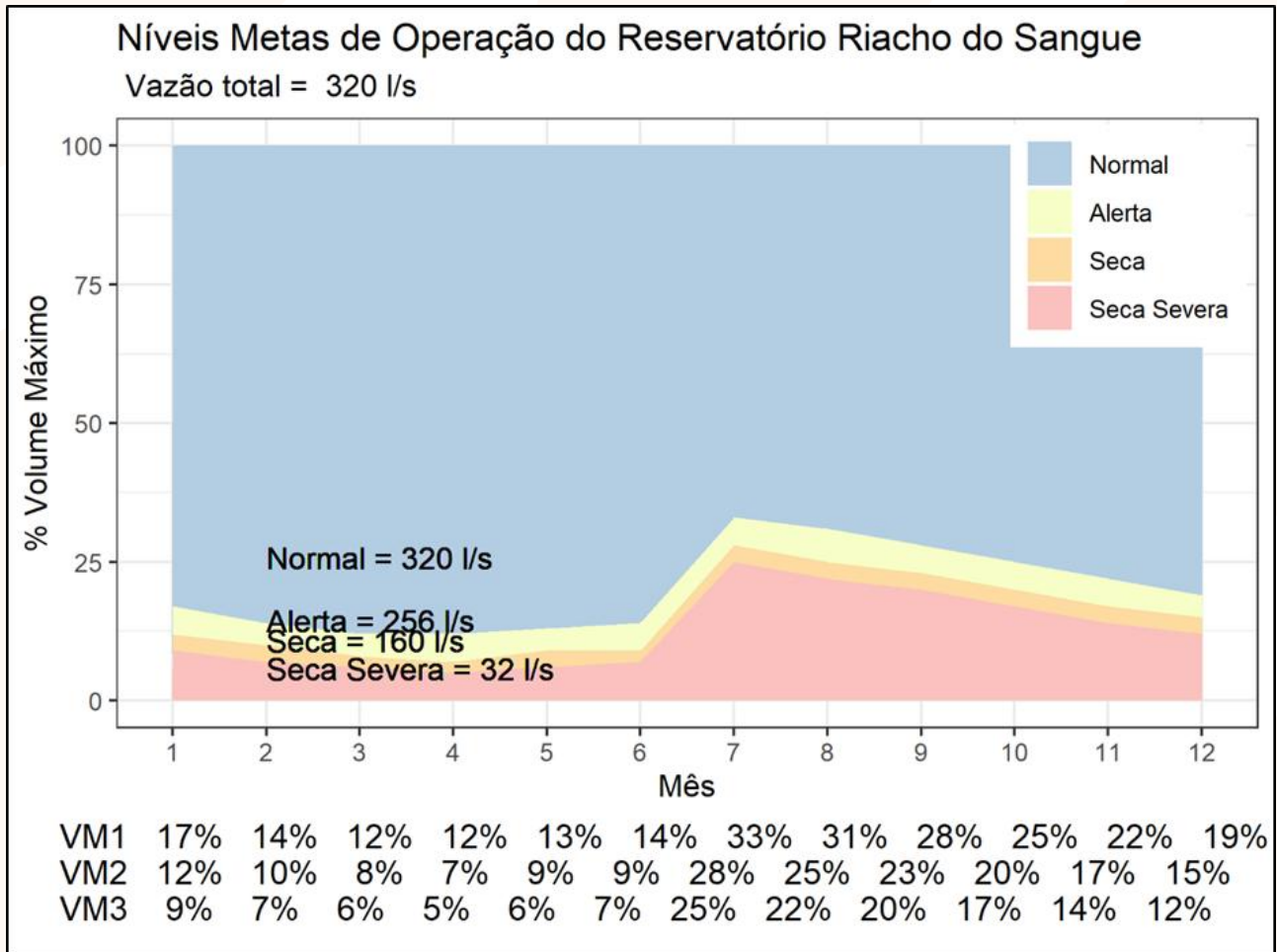
Expostos os cenários para os presentes, a equipe do projeto destacou a necessidade de os participantes compreenderem minuciosamente o que foi apresentado, uma vez que a decisão tomada por eles deve ser realizada de modo consciente para que tenham clareza e autonomia no processo de escolha. Logo, cada cenário foi detalhado, explicitando suas variações em níveis, vazões e estados de seca.

O coletivo decidiu, de forma unânime, pela escolha do cenário 2, considerando-o mais adequado para a operação do sistema hídrico. Essa decisão reflete a necessidade de manter uma vazão suficiente na calha do rio para garantir o abastecimento do Município de Jaguaratama. No entanto, é importante destacar que o cenário escolhido não atende plenamente à demanda alocada na última reunião, que foi de 320 litros por segundo. Portanto, será necessário ajustar os valores alocáveis nas próximas reuniões para assegurar a validade no planejamento realizado.

4.3.2 Representação matemática do cenário escolhido

A Figura 4.7 apresenta as curvas guia com os valores matemáticos originais otimizados pelo algoritmo. Nos meses de julho, após o fim da quadra chuvosa cearense, é esperado que os reservatórios tenham valores de acumulação maiores que nos meses de janeiro, devido à recarga proporcionada pelas chuvas no primeiro semestre, e por isso, os níveis meta neste mês são maiores que em janeiro, por exemplo.

Figura 4.7 - Curvas guia mostrando os níveis meta e as vazões de capacidade de atendimento máxima para cada estado de seca no Cenário 2, escolhido. Os Volumes Meta (VM) 1, 2 e 3 funcionam como gatilhos para definição do estado de seca mês a mês



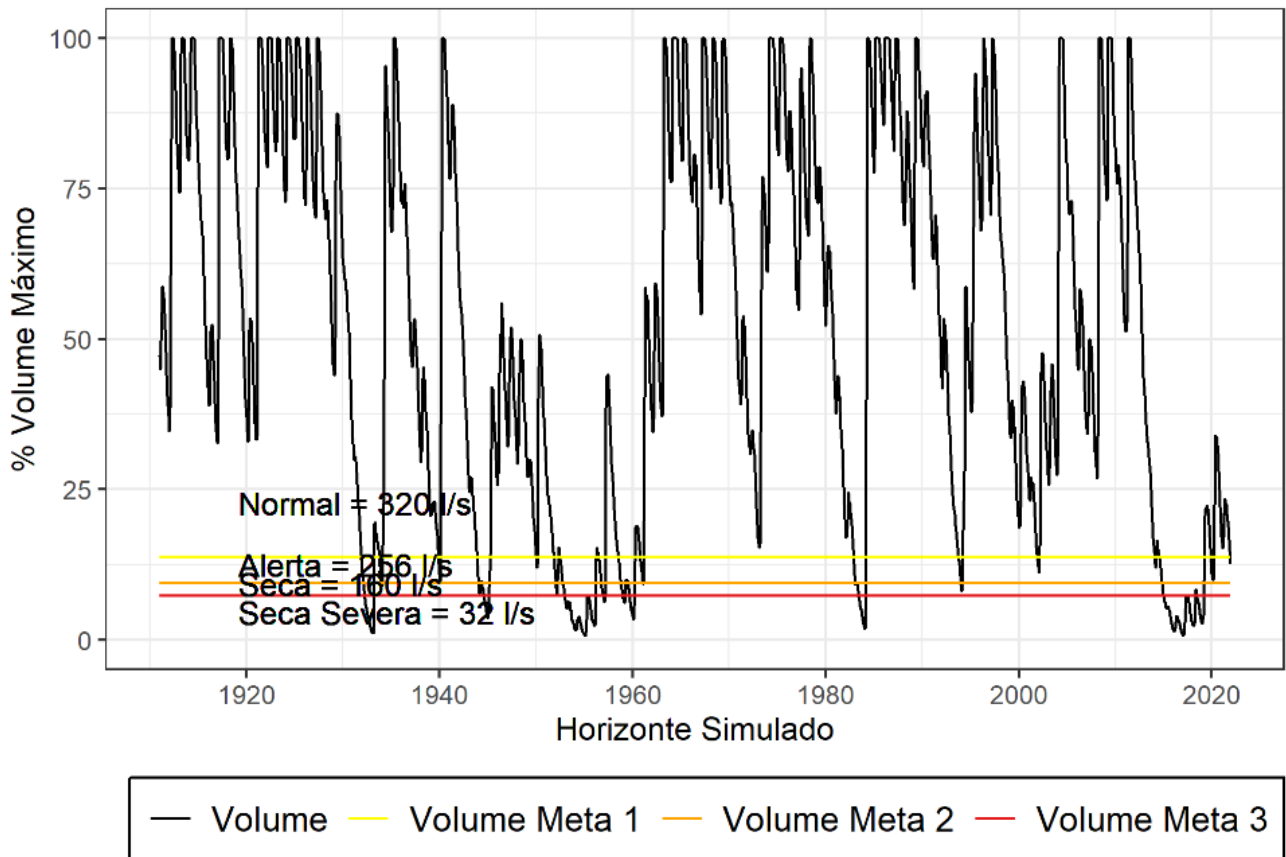
Fonte: Elaborado pelo autor.

O cálculo destes níveis meta baseia-se no tempo de permanência em cada estado de seca, considerando as vazões adotadas. Assim, apresenta a simulação da operação do hidrossistema Riacho do Sangue considerando as vazões em cada um dos estados de seca definidos.

Figura 4.8 - Simulação da operação do Hidrossistema Riacho do Sangue entre 1911 – 2021, considerando os níveis meta e as vazões de capacidade de atendimento máximas para cada estado de seca

Simulação de Operação do Reservatório Riacho do Sangue - Salvaguarda

Vazão total = 320 l/s



5. Plano de Ação

O Plano de Ações consiste no conjunto de medidas a serem mobilizadas de acordo com a dinâmica da seca, ou seja, pensa um conjunto de ações que antecedem a seca e acompanham o seu avanço. Cada estado de seca, ou nível, dispara um conjunto de ações a serem implementadas. Nesse sentido, o plano de ações configura um elemento essencial do planejamento proativo de secas, definindo ações, de modo a orientar os atores nas respostas necessárias ao contexto de seca.

O plano pensa ações antes mesmo que a seca manifeste seus efeitos e sinais, contribuindo para reduzir as vulnerabilidades e fortalecer os processos adaptativos. Para a sua elaboração os atores são divididos em grupos, conforme os tipos de impactos identificados no diagnóstico. Cada grupo prioriza os problemas mais graves a serem contemplados no plano de ação, definindo ações para cada problema. As ações são, assim, pensadas nos grupos, que, na sequência, as apresentam aos demais. Essas ações podem ser modificadas, excluídas ou novas ações podem ser sugeridas pela plenária ao longo das apresentações dos grupos, de modo que o plano seja, de fato, um trabalho coletivamente construído.

O plano de ação do Hidrossistema Riacho do Sangue foi elaborado durante a 2ª Oficina, realizada no dia 14 de janeiro de 2025. A metodologia apresentada acima seguiu uma classificação das ações segundo as seguintes categorias:

- **Medidas preventivas:** ações que se destinam a evitar os impactos negativos de uma seca e são implementadas em caráter de avaliação sistemática;
- **Medidas normativas/ institucionais:** incluem as ações de natureza interna das instituições responsáveis pela gestão e operação e pelo abastecimento público, bem como a integração dessas instituições e das entidades com competência para lidar com a seca. Essas medidas devem ser tomadas em consonância com o quadro legal e normativo de gestão dos recursos hídricos;

- **Medidas econômicas e sociais:** medidas que podem reduzir a demanda hídrica, os impactos econômicos da seca e que assegurem uma informação adequada e útil aos consumidores/usuários de água;
- **Medidas ambientais:** Essas medidas têm o intuito de reduzir os impactos ambientais significativos decorrentes do uso dos recursos hídricos e das práticas e atividades com potencial de provocar impactos ambientais que tornem mais graves os efeitos de uma seca;
- **Medidas de expansão e melhoria da infraestrutura e da disponibilidade hídrica:** Ações para aumentar a disponibilidade hídrica do hidrossistema e que devem ser implementadas em acordo com os gestores públicos;
- **Medidas de gestão e operação do sistema:** Ações que visam o cumprimento dos objetivos estabelecidos para cada fase de seca;
- **Medidas de monitoramento:** Essas medidas devem buscar desenvolver indicadores para avaliar a situação de seca;
- **Medidas de gestão e planejamento:** Ações úteis para a efetiva preparação dos planos, projetos ou campanhas para gerenciar secas de maior gravidade;
- **Medidas destinadas a outros setores:** Ações direcionadas a outros setores afetados pelas secas.

Além da divisão das ações entre as classes supracitadas, foi assinalado, junto aos atores participantes dos diferentes momentos, em qual(uais) estado(s) de seca cada ação deveria ser aplicada: Normal, Alerta, Seca. Vale destacar que cada ação pode ser aplicada em um, dois ou três ou até mesmo nos três estados de seca. Em seguida, foram estabelecidas as instituições e/ou grupo de atores que são indicados como responsáveis pela aplicação das ações.

Por fim, as ações elaboradas para preparação, mitigação e respostas às secas no Hidrossistema Riacho do Sangue, doravante denominado Plano de Ações do Hidrossistema Riacho do Sangue, são apresentadas no . Cada Tabela assinala o período que cada ação deverá ser aplicada, baseando-se no estado de seca, definido de acordo com os níveis de seca. O Plano de Ações apresenta os

problemas identificados (Coluna 1, “Problemas”), as ações a serem implementadas (Coluna 2, “Ação”), com uma breve descrição e os atores a serem envolvidos no processo (Coluna 3, “Responsáveis”).

Figura 5.1 – Elaboração do Plano de Ação do Hidrossistema



Fonte: Grupo Focal, 2025.

Figura 5.2 - Elaboração do Plano de Ação do Hidrossistema



Fonte: Grupo Focal, 2025.

Quadro 5.1 - Plano de Ações para o Hidrossistema Riacho do Sangue, durante o Estado Normal

PROBLEMAS	AÇÃO	DESCRIÇÃO DA AÇÃO	RESPONSÁVEIS	CLASSE DE AÇÃO
Responsabilidade no uso da água	Limpeza no canal	Limpeza periódica do canal, promovendo a recuperação da mata ciliar.	Produtores	Medida Ambiental e Medida Operacional
União dos usuários nas reuniões dos órgãos administradores	Participação: poder público	Representantes de Jaguaretama mais atuantes nas discussões.	Usuários e Poder Público	Medida Social
Canal obstruído	Limpeza no canal	Limpeza periódica do canal, promovendo a recuperação da mata ciliar.	Ribeirinhos, Prefeitura, Sindicatos, COGERH/SRH, MP	Medida Ambiental e Medida Operacional
Captação irregular no Riacho do Sangue	Fiscalização do trecho	Realizar fiscalização no trecho do rio a jusante do açude.	COGERH/SRH, MP (Ministério Público), Prefeituras	Medida Operacional
Baixa vazão, prejudicando o abastecimento de Jaguaretama	Instalação de AMR no trecho	Solicitar estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental para implantação de AMR.	COGERH/SRH, Governo Estadual, Cagece, Prefeituras	Medida de Gestão

Quadro 5.2 - Plano de Ações para o Hidrossistema Riacho do Sangue, durante o Estado de Alerta

PROBLEMAS	AÇÃO	DESCRIÇÃO DA AÇÃO	RESPONSÁVEIS	CLASSE DE AÇÃO
Captação irregular	Fiscalização no trecho e campanha de conscientização	Realizar fiscalização no trecho do rio a jusante do açude e campanhas socioeducativas.	Ribeirinhos, Prefeitura, Sindicatos, COGERH/SRH, MP	Medida Preventiva
Canal obstruído	Limpeza no canal e fiscalização no trecho	Limpeza periódica do canal, promovendo a recuperação da mata ciliar.	COGERH/SRH, Prefeitura, Sindicatos, Câmara municipal, rádio local, MP	Medida Operacional
Baixa vazão, prejudicando o abastecimento de Jaguaretama	Instalação de AMR no trecho, reuniões com órgãos administradores e usuários	Solicitar estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental para implantação de AMR.	COGERH/SRH, Governo Estadual, Comitês de Bacia Hidrográfica	Medida de Gestão
Aumento de conflitos entre Solonópole e Jaguaretama	Cadastro dos usuários e racionamento	Realizar cadastramento de usuários de Jaguaretama para melhorar o controle sobre a demanda.	Prefeituras, COGERH/SRH, Comissão Gestora/Comitês	Medida Preventiva

Quadro 5.3 - Plano de Ações para o Hidrossistema Riacho do Sangue, durante o Estado de Seca

PROBLEMAS	AÇÃO	DESCRIÇÃO DA AÇÃO	RESPONSÁVEIS	CLASSE DE AÇÃO
Baixa vazão	Limpeza, fiscalização e notificações	Aumentar a fiscalização a jusante e realizar a notificação de usuários sobre irregularidades	COGERH/SRH, Governo Estadual, Comissão Gestora/Comitês, Cagece/SAAE	Medida Ambiental e Medida Operacional
Intensificação de conflitos entre Solonópole e Jaguaretama	Conscientização dos ribeirinhos	Realizar campanhas socioeducativas sobre uso da água.	Prefeituras, COGERH/SRH, Comissão Gestora/Comitês, MP	Medida Social
Baixa vazão	Acompanhamento da qualidade da água	Elaborar periodicamente diagnóstico de qualidade da água	COGERH/SRH, Governo Estadual, Comissão Gestora/Comitês, Cagece/SAAE	Medida Preventiva

Quadro 5.4 - Plano de Ações para o Hidrossistema Riacho do Sangue, durante o Estado de Seca Severa

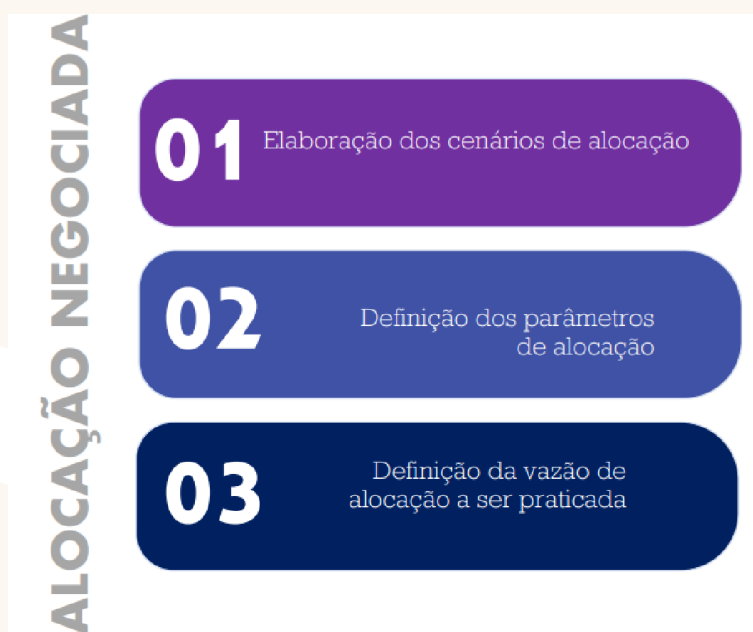
PROBLEMAS	AÇÃO	DESCRIÇÃO DA AÇÃO	RESPONSÁVEIS	CLASSE DE AÇÃO
Péssima qualidade de água para abastecimento	Perfuração nos poços profundos, melhoramento da ETA, abastecimento com carro pipa	Realizar a construção de poços, fazer manutenção da ETA e buscar soluções de atendimento em carro-pipa	Poder Público, SAAE, Prefeitura, Defesa Civil	Medida Infraestrutural e Medida Operacional
Diminuição na produção	Barragem subterrânea, cisterna de calçadão, irrigação localizada, culturas adaptadas	Realizar obras infra-estruturais que garantam o abastecimento em condição de emergência	Produtores, SDA, Ematerce, Secretaria de Agricultura, sonar, FABC	Medida Infraestrutural
Captação Irregular	Fiscalização no trecho e campanha de conscientização	Realizar fiscalização no trecho do rio a jusante do açude	COGERH/SRH, Prefeitura, MP, Câmara Municipal, rádios	Medida Operacional
Aumento dos conflitos	Racionamento	Realizar restrição de uso	Prefeituras, COGERH/SRH, Comissão Gestora/Comitês, MP	Medida Operacional

6. Integração entre Plano de Seca e Alocação Negociada

A seca iniciada em 2012 trouxe inúmeros desafios, como atestam as discussões apresentadas ao longo deste documento. Romper com o padrão reativo na forma de conduzir respostas e discussões sobre a seca é um dos principais pilares dos planos de gestão proativa de seca. Contudo, uma particularidade importante do plano é sua necessária articulação com a Alocação Negociada de Água.

Uma das características da alocação negociada é a definição de parâmetros de alocação pelo Comitê de Bacia, conforme se discutiu neste texto (Figura 6.1). O processo de alocação envolve conflitos e disputas pela água, haja vista que cada usuário(a) busca assegurar sua parcela de água para seus respectivos usos. Nesse sentido, compreende um importante momento de negociação e argumentação dos atores sociais, sendo um traço marcante da gestão de águas no estado do Ceará.

Figura 6.1 - Dinâmica da Alocação Negociada de Água conforme ocorre antes dos Planos de Seca



Fonte: Equipe Plano de Seca - Funcap, 2023

Os Planos de Gestão Proativa de Secas nascem com uma perspectiva de ser mais uma importante ferramenta de suporte à decisão, como um instrumento de gestão, cuja relevância consiste, dentre outros aspectos, em fortalecer e subsidiar as decisões da alocação negociada. Logo, não cabe ao Plano de Seca definir vazões ou parâmetros de alocação, mas apontar as distintas capacidades de atendimento do reservatório, nos diferentes estados de seca. Cada estado de seca apresenta uma capacidade de atendimento máxima, ou seja, um volume que, caso liberado do reservatório, não compromete seu atendimento, evitando o colapso hídrico.

Esse processo deve ser construído de forma participativa pela Comissão Gestora e demais usuários interessados, os quais definem, em função de suas preferências, interesses e necessidades, os estados de seca e as ações a serem implementadas para cada um desses estados. Essas decisões são fundamentadas nos estudos realizados pela equipe de elaboração do plano de seca sobre a capacidade de atendimento do reservatório, considerando o longo prazo, de modo a definir, de forma segura, qual a capacidade de atendimento em cada estado. A Figura 6.2 ilustra as conexões entre Planos de Seca e Alocação Negociada.

Figura 6.2 - Conexões entre Planos de Gestão Proativa de Seca e Alocação Negociada de Água



Fonte: Equipe Plano de Seca - Funcap, 2023

Os quatro primeiros movimentos referem-se ao Plano de Gestão Proativa de Seca e os movimentos 5 a 8 caracterizam a Alocação Negociada, conforme descrição a seguir:

- 1. Definição dos estados de seca, associados às zonas do reservatório** – o plano toma como indicador dos estados de seca as preferências e experiências dos usuários de água e da Comissão Gestora. São esses atores que definem quantos e quais serão os estados de seca que nortearão o planejamento;
- 2. Definição das zonas dos reservatórios em função do volume armazenado:** cada estado de seca corresponde a uma zona do reservatório, ou seja, o volume hídrico do reservatório será o indicador de qual estado de seca está em curso;
- 3. Definição da capacidade de atendimento do reservatório para cada estado de seca:** cada faixa ou zona do reservatório indica uma capacidade máxima de atendimento, ou seja, o volume máximo alocável em cada estado de seca, de modo a evitar situações de colapso hídrico;
- 4. Programação das ações de apoio à mitigação dos impactos da seca:** a Comissão Gestora e os usuários de água, com apoio da equipe de elaboração do plano, definem as ações propostas para cada estado de seca. Essas ações visam minimizar os impactos negativos da seca no hidrossistema;
- 5. Elaboração dos cenários de alocação de acordo com a zona em que o reservatório se encontra:** a Cogerh elabora as propostas de cenário de alocação, em consonância com o estado de seca em curso, o qual foi definido segundo a zona do reservatório no Plano de Seca;
- 6. Definição dos parâmetros de alocação:** definido o estado de seca e a capacidade de atendimento correspondente, o Comitê de Bacia define os parâmetros de alocação, ou seja, as vazões máxima e mínima para o reservatório;

7. Definição da vazão de alocação a ser praticada: a Comissão Gestora, ou Comissão de Usuários, delibera, em reunião de alocação, qual a vazão média a ser praticada para o reservatório;

8. Implementação das ações do plano de seca: o processo de alocação dispara as ações correspondentes a cada estado de seca, as quais foram, antecipadamente, propostas no Plano de Seca do Hidrossistema.

Conforme essa descrição, o Plano de Seca se soma à Alocação Negociada, dando maior robustez às decisões e mais informações a esse processo. Ao definirem capacidades de atendimento, os usuários e colegiados da gestão de recursos hídricos poderão decidir tendo em conta o nível de risco implicado em cada estado de seca e em cada decisão. Essa integração é essencial para a garantia da participação social, elemento indispensável para a tomada de decisão.

7. Plano de Implementação

A implementação do Plano de Gestão Proativa de Seca do Hidrossistema Riacho do Sangue implica um processo de articulação entre distintas dimensões, quais sejam, as dimensões normativo-institucional, operacional e de fluxo das decisões. Conforme se pode observar no Plano de Ações, o Plano mobiliza 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.

Para tanto, é fundamental que as instituições implicadas na gestão das águas e no monitoramento do reservatório e da seca acompanhem a dinâmica hídrica, sobretudo por ser o volume armazenado no Riacho do Sangue o indicador central dos estados de seca do hidrossistema. Os estados de seca definidos neste plano seguem as orientações definidas pelos usuários, apresentadas ao longo deste documento, sendo eles Normal, Alerta e Seca. Para cada estado, um conjunto de ações será 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 hidrossistema.

A execução do plano implica, desse modo, interdependência entre os estados de seca. Quando um estado é deflagrado, indica a necessidade de se preparar o estado seguinte, tendo em conta os dados e informações do hidrossistema, de modo a se evitar medidas de caráter eminentemente emergenciais.

Sugere-se a formação de uma Câmara Temática Permanente de Gestão Proativa de Seca no âmbito do Comitê de Bacia para que possa acompanhar, monitorar e mobilizar a implementação das ações. O Comitê pode optar por definir esta atribuição a alguma Câmara ou grupo já formado ou constituir uma CT com esta finalidade. Desse modo, essa Câmara Temática pode ficar responsável pelo Plano de Gestão Proativa do Hidrossistema Riacho do Sangue e outros planos que venham a ser elaborados no território da Região Hidrográfica do Médio Jaguaribe.

No aspecto gerencial, a Câmara Permanente de Gestão Proativa de Seca da Serra da Ibiapaba deverá subsidiar o Comitê de Bacia com informações sobre a dinâmica do hidrossistema e sobre os estados de seca, estimulando processos de discussão junto às instituições elencadas para implementar as ações previstas no plano. Cabe ainda a essa Câmara mobilizar os processos de atualização e revisão do Plano, em consonância com as mudanças que porventura venham a ocorrer no hidrossistema, como a implementação de novas infraestruturas hídricas ou novas atividades econômicas que demandem consumo hídrico.

A última dimensão da implantação do plano no aspecto gerencial refere-se à agenda de tomada de decisão, a qual obedecerá a seguinte orientação: A Câmara realizará reuniões trimestrais para avaliação e acompanhamento das medidas e ações do Plano, considerando que haverá ações para o estado Normal, ou seja, antes mesmo que uma seca venha a se fazer sentir. Quando o estado de seca mudar, as reuniões serão realizadas em períodos mais curtos, de acordo com cronograma definido pela Câmara, em acordo com o Comitê de Bacia. Cada deliberação do grupo será apresentada nas reuniões do Comitê de Bacia Hidrográfica do Médio Jaguaribe, no sentido de dar ciência e promover as articulações necessárias para a implementação das ações.

8. Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Relatório de Análise de Impacto Regulatório N° 4/2020/COMAR/SER** Documento n° 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

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 de doutoramento em Sociologia. Fortaleza: UFC, 2019

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

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

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

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

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>